

# A Engenharia de Produção na Contemporaneidade

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)



**Atena**  
Editora

Ano 2018

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)

# A Engenharia de Produção na Contemporaneidade

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**Revisão:** Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

M149 e Machado, Marcos William Kaspchak  
A engenharia de produção na contemporaneidade [recurso eletrônico] / Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (A Engenharia de Produção na Contemporaneidade; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-99-4

DOI 10.22533/at.ed.994180912

1. Engenharia de produção. I. Título.

CDD 658.5

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “*A Engenharia de Produção na Contemporaneidade*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. O volume I apresenta, em seus 30 capítulos, os novos conhecimentos para a engenharia de produção nas áreas de gestão de processos produtivos, manutenção e simulação.

As áreas temáticas de gestão de processos produtivos, manutenção e simulação, tratam de temas relevantes para otimização dos recursos organizacionais. A constante mutação neste cenário torna necessária a inovação na forma de pensar e fazer gestão, planejar e controlar as organizações, para que estas tornem-se agentes de desenvolvimento técnico-científico, econômico e social.

A crescente aplicação tecnológica e inovação nos sistemas produtivos evidencia a necessidade de processos de gestão. Muitos destes processos dependem de simulações para reduzir custos de implantação e aumento do nível de precisão, auxiliando na gestão da manutenção e consequente aumento de eficiência e produtividade.

Este volume dedicado à gestão de processos produtivos, manutenção e simulação traz artigos que tratam de temas emergentes sobre o planejamento e controle de produção, gestão de processos, mapeamento do fluxo de valor, layout e logística empresarial, gestão da manutenção e simulação aplicada aos sistemas produtivos.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de conhecimentos e inovações, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado

## SUMÁRIO

### GESTÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS, MANUTENÇÃO E SIMULAÇÃO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE DE TEMPOS E MOVIMENTOS APLICADOS NA PRODUÇÃO DE BOLOS EM UMA CONFEITARIA NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL/PA	
<i>Elida Roberta Carvalho Xavier</i>	
<i>Fernanda Quitéria Arraes Pimentel</i>	
<i>Larissa dos Santos Souza</i>	
<i>Marcelo Silva de Oliveira Filho</i>	
<i>Ramon Medeiros de Souza</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9941809121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>16</b>
ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO DE CARRINHOS DE SUPERMERCADO	
<i>Ana Luiza Lima de Souza</i>	
<i>Andreia Macedo Gomes</i>	
<i>Dyego de Queiroz Brum</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9941809122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>31</b>
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS EM UMA EMPRESA DE SEMI JOIAS DE CURITIBA	
<i>Leonardo Ferreira Barth</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9941809123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>47</b>
A APLICABILIDADE DA FERRAMENTA DE MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR: ESTUDO DE CASO EM UMA FÁBRICA DE MÓVEIS PLANEJADOS NA CIDADE DE CUIABÁ - MT	
<i>Danilo André Aguiar Barreto</i>	
<i>Fernando Guilbert Pinheiro Borges</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9941809124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>60</b>
APLICAÇÃO DA FERRAMENTA MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA CÉLULA DE PRODUÇÃO DE UMA EMPRESA DO RAMO PLÁSTICO	
<i>Micael Piazza</i>	
<i>Ivandro Cecconello</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9941809125</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>75</b>
ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO ATRAVÉS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO EM ALUMÍNIO	
<i>Carla Luiza Costa Lima</i>	
<i>Amanda Caecilie Thon De Melo</i>	
<i>Tarek Ferraj</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9941809126</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 85**

ANÁLISE DOS DESPÉRDÍCIOS EXISTENTES E DO RESPECTIVO CONTROLE VIA MRP NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS DIRECIONADOS PARA RECÉM-NASCIDOS E LACTENTES EM AMBIENTE RESIDENCIAL

*Eduardo Braga Costa Santos*

*Denise Dantas Muniz*

**DOI 10.22533/at.ed.9941809127**

**CAPÍTULO 8 ..... 96**

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE PRODUTOS PARA BELEZA

*João Lucas Ferreira dos Santos*

*Jessycka Brandão Santana*

*Afonso José Lemos*

*Rony Peterson da Rocha*

**DOI 10.22533/at.ed.9941809128**

**CAPÍTULO 9 ..... 109**

GESTÃO DE SERVIÇOS POR MEIO DO USO DE TÉCNICAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO: APLICAÇÕES NOS SETORES DE SAÚDE, CONSTRUÇÃO CIVIL E ALIMENTÍCIO

*Lucas Guedes De Oliveira*

*Paulo Henrique da Silva Campos*

*André Xavier Martins*

*John Anthony do Amaral Oliveira*

*Anderson Paulo Paiva*

**DOI 10.22533/at.ed.9941809129**

**CAPÍTULO 10 ..... 126**

PARAMETRIZAÇÃO DO MRP E IMPLANTAÇÃO DE TEMPO DE SEGURANÇA NO SETOR DE PROGRAMAÇÃO DE MATERIAIS EM UMA EMPRESA MULTINACIONAL DO SETOR AERONÁUTICO

*Ferdinand van Run*

**DOI 10.22533/at.ed.99418091210**

**CAPÍTULO 11 ..... 137**

VALUE STREAM MAPPING (VSM); COMO ENXERGAR AS PERDAS NOS PROCESSOS PRODUTIVOS PARA EFICÁCIA DA MELHORIA CONTINUA

*Alexandro Gilberto da Silva*

*Eduardo Gonçalves Magnani*

*Geraldo Magela Pereira Silva*

*Nelson Ferreira Filho*

*Ricardo Antônio Pereira da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.99418091211**

**CAPÍTULO 12 ..... 152**

ANÁLISE DA CAPACIDADE PRODUTIVA DOS EQUIPAMENTOS ATRAVÉS DO INDICADOR OEE EM UM SETOR DE SALGADINHO DE UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

*Carina Lemos Piton*

*Aline Ramos Duarte*

*José Alfredo Zoccoli Filho*

*Marcos Cesar da Silva Almeida*

**DOI 10.22533/at.ed.99418091212**

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>161</b>
AUMENTO DA PRODUTIVIDADE NO SETOR DE TRATAMENTO TÉRMICO ATRAVÉS DA METODOLOGIA KAIZEN	
<i>John Anthony do Amaral Oliveira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.99418091213</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>173</b>
REDUÇÃO DO CICLO DE MONTAGEM DE SUBSISTEMAS EM UMA INDÚSTRIA AERONÁUTICA ATRAVÉS DA METODOLOGIA KAIZEN	
<i>John Anthony do Amaral Oliveira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.99418091214</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>185</b>
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) PARA A REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP EM UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA	
<i>Juan Pablo Silva Moreira</i>	
<i>Jaqueline Luisa Silva</i>	
<i>Janaína Aparecida Pereira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.99418091215</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>200</b>
ESTUDO PARA IMPLANTAÇÃO DO <i>LEAN MANUFACTURING</i> EM EMPRESA DE PEQUENO PORTE	
<i>Tatiana Raposo de Paiva Cury</i>	
<i>Francine Pamponet Pereira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.99418091216</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>215</b>
ABORDAGEM PRÁTICA DO <i>LEAN</i> E METODOLOGIA SEIS SIGMAS PARA REDUÇÃO DO ÍNDICE DE FALHAS FALSAS NO PROCESSO PRODUTIVO DE MONTAGEM TVS/LCD	
<i>Raimundo Nonato Alves da Silva</i>	
<i>Ghislaine Raposo Bacelar</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.99418091217</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>236</b>
IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA “ <i>LEAN</i> ” NOS SETORES DE SERVIÇOS GERAIS DE UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO	
<i>José Luiz da Silva Perna</i>	
<i>Fernando Toledo Ferraz</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.99418091218</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>249</b>
APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA	
<i>John Anthony do Amaral Oliveira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.99418091219</b>	

**CAPÍTULO 20 ..... 263**

APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES PARA A MELHORIA CONTÍNUA DE UM PROCESSO PRODUTIVO: UM ESTUDO APLICADO A UMA EMPRESA DE EXTRAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA MINERAL

*Cryslaine Cinthia Carvalho Nascimento*

*João Victor Nunes Lopes*

*Paulo Ricardo Fernandes de Lima*

*Sonagno de Paiva Oliveira*

**DOI 10.22533/at.ed.99418091220**

**CAPÍTULO 21 ..... 278**

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NA LINHA DE MANUFATURA DE UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS BÉLICOS

*Matheus Prado*

*Fabrcio Alves de Almeida*

*Bruno Monti Nardini*

*José Henrique de Freitas Gomes*

*Thiago Prado*

**DOI 10.22533/at.ed.99418091221**

**CAPÍTULO 22 ..... 292**

APLICAÇÃO DOS CINCO PASSOS DA MELHORIA CONTÍNUA DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC): O CASO DE UMA INDÚSTRIA DE CAL

*Fábio Pregararo*

**DOI 10.22533/at.ed.99418091222**

**CAPÍTULO 23 ..... 306**

PROPOSTA DE UM NOVO MODELO DE ARRANJO FÍSICO PARA UMA COZINHA EXPERIMENTAL A PARTIR DO PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DO LAYOUT – SLP (SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING)

*Aylla Roberta Victor Ferreira da Silva*

*Ana Carolina do Nascimento Gomes*

*Elga Batista da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.99418091223**

**CAPÍTULO 24 ..... 318**

AMAZÔNIA LEGAL E OS DESAFIOS LOGÍSTICOS: ESTUDO LONGITUDINAL DE CASO EM UMA AGROINDÚSTRIA

*Rodrigo Ribeiro de Oliveira*

*Fernando Nascimento Zatta*

*Lirio Pedro Both*

*Jair Pereira Rosa*

**DOI 10.22533/at.ed.99418091224**

**CAPÍTULO 25 ..... 330**

ATIVIDADES LOGÍSTICAS: ESTUDO DE CASO EM UMA TRANSPORTADORA LOCALIZADA NA REGIÃO CENTROOESTE DO PARANÁ

*Nayara Caroline da Silva Block*

*Pedro Henrique Barros Negrão*

*Andressa Maria Corrêa*

*Camila Maria Uller*

*Tainara Rigotti de Castro*

**DOI 10.22533/at.ed.99418091225**

<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>342</b>
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO	
<i>Renan Barbosa de Assis</i>	
<i>Josevaldo dos Santos Feitoza</i>	
<i>Bento Francisco dos Santos Júnior</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.99418091226</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>359</b>
IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM EM MÁQUINA DE PRODUÇÃO DE PAPEL	
<i>Wagner Costa Botelho</i>	
<i>Luis Fernando Quintino</i>	
<i>Cesar Augusto Della Piazza</i>	
<i>Diego Rodrigues Xavier</i>	
<i>Rafael Dantas de Carvalho</i>	
<i>Raphael da Mota Povo</i>	
<i>Wesley Barbosa de Oliveira</i>	
<i>Alexandre Acácio de Andrade</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.99418091227</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>369</b>
SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMA PIZZARIA	
<i>Isabela Fernandes de Oliveira</i>	
<i>Julia Camila Melo Magalhães</i>	
<i>Marcelo dos Santos Magalhães</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.99418091228</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>381</b>
SIMULAÇÃO NUMÉRICA PARA MINIMIZAR DEFEITOS NO PROCESSO DE FUNDIÇÃO DOS METAIS	
<i>Valcir Marques de Menezes</i>	
<i>Sirnei Cesár Kach</i>	
<i>Joici Cristiani de Souza</i>	
<i>Rafael Luciano Dalcin</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.99418091229</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>392</b>
O USO DO SOFTWARE DE SIMULAÇÃO ARENA PARA ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE BLOCOS PRÉ-MOLDADOS.	
<i>Edson Tetsuo Kogachi</i>	
<i>Allan José Gonçalves Dias</i>	
<i>Henrique Leão Barbosa</i>	
<i>Luana Regina Gonçalves dos Santos</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.99418091230</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>402</b>

## ANÁLISE DE TEMPOS E MOVIMENTOS APLICADOS NA PRODUÇÃO DE BOLOS EM UMA CONFEITARIA NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL/PA

### **Elida Roberta Carvalho Xavier**

Universidade do Estado do Pará  
Castanhal - Pará

### **Fernanda Quitéria Arraes Pimentel**

Universidade do Estado do Pará  
Belém - Pará

### **Larissa dos Santos Souza**

Universidade do Estado do Pará  
Castanhal - Pará

### **Marcelo Silva de Oliveira Filho**

Universidade do Estado do Pará  
Castanhal - Pará

### **Ramon Medeiros de Souza**

Universidade do Estado do Pará  
Castanhal – Pará

**RESUMO:** Este artigo objetivou utilizar estudos de tempos e movimentos em uma Confeitaria do município de Castanhal-PA, a fim de analisar o processo produtivo de bolos de macaxeira e propor melhorias para a produção. A empresa em questão foi escolhida, pois é nova no mercado, logo se mostra carente de ferramentas da engenharia de produção. Portanto, foi realizado o estudo e identificado falhas e acertos na produção. Após os cálculos considerando um lote de 6 bolos de macaxeira que vai ao forno de uma só vez obteve-se um tempo médio de 110,52 minutos, um tempo normal

de também 110,52 minutos, e tempo padrão de 117,15 minutos, e sendo disponibilizados o tempo permissivo para o funcionário e a carga horária diária de trabalho, foi possível de terminar uma capacidade produtiva de 4 fornadas de bolos por dia. Após a determinação da capacidade produtiva foi feito um estudo dos micromovimentos de um elemento da operação para ser comparado com o tempo cronometrado correspondente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estudos de tempos; bolos de macaxeira; capacidade produtiva.

**ABSTRACT:** This article aimed to use time and movement studies in a Confectionery of the municipality of Castanhal-PA, in order to analyze the production process of cakes of macaxeira and to propose improvements for the production. The company in question was chosen because it is new in the market, soon it is lacking of tools of the engineering of production. Therefore, the study was performed and identified failures and correct production. After calculations considering a batch of 6 cakes of pasta that goes to the oven at one time, an average time of 110.52 minutes, a normal time of 110.52 minutes, and standard time of 117.15 minutes, and with the permissive time being available for the employee and the daily workload, it was possible to finish a production capacity of 4 cakes per day. After the determination of the productive capacity, a

study was made of the micromovements of an element of the operation to be compared with the corresponding timed time.

## 1 | INTRODUÇÃO

Cada vez mais as organizações preocupam-se com o planejamento e controle dos seus processos produtivos. O mercado globalizado e ainda mais competitivo estimula empresas a buscarem produzir de forma eficaz, de maneira que tornem-se capazes de satisfazer as exigências dos consumidores. Slack (1999) afirma que um dos requisitos para a operação produtiva garantir que os recursos estejam disponíveis é produzir no momento adequado.

Durante o século XX, Frederick W. Taylor, considerado o pai da Administração Científica, buscou formas de desenvolver técnicas que permitissem projetar um sistema, uma sequência de operações e procedimentos que mais se aproximem da solução ideal. Uma destas técnicas é conhecida como estudo de tempos e movimentos, que consiste em encontrar o melhor método de se executar uma tarefa e determinar o tempo padrão para executá-la (BARNES, 1977).

A partir desta perspectiva, este trabalho teve como foco realizar o estudo de tempos e movimentos em uma confeitaria devido a necessidade desta empresa em trabalhar com tempos cronometrados no processo de manufatura de receitas de bolos.

O mercado de confeitaria e panificação está aquecido e oferecendo ótimas oportunidades para investimento. Somente em 2012, o faturamento da panificação brasileira cresceu 11,6%, sendo que o valor movimentado foi de R\$72,29 bilhões de reais, conforme dados da ABIP (Associação Brasileira da Indústria da Panificação e Confeitaria). Nesse contexto, a confeitaria artística tem ganhado destaque e gerado muitos empregos e negócios.

O objetivo deste artigo é determinar, utilizando o estudo de tempos e movimentos, qual o tempo padrão de produção de bolos de macaxeira em uma confeitaria localizada no município de Castanhal/PA e mensurar sua capacidade produtiva diária, a fim de sugerir melhoras na atividade produtiva e otimizar a produtividade de seu operador.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ESTUDO DE TEMPOS

No início do século XX, F. W. Taylor procurava aumentar o nível de produtividade de modo que o trabalhador produzisse mais em menos tempo sem que os custos de produção elevassem. Para este fim, Taylor realizou um estudo de análise dos movimentos e a cronometragem do trabalho feito pelos operários que permitiu a racionalização dos métodos de trabalho e a fixação de tempos padrões para execução de cada tarefa (CHIAVENATO, 2003).

Segundo Barnes (1977), Frank B. Gilbreth e sua esposa Lillian M. Gilbreth foram pioneiros nos trabalhos de observação na interação entre o fator humano e o conhecimento técnico. Entretanto, deu-se mais ênfase ao estudo de tempos de Taylor. Somente em 1930, os dois estudos passaram a se completar e os métodos de como executar uma tarefa da melhor forma e o mais simples possível passou a ser utilizado em conjunto com a cronometragem.

Para Laugeni e Martins (2005), quanto maior a intervenção humana em um processo produtivo, maior será a dificuldade de determinação dos tempos padrões de produção, devido as diferentes habilidades, força e vontades de cada operador. Além disso, a eficiência e os tempos padrões estão ligados a outros fatores, como o fluxo de material dentro da empresa, o tipo de processo escolhido, a tecnologia utilizada e as características inerentes ao trabalho que está sendo analisado.

Portanto, o estudo de tempos e movimentos consiste em uma análise detalhada de cada operação de uma dada tarefa, eliminar qualquer elemento desnecessário à operação, distinguir quais movimentos são excessivos e que, por consequência, aumentam os custos do processo e determinar o melhor e mais eficiente método de execução. Para isso, utiliza-se estudos matemáticos para avaliar os valores numéricos de cada etapa do processo.

### *2.1.1 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE CICLOS A SEREM CRONOMETRADOS*

Segundo Laugeni e Martins (2005), o número de ciclos  $n$  (cronometragens) é deduzido através da expressão matemática do intervalo de confiança da distribuição por amostragem da média de uma variável distribuída normalmente, resultando a expressão:

$$n = \left( \frac{z \times R}{E_r \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2$$

Onde:

$n$  = número de ciclos a serem cronometrados;

$z$  = coeficiente da distribuição normal padrão para uma probabilidade determinada;

$R$  = amplitude da amostra;

$E_r$  = erro relativo;

$d_2$  = coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente;

$\bar{x}$  = média da amostra.

### *2.1.2 VELOCIDADE OU RITMO DO OPERADOR*

Para Barnes (1977), uma das fases mais difíceis do estudo de tempo é avaliar

a velocidade ou ritmo com a qual o operador trabalha durante a execução do estudo. Há diversas formas de encontrar a velocidade do operador, uma delas é o método da distribuição de cartas do baralho com 52 cartas. O operador deve distribuir as cartas uniformemente sobre uma fórmica. O teste é repetido cinco vezes e cronometrado. Calcula-se a média dos cinco testes para definir a velocidade do operador através da equação:

$$V = \frac{30}{M_m}$$

É importante considerar que existe grande diferença nas capacidades e habilidades de indivíduos em todas as atividades humanas.

### 2.1.3 TEMPO NORMAL

De acordo com Barnes (1977), o tempo normal é o tempo necessário para que um operador qualificado, trabalhando em um ritmo normal, execute a operação. Entretanto, o tempo normal não pode ser o tempo padrão de uma operação por não considerar as necessidades pessoais do operador. Aceita-se que o trabalhador despenda uma pequena parte do seu tempo para descansar ou por motivos que não estejam sob seu controle. O tempo normal é encontrado através do produto entre o tempo médio da operação e a velocidade ou ritmo do operador. Portanto:

$$TN = TM \times V$$

Onde:

TN = tempo normal;

TM = tempo médio ou tempo cronometrado;

V = velocidade do operador ou fator de ritmo.

### 2.1.4 FATOR DE TOLERÂNCIA

Como cita Barnes (1977), todo operário deve ter tempo reservado para suas necessidades pessoais, por esta razão as tolerâncias pessoais serão consideradas em primeiro lugar. Alguns exemplos para essas interrupções do processo produtivo podem ser classificadas em tolerância pessoal, tolerância para fadiga ou tolerância de espera. O tempo de duração desta tolerância pode ser determinada através de um levantamento contínuo ou então por amostragem de trabalho.

Há uma estimativa prévia que para trabalhos leves, com carga horária de 8 horas por dia, o trabalhador médio usará para tempo pessoal de 10 a 24 minutos por dia. Para trabalhos considerados pesados e que sejam executados em condições desfavoráveis, como em atmosfera quente e úmida, aceita-se um tempo maior de tolerância, podendo ser mais que 24 minutos. O fator de tolerância é definido através

da expressão matemática abaixo:

$$FT = \frac{1}{1 - P}$$

Onde:

FT = fator de tolerância;

P = relação entre o tempo permissivo tolerável e a jornada de trabalho.

### 2.1.5 TEMPO PADRÃO

O tempo padrão contém a duração de todos os elementos da operação e deve incluir o tempo para todas as tolerâncias necessárias. Após estabelecer um tempo padrão para uma determinada tarefa, compreende-se que o trabalhador deverá executar a operação exatamente como especificado na folha de instruções. Entretanto, poderá se sentir livre para trabalhar à velocidade que achar melhor. O papel da empresa é assegurar que o tempo padrão não será alterado, por motivos como falta de materiais, ferramentas ou por quebra de equipamentos (BARNES, 1977).

Para encontrar o tempo padrão de uma operação, multiplica-se o tempo normal com o tempo de tolerância pré-estabelecido pelo administrador da empresa. Sendo assim:

$$TP = TN \times FT$$

Onde:

TP = tempo padrão;

TN = tempo normal;

FT = fator de tolerância.

### 2.1.6 TEMPO SINTÉTICO

O sistema de tempos sintéticos colabora para determinação do tempo normal ou selecionado para tarefas manuais com o uso de dados sintéticos, sua primeira aplicação real foi feita em 1938. Primeiramente, faz-se uma análise com detalhes de cada tarefa, buscando identificar as quatro principais variáveis. São elas: membro do corpo usado, identificado por definição precisa; distância percorrida; controle manual requerido, medido em fator-trabalho, definido ou dimensionado; e peso ou resistência encontrada, convertida a fator de trabalho. Sendo assim, aplica-se a cada movimento o tempo padrão que lhe corresponde obtido na tabela de tempos sintéticos (BARNES, 1977).

### 3 | METODOLOGIA

Esta pesquisa é um estudo de caso, com caráter qualitativo e exploratório. Segundo Miguel (2012), a pesquisa qualitativa tem como foco os processos do objeto de estudo. Foram realizadas visitas técnicas durante duas semanas para a coleta de tempos e a observação de todo o processo produtivo de bolos de macaxeira, além de uma entrevista não estruturada com a dona da empresa para saber a carga horária de trabalho, o tempo permissivo para fadiga e necessidades pessoais para os funcionários. Após isso, o processo foi separado por etapas e detalhado em um fluxograma para a identificação de cada elemento da produção.

Para esta pesquisa foram feitas quatro cronometragens prévias, após isso a média de cada elemento foi aplicada em uma expressão matemática para determinar qual seria a quantidade de amostras ideal para cada elemento. Com base nestas cronometragens foi determinado o tempo médio, o tempo normal e o tempo padrão das operações e a capacidade produtiva da confeitaria. Para dar maiores detalhes sobre o processo, também foram feitas a carta de atividades múltiplas e um gráfico de controle da produção.

Por fim, realizou-se um estudo de micromovimentos de apenas uma etapa do processo, escolhido aleatoriamente, para comparar com o tempo padrão cronometrado. Abaixo, a Figura 1 mostra a organização do ambiente de trabalho.



Figura 1- Cozinha da confeitaria

Fonte: Os autores.

Observando a figura acima, nota-se que há três bancadas na área de produção. Sobre a bancada do lado direito da figura ficam as máquinas industriais. As máquinas que são utilizadas para a produção de bolos de macaxeira são o liquidificador e o forno. Sobre a bancada do meio a operadora realiza a maior parte do processo, como untar as fôrmas e manipular os ingredientes do bolo.

## 4 | A EMPRESA

A confeitaria estudada está localizada no centro comercial de Castanhal/PA, apesar de estar a apenas um mês em funcionamento, possui alta demanda diária. As vendas de bolos são feitas sob encomendas ou pronta-entrega (bolos que já ficam prontos expostos em estufa), o cliente também conta com a opção de confeitaria seu bolo no ato da compra. A carga horária de trabalho é de 8 horas por dia e é dado aos funcionários um tempo de 30 minutos por dia para aliviar a fadiga e para necessidades pessoais. Contêm seis funcionárias, sendo uma a atendente de caixa e outras cinco como confeitarias. Porém, apenas uma faz o bolo de macaxeira. A escolha do bolo de macaxeira foi devido a grande saída deste sabor, são 6 bolos por dia e aos finais de semana a demanda aumenta para 12 bolos por dia. A seguir, ilustra-se a quantidade de ingredientes para uma fornada de seis bolos.



Figura 2- Descrição dos ingredientes.

Fonte: Os Autores.

## 5 | ANÁLISES E RESULTADOS

### 5.1 Estimativa do número de ciclos de cronometragens

Antes de determinar o número ideal de cronometragens, o processo de produção foi dividido por elementos descritos abaixo em um fluxograma.

Ordem	Símbolos					Descrição dos elementos
1	●	□	▽	⇒	D	Pegar os ingredientes e utensílios
2	○	□	▽	➔	D	Levar para a bancada do meio
3	●	□	▽	⇒	D	Colocar ingredientes na vasilha

4	○	□	▽	➔	D	Levar para o liquidificador
5	○	□	▽	⇌	■	Bater os ingredientes no liquidificador
6	○	□	▽	➔	D	Levar a massa para bancada
7	●	□	▽	⇌	D	Untar as formas
8	●	□	▽	⇌	D	Colocar a massa nas formas
9	○	□	▽	➔	■	Levar ao forno

●	<b>Operação</b>
➔	<b>Transporte</b>
■	<b>Espera</b>
▽	<b>Armazenamento</b>
■	<b>Inspeção</b>

Figura 3 – Fluxograma

Fonte: Os autores

Neste estudo foi determinado uma probabilidade de 93% e o erro relativo de 10%. Os valores de n encontrados estão detalhados na tabela abaixo.

Elemento	n
1. Colocar a macaxeira e o coco na vasilha	9
2. Colocar os ovos e o açúcar no copo do liquidificador	11
3. Colocar manteiga, leite e outros ingredientes no copo do liquidificador	8
4. Bater mistura no liquidificador	2
5. Derramar mistura do liquidificador na vasilha, misturar e adicionar fermento	4
6. Untar as formas	5
7. Colocar mistura nas formas e levar ao forno	4
8. tempo no forno	0

Tabela 1 – Valores de n por elemento

Fonte: Os Autores

## 5.2 Gráfico de controle

Para verificar o controle dos tempos cronometrados coletados para os elementos, construiu-se um gráfico de controle da média e da amplitude. Foi utilizada somente uma amostra com as quatro cronometragens e determinada a média das cronometragens e a amplitude da amostra, como mostra a tabela a seguir.

Elementos	Amostra			
	Cron. 1	Cron. 2	Cron. 3	Cron. 4
1. Colocar a macaxeira e o coco na vasilha	0,31	1,19	1,19	1,01
2. Colocar os ovos e o açúcar no copo do liquidificador	0,47	2,27	2,05	1,09

3. Colocar manteiga, leite e outros ingredientes no copo do liquidificador	1,26	1,01	1,12	0,47
4. Bater mistura no liquidificador	7,24	7,34	6,33	6,24
5. Derramar mistura do liquidificador na vasilha, misturar e adicionar fermento	2,08	3,37	3,5	3,02
6. Untar as formas	2,58	4,31	4,35	3,01
7. Colocar mistura nas formas e levar ao forno	2,22	2,21	2,03	1,35
8. tempo no forno	90	90	90	90
<b>Soma</b>	106,16	111,7	110,57	106,19
<b>Média da soma</b>		108,655		
<b>Amplitude</b>		5,54		

Tabela 2- média e amplitude da amostra

Fonte: Os autores

Logo, foi possível determinar os limites superior, médio e inferior de controle. Seguem os cálculos:

$$\text{Limite superior de controle} = 108,665 + 5,54$$

$$\text{Limite superior de controle} = 114,95$$

$$\text{Limite médio de controle} = 108,655$$

$$\text{Limite inferior de controle} = 108,655 - 5,54$$

$$\text{Limite inferior de controle} = 103,115$$

A tabela abaixo mostra os dados necessários para a construção do gráfico de controle:

<b>Cronometragens</b>	<b>LS</b>	<b>LM</b>	<b>LI</b>	<b>PONTOS</b>
1	114,195	108,655	103,115	106,16
2	114,195	108,655	103,115	111,7
3	114,195	108,655	103,115	110,57
4	114,195	108,655	103,115	106,19

Tabela 3 – Dados para o gráfico de controle

Fonte: Os autores

O gráfico de controle está exposto na figura abaixo:

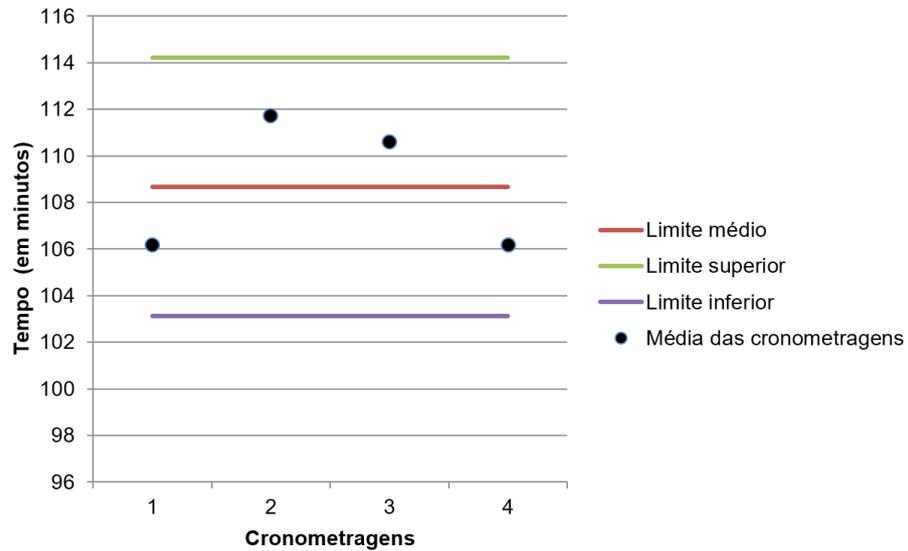


Figura 4 – Gráfico de controle

Fonte: Os autores

Como os pontos médios de cronometragens de todos os dias estão dentro dos limites, conclui-se que o processo está sob controle e todos os tempos cronometrados são válidos para o cálculo.

### 5.3 Cálculo dos tempos cronometrados e da capacidade produtiva

A tabela a seguir mostra os tempos cronometrados de cada elemento e o número de amostras.

Elementos	Cron. 1	Cron. 2	Cron. 3	Cron. 4
1. Colocar a macaxeira e o coco na vasilha	0,31	1,19	1,19	1,01
2. Colocar os ovos e o açúcar no copo do liquidificador	0,47	2,27	2,05	1,09
3. Colocar manteiga, leite e outros ingredientes no copo do liquidificador	1,26	1,01	1,12	0,47
4. Bater mistura no liquidificador	7,24	7,34	6,33	6,24
5. Derramar mistura do liquidificador na vasilha, misturar e adicionar fermento	2,08	3,37	3,5	3,02
6. Untar as formas	2,58	4,31	4,35	3,01
7. Colocar mistura nas formas e levar ao forno	2,22	2,21	2,03	1,35
8. Tempo no forno	90	90	90	90

Tabela 4- Tempos cronometrados para cada etapa (em minutos)

Fonte: Os autores

Através dos dados obtidos na fabricação dos bolos de macaxeira, foi possível analisar detalhadamente o processo e determinar o tempo médio, o tempo normal e o tempo padrão.

### 5.3.1 Cálculo do tempo médio (TM)

Para o cálculo do tempo médio foi determinada a média de cada elemento e logo depois somadas.

Elementos	MÉDIA
1	1,32
2	1,47
3	1,36
4	7,18
5	3,28
6	3,56
7	2,35
8	90
<b>Soma das médias</b>	<b>110,52</b>

Tabela 5 – Média dos elementos

Fonte: Os autores

TM = 110,52 minutos

### 5.3.2 Cálculo do tempo normal

$$TN = 110,52 \times 1$$

TN = 110,52 minutos

### 5.3.3 Cálculo do tempo padrão

Primeiramente, para o cálculo do tempo padrão é necessário determinar o fator de tolerância da empresa:

$$P = \frac{30}{480} = 0,06$$

$$FT = \frac{1}{1 - 0,06} = 1,06$$

Logo, o tempo padrão será:

$$TP = 110,52 \times 1,06$$

TP = 117,15 minutos

### 5.3.4 Cálculo da capacidade produtiva

$$CP = \frac{480}{117,15}$$

$CP \cong 4$  fornadas de seis bolos

## 5.4 Carta de atividades múltiplas

Para melhor detalhamento das atividades do processo de fazer bolos de macaxeira e registrar o envolvimento do funcionário com as máquinas utilizadas, foi construída uma carta de atividades múltiplas, que segue na figura abaixo. Sendo possível assim, identificar a carga de trabalho da funcionária.

Elaborado por: Autores		Data:12/12/2015	
Operador	Operário	Liquidificador	Forno
1. Colocar a macaxeira e o coco na vasilha			
2. Colocar os ovos e o açúcar no copo do liquidificador			
3. Colocar manteiga, leite e outros ingredientes no copo do liquidificador			
4. Bater mistura no liquidificador			
5. Derramar mistura do liquidificador na vasilha, misturar e adicionar fermento			
6. Untar as formas			
7. Colocar mistura nas formas e levar ao forno			
8. tempo no forno			

Tabela 6 – Carta de atividades múltiplas do processo

Fontes: Os autores

## 5.5 Estudo dos micromovimentos

Dentro do processo em estudo escolheu-se o elemento “colocar a macaxeira e o coco na vasilha” para ser feito o estudo dos micromovimentos. A tabela a seguir mostra a decomposição minuciosa das atividades.

		Classificação	tempo (TMU)
Cortar os sacos de macaxeira	Focalizar tesoura	~~	5
	Focalizar saco	~~	5
	Alcançar tesoura	20cm $\cong$ 8 polegadas / A	7,9
	Agarrar tesoura	1 A	2
	Girar tesoura	Até 2 libras/45°	3,5
	Alcançar saco	10cm $\cong$ 4 polegadas / A	6,1
	Agarrar saco	1 A	2
	Posicionar tesoura	JUSTO	16,2
	Girar o lacre cortado	Até 2 libras/45°	3,5
	Soltar o lacre cortado	1 A	2
	Focalizar saco	~~	5
	Alcançar saco	10cm $\cong$ 4 pol/egadas / A	6,1
	Agarrar o outro saco	1 A	2
	Posicionar tesoura	Frouxo	6
	Girar o lacre cortado	Até 2 libras/45°	3,5
	Soltar o lacre cortado	Normal	2
	Derramar o conteúdo na vasilha	Posicionar tesoura na mesa	Frouxo
Posicionar braço		Frouxo	11,2
Focalizar saco		~~	5
Alcançar saco		10cm $\cong$ 4 polegadas / A	6,1
Agarrar saco		1 A	2
Posicionar braços (levantando o saco)		Frouxo	11,2
Posicionar o conteúdo na vasilha		(4x) / Justo	64,8
Soltar o saco		Normal	2
Movimento do braço		50cm $\cong$ 20 polegadas / C	22,1
Alcançar saco		10cm $\cong$ 4 polegadas / A	6,1
Agarrar saco		1 A	2
Movimento do braço		30cm $\cong$ 12 polegadas / C	15,2
Girar o saco		Até 2 libras/45°	3,5
Posicionar o conteúdo na vasilha		(4x) / Justo	64,8
Movimento do braço		50cm $\cong$ 20 polegadas / C	22,1
Soltar o saco		Soltar	2
Andar até o lixo para jogar fora o saco		100cm $\cong$ 40 polegadas / 2 passos	30

Colocar duas medidas de coco da vasilha	Movimento dos olhos	~~	20
	Movimento do braço	50cm $\cong$ 20 polegadas / C	22,1
	Alcançar saco de coco	30cm $\cong$ 12 polegadas / A	9,6
	Agarrar o saco de coco	1 A	2
	Movimento do braço	40cm $\cong$ 16 polegadas / C	18,7
	Focalizar copo medidor	~~	5
	Alcançar copo medidor	20cm $\cong$ 8 polegadas / A	7,9
	Agarrar copo medidor	1 A	2
	Posicionar braço (levantar)	Frouxo	11,2
	Girar saco	Até 2 libras/45°	3,5
	Posicionar o saco no medidor	(2x) / Exato	86
	Derramar o conteúdo (posicionar)	(2x) / Justo	32,4
	Posicionar mão	Frouxo	5,6
	Movimento dos braços	40cm $\cong$ 16 polegadas / C	18,7
	Posicionar saco na mesa	Frouxo	5,6
SOMA		604,2	

Tabela 7 – Micromovimentos do elemento “colocar a macaxeira e o coco na vasilha”

Fonte: Os autores

$$TP = 604,2 \times 0,0006 \text{ min} = 0,36 \text{ min}$$

O tempo sintético para o elemento foi de 0,36 minutos, e o tempo cronometrado no dia 1 foi de 0,31 minutos, o que demonstra que a funcionária atingiu um ótimo tempo. Porém nas outras cronometragens seu tempo foi mais de 1 minuto, que pode ser reduzido, obtendo assim um melhor rendimento.

## 6 | CONCLUSÕES

A empresa onde este estudo foi realizado trabalha com base em uma demanda diária e com um pequeno estoque de seus produtos, mas essa demanda não é fixa. Com isso conclui-se que a empresa deve estar sempre preparada para atender a essa variação.

Propõe-se que haja uma organização mais padronizada dos locais onde são armazenados os materiais da cozinha, por exemplo, uma prateleira fixa para as fôrmas, que as fôrmas só sejam armazenadas depois de enxutas, os ingredientes do bolo sejam separados previamente antes da produção iniciar para que o andamento da massa seja mais rápido, o estoque de ingredientes seja revisado previamente para que a linha de produção não tenha que ser interrompida e que para o caso de uma demanda inesperada o estoque possa atendê-la.

Como proposta de trabalhos futuros para a empresa poderiam ser feitas a aplicação de 5S nas dependências da cozinha para uma melhor fluidez da produção.

## REFERÊNCIAS

BARNES, Ralph M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida de trabalho**. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.

LAUGENI, Fernando P.; MARTINS, P. G. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva. 2005.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas. 1999.

OLIVEIRA, Tassio Felipe Alves de et al. **Estudo de tempos e movimentos aplicado na mensuração da capacidade produtiva de uma empresa de recapagem de pneus localizada no município de Marabá-PA**. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza. 2015.

## ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO DE CARRINHOS DE SUPERMERCADO

### Ana Luiza Lima de Souza

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso  
Suckow da Fonseca

Nova Iguaçu - RJ

### Andreia Macedo Gomes

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso  
Suckow da Fonseca

Nova Iguaçu - RJ

### Dyego de Queiroz Brum

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso  
Suckow da Fonseca

Nova Iguaçu - RJ

**RESUMO:** Este artigo objetiva desenvolver um projeto básico para o posto de trabalho de um processo de solda de carrinhos de supermercados. Neste sentido, foram realizadas entrevistas com profissionais que trabalham na empresa estudada e também com seus sócios. Para a pesquisa bibliográfica foram utilizados conceitos dos estudos de movimentos e de tempos. Como resultado da pesquisa, o processo foi descrito e foram identificadas as atividades e as restrições do setor de soldagem. Por fim, foram propostas algumas soluções para a melhoria do processo estudado, diante disso foi apresentado um projeto de método de trabalho que contribua para a produtividade da empresa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estudo movimentos

e de tempos, produtividade, carrinhos de supermercado, soldagem

**ABSTRACT:** This article aims to develop a basic design for the work station of a welding process of supermarket trolleys. In this sense, interviews were conducted with professionals working in the company studied and also with its partners. For the bibliographic research, concepts of movement and time studies were used. As a result of the research, the process was described and the activities and constraints of the welding sector were identified. Finally, some solutions were proposed for the improvement of the studied process, therefore a work method project was presented that contributes to the productivity of the company.

**KEY WORDS:** movements and times study, productivity, supermarket trolleys, welding

### 1 | INTRODUÇÃO

As empresas atuam em um mercado cada vez mais competitivo. O aumento de capacidade produtiva para absorção da demanda e a busca pela melhoria da produtividade são temas importantes a serem considerados na busca pela sobrevivência organizacional. Neste contexto, o estudo de movimentos e de tempos foca na análise e melhoria do sistema

produtivo. Este trabalho foi desenvolvido em uma pequena empresa que atua no ramo de comércio e manutenção de carrinhos e equipamentos de supermercados. O estudo será realizado em um dos processos produtivos da empresa, mais precisamente, no processo de soldagem de carrinhos de supermercados. Este trabalho tem por objetivo geral desenvolver um projeto básico para o posto de trabalho de um processo de solda de carrinhos de supermercados. Para tal, foram traçados os seguintes objetivos específicos: mapear o processo de soldagem de carrinhos de supermercados, identificar e descrever o posto de trabalho gargalo e propor melhorias para o processo produtivo estudado de forma a contribuir com a empresa.

O artigo foi estruturado em seis tópicos: a introdução que apresenta a contextualização e os objetivos; a revisão de literatura que aborda temas relevantes como estudo dos movimentos e dos tempos e suas ferramentas; o método de pesquisa que apresenta o tipo de pesquisa e os procedimentos de coleta e análise dos dados. Nos tópicos quatro e cinco são abordados a identificação da unidade produtiva e definição de um projeto básico para o posto de trabalho de acordo com Meirelles et al. (2006). Por fim são apresentadas as conclusões e as recomendações para estudos futuros.

## **2 | REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Estudo de movimentos e de tempos**

Segundo Souto (2009), a engenharia de métodos analisa o trabalho e com o resultando desta análise desenvolve métodos melhorados para a racionalização do processo produtivo buscando o aumento da produtividade, e leva em consideração a integração do homem em um processo produtivo. Para Barnes (1977, p.1) o estudo dos movimentos e dos tempos consiste no “estudo sistemático dos sistemas de trabalho” tendo como um de seus objetivos, desenvolver o sistema e o método preferido.

Ao contrário do que se pensa o estudo dos tempos não é uma ciência que está acabando. Embora possa não haver muita continuidade em pesquisas teóricas, há avanços nos aspectos práticos (FREIVALDS; CHO, 2014).

O projeto do método para realizar uma operação para um novo produto entrar em produção, ou a melhoria de um método já existente, são fundamentais para o estudo de movimentos e de tempos.

### **2.2 Ferramentas para a melhoria dos métodos**

Segundo Corrêa e Corrêa (2009, p.242) o método de trabalho “focaliza como o trabalho é realizado” e algumas ferramentas contribuem na definição do método melhorado.

O fluxograma vertical é uma ferramenta de análise do processo produtivo (TARDIN et al., 2013). Barnes (1977) relata que em 1974 a American Society Mechanical

Eganeers (ASME) determinou cinco símbolos padrões para confecção de gráfico do fluxo do processo. Tais símbolos consistem em: operação, transporte, inspeção, espera e armazenamento. Tardin et al. (2013) afirmam que o mapofluxograma tem por característica ser feito sobre a planta de onde são realizados os processos produtivos, fornecendo uma visão geral de todo o processo.

Ocorre em alguns tipos de trabalho de o operador e a máquina trabalharem intermitentemente, ou seja, enquanto a máquina trabalha o operador fica ocioso e enquanto o operador trabalha quem fica ociosa é a máquina. Para eliminação do tempo de espera do operador e da máquina, realizou-se o registro de quando cada um deles, máquina e homem, trabalha e o que cada um deles faz. De posse desse registro, é possível construir o gráfico homem-máquina (BARNES, 1977). O objetivo não é só eliminar o tempo de espera do homem e da máquina, mas também, conforme cita Souto (2002), fornecer o balanceamento entre o trabalho do homem e da máquina e determinar o número adequando de homens e máquinas para operação.

O gráfico de operações, segundo Souto (2002), permite analisar uma operação, uma vez que, o estudo do referido gráfico, permite eliminar os movimentos desnecessários e dispor os movimentos restantes em uma melhor sequência, promovendo um equilíbrio entre o trabalho executado pelas duas mãos.

### 3 | MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia adotada neste estudo foi baseada no estudo de caso em uma empresa que vende e realiza a manutenção de carrinhos e equipamentos de supermercados. Segundo Vergara (2011) a presente pesquisa caracteriza-se descritiva porque visa descrever e fazer um diagnóstico do processo produtivo estudado. A pesquisa bibliográfica a respeito da temática abordada foi conduzida a fim de trazer embasamento teórico para o presente trabalho. Os dados foram coletados através de entrevistas com pessoas que tiveram ou têm experiência prática com o problema pesquisado, e observação nas visitas de campo.

Para a coleta de dados, foi realizada uma entrevista com os diretores da empresa, que explicaram as características do seu negócio, das atividades, a cultura da empresa e fizeram um acompanhamento dentro da fábrica onde foi mostrada toda a instalação produtiva da fábrica, o que contribuiu para o entendimento e absorção das suas atividades exercidas no dia-a-dia, facilitando o processo de avaliação das atividades.

Após o acompanhamento, foi feita uma apresentação aos colaboradores do setor de solda, o setor a ser estudado. Após uma apresentação dos objetivos da pesquisa foi elaborada uma entrevista com os funcionários, com o intuito de conhecer detalhadamente a atividade do soldador pela sua própria ótica.

Além da entrevista e da observação, as atividades desempenhadas também foram

registradas por meio de fotografias. Após a elaboração das propostas de melhorias, elas foram encaminhadas e apresentadas a diretoria da empresa. Cabe aqui ressaltar os problemas e dificuldades enfrentados durante a realização da visita e tratamento dos dados. A visita foi bem recebida tanto pela direção quanto pelos trabalhadores, porém no acompanhamento das tarefas foi encontrado grande dificuldade devido ao afastamento de um soldador para outro setor, para que este pudesse cobrir as férias de outro trabalhador. Assim, toda a análise e entrevista foram feitas apenas com 3 dos 4 colaboradores do setor estudado. Outro problema se deu pela grande variedade no estado em que os produtos chegavam a linha, tendo grandes variações na produção de um carrinho para o outro, dificultando a coleta dos dados.

## **4 | IDENTIFICAÇÃO DA UNIDADE PRODUTIVA**

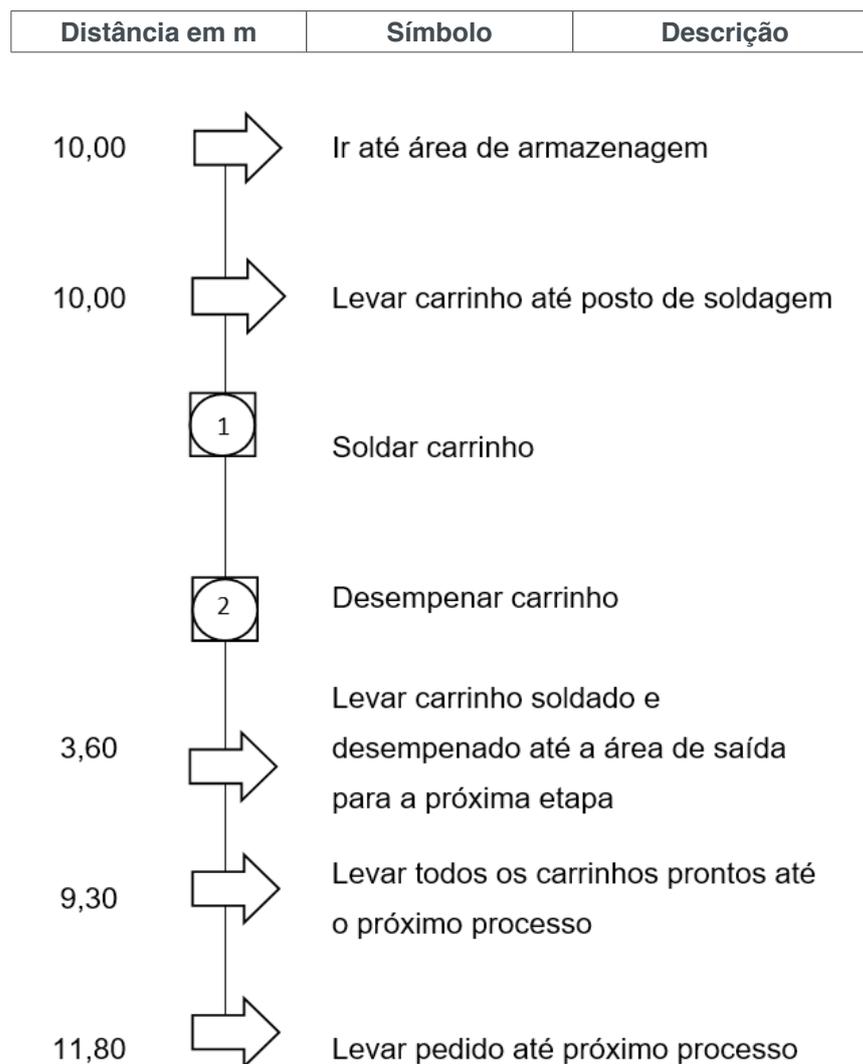
O foco principal da unidade pesquisada é na venda e manutenção de carrinhos e equipamentos de supermercados, porém, atua também no tratamento em banhos parados para peças de até 3 metros de comprimento e rotativos para peças pequenas. Entre os produtos oferecidos, incluem-se fabricação própria de carrinhos, rodas, rodízios e componentes, oferecendo desde a troca geral de peças bem como a zincagem do item (processo de galvanoplastia). Além disto, a empresa realiza toda a logística de coleta e entrega. Oferece também itens novos, porém apenas os equipamentos, tais como pranchas, carros de abastecimento, de açougue e armazém, são fabricados na empresa. Os carros de supermercados são apenas montados, uma vez que a empresa compra seus componentes prontos.

Os serviços prestados pela empresa estudada são: reforma geral, reforma parcial com peças novas, reforma parcial com peças usadas e terceirização do processo galvânico. Outro dado interessante para a análise do processo é a proporção dos tipos de itens que são reformados na empresa. Conforme dados da empresa, 79% deles são carros de cliente (carrinho convencional de uma cesta utilizado em todos os mercados).

### **4.1 Análise do Processo de Fabricação do Produto Mais Relevante**

O produto mais relevante consiste na Reforma Pacote de Carrinho Cliente. Para análise do processo de fabricação de tal produto, foi utilizado fluxograma vertical. O processo produtivo completo envolve 4 etapas: desmontagem, soldagem, zincagem e montagem. Seu início se dá através da emissão de uma ordem de serviço, todas as etapas são então realizadas, até o fim, que consiste no término da execução da ordem de serviço. Diante disso, o processo produtivo em questão foi dividido, focando apenas na etapa em que consiste o foco deste trabalho, a etapa de soldagem. Em virtude disso, o processo de soldagem, demonstrado na Figura 1, foi detalhado e estudado mais profundamente afim de identificar falhas e restrições dessa etapa do processo

produtivo.



### Resumo

Nº de Operações	○	2
Nº de esperas	D	0
Nº de armazenagens	▽	0
Nº de Inspeções	□	2
Nº de transportes	⇒	5
Total percorrido em metros		44,7

Figura 1: Gráfico do fluxo do processo de soldagem.

O gráfico do fluxo do processo de soldagem é do tipo homem, pois detalha as atividades do operador que realiza as atividades. Conforme pode ser observado na Figura 1, existem símbolos combinados de operação e inspeção, pois tais atividades são realizadas simultaneamente durante o processo.

A empresa possui quatro boxes de soldagem e conta com quatro soldadores. Inicialmente, o soldador se dirige até a área de armazenagem para levar os carrinhos alocando-os na área em frente aos boxes de soldagem, organizando-os em fileiras. Após todos os carrinhos de um determinado pedido estiverem enfileirados, o processo

de soldagem é iniciado.

O soldador então se desloca até as fileiras de carrinhos, pega um carrinho e o leva empurrando-o até o boxe de soldagem. O funcionário então inspeciona o carrinho para verificar a necessidade de solda e desempenho. Ele então realiza a solda e desempenos necessários e depois encaminha o carrinho para área de saída. A soldagem é do tipo a arco elétrico com eletrodo revestido, também conhecida como soldagem manual a arco elétrico (MMA), que consiste num processo manual de soldagem que é realizado com o calor de um arco elétrico mantido entre a extremidade de um eletrodo metálico revestido e a peça de trabalho. O desempenho é realizado de maneiras diversas, normalmente através de marretas e martelos menores e às vezes são utilizadas barras de ferro ou mesmo tocos de madeira. Existe também um suporte onde o carrinho é pendurado para auxiliar no posicionamento.

Após término de todos os carrinhos enfileirados, o lote é então encaminhado para área de armazenagem da próxima etapa, a desmontagem. Ao final, um dos soldadores leva o romaneio com o pedido de ordem de serviço para o operador da próxima etapa e começa o mesmo processo para um segundo lote.

Uma observação importante do processo que está sendo estudado é o fato de a etapa de soldagem apresentar uma variabilidade muito grande. As atividades de soldar e desempenar são realizadas alternadamente muitas vezes durante o processo não tendo um padrão definido de tempo e ordem, pois depende muito da situação em que o carrinho se encontra. Além disso, o tempo gasto nessas etapas também varia muito, pois carrinhos em condições melhores são mais rápidos de serem processados que aqueles que estão em piores condições e necessitam de muitas soldagens e desempenos.

## 4.2 Mapofluxograma

O mapofluxograma do processo de soldagem está expresso na Figura 2. Conforme pode ser observado, o processo é dividido em área de descarga, que consiste no local onde os carrinhos que vão entrar na linha de produção ficam armazenados, os boxes de soldagem, que são os postos onde são realizadas soldagem e desempenho dos carrinhos, área de saída, onde os carrinhos já soldados e desempenados ficam alocados e, ao final da soldagem de todo um pedido, os carrinhos são levados para área da próxima etapa, que consiste na desmontagem dos carrinhos.

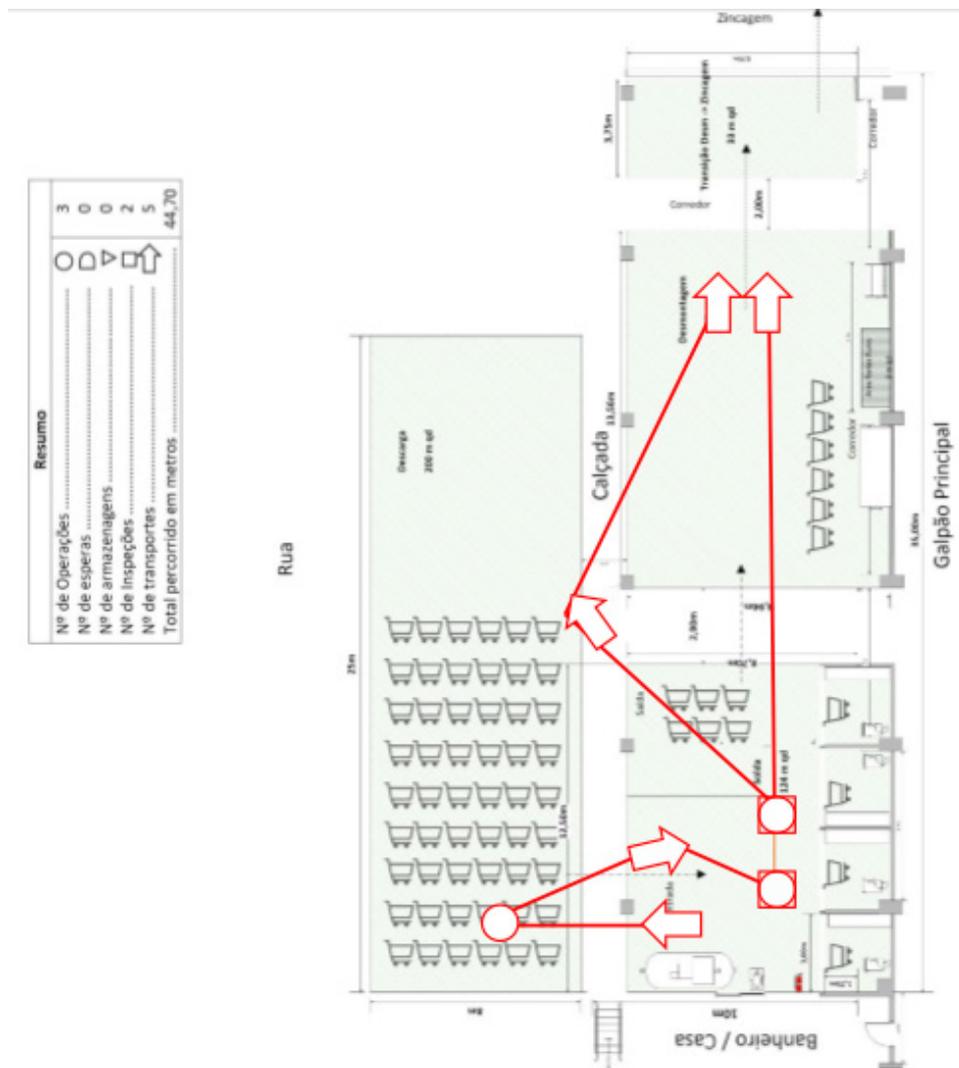


Figura 2: Mapofluxograma do processo de soldagem

#### 4.3 Diagrama de Frequência de Percurso

O Diagrama de Frequência de Percurso, demonstrado na Figura 3, representa o fluxo de materiais, pessoas e/ou equipamentos entre as áreas. Consiste no desenho das linhas que representam a intensidade do fluxo na planta baixa. O diagrama determina que as sessões que apresentam fluxo intenso, devem ficar próximas (BATISTA et al., 2006).

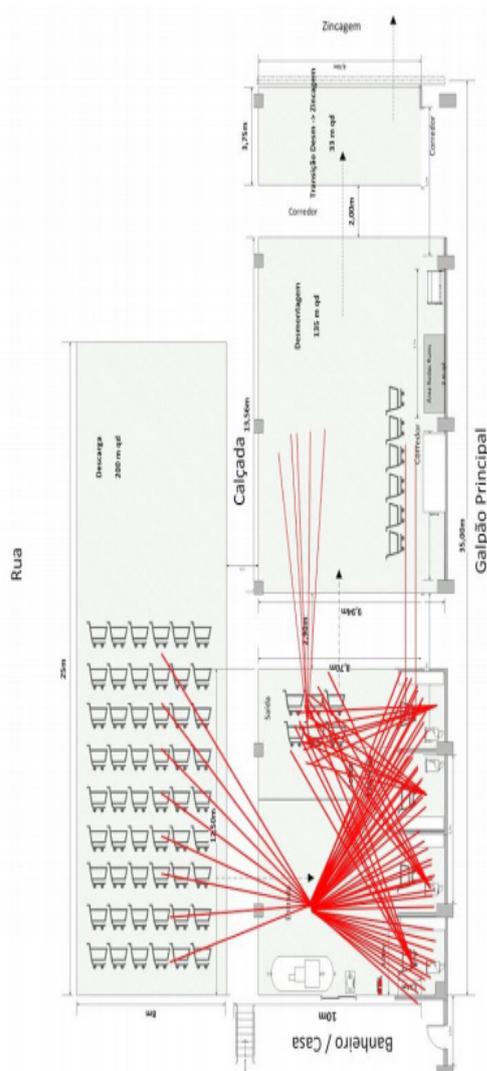


Figura 3: Diagrama de frequência de percurso

Os postos com maior frequência no processo de soldagem são os boxes de soldagem cuja movimentação até a área onde ficam os carrinhos enfileirados é constante durante todo processo. Apesar de esses postos ficarem próximos entre si, a forma como é organizado o processo de trabalho não é eficiente, fazendo o soldador ter que deixar o seu posto para ir e voltar com o carrinho.

#### 4.4 Posto Gargalo

O posto gargalo foi determinado com dois critérios: a comparação das medidas das capacidades individuais de cada trabalhador em cada atividade e análise das etapas que retém o maior número de estoque em processo. Desta forma, considerando somente o setor de soldagem, podemos afirmar que o posto gargalo é a etapa de desempenar e soldar o carrinho, porque esta etapa é a que demanda maior tempo do operador, não importando o quão rápido é realizado a etapa a montante.

Os produtos que passam na etapa gargalo são os carrinhos de supermercado e se diferenciam em algumas características, o tipo de “orelha”, tipo de roda, tipo de grade e o tipo em relação ao objetivo fim do produto, o seu formato pode mudar, como

por exemplo: carrinhos de duas cestas e os carrinhos de apenas uma. Apesar dessas variações, estes produtos pertencem a mesma classe ou família, e o seu processo produtivo não muda, ou seja, todos os produtos passam pelos mesmos processos em sequência, modificando apenas as situações em que não seja necessário o processo de soldagem ou desempenho, ou quando o carrinho é descartado por não ter mais como efetuar o conserto devido ao estado em que se encontra o carrinho.

O único produto rejeitado e retirado da linha de produção é o que não tem conserto e ele é identificado no início da linha, porém, durante os demais processos de produção, alguns produtos são identificados com defeitos, eles retornam até a etapa da soldagem para que o defeito seja corrigido não havendo, portanto, um desperdício quanto ao produto. Porém, a identificação desse problema nas etapas posteriores faz com que toda a linha até a esta etapa, tenha utilizado seus recursos em um produto com defeito, além de parar a etapa de soldagem para refazer o produto, parando a linha novamente.

O percentual de produtos rejeitados não é conhecido na empresa pela ausência de dados. Porém durante as medições, cada carrinho que voltava ao início da linha, parava um operador em média por 185 segundos, aproximadamente 37,5% do tempo médio de um produto neste setor. O posto foi parado algumas vezes por outras razões que merecem ser ressaltadas como: pausas para necessidades pessoais, distrações com outros trabalhadores de outros setores, pausa para buscar material de insumo e repor o material que acabou em seu posto, pausas para colocar e retirar o (equipamento de proteção individual) E.P.I., pausas para troca de ferramentas e alcançar os materiais de insumo, pausa para ajudar outro trabalhador que pelas variações dos produtos necessitam de duas pessoas para execução da tarefa. Podemos constatar que algumas dessas pausas condizem com a característica da programação de produção e já fazem parte do processo produtivo e não são consideradas como desperdício para a empresa, são elas: as pausas para o E.P.I., a ajuda a outros trabalhadores, pausas para refazer carrinho ainda com defeito, troca de ferramentas, troca de material de insumo e buscar o material de insumo, estas últimas consideradas pausas para preparação do trabalho.

O perfil dos funcionários no setor de soldagem é de baixo grau de escolaridade e alta especialização, idade variada e já tem alguma experiência no setor. Não ocorrem treinamentos com os funcionários, apenas algumas instruções de modificação das normas e procedimentos da empresa. Este setor possui 4 soldadores no total. A fábrica só funciona com 1 turno, ele é de 7:00 horas da manhã até 16:48 horas da tarde, composto por 1 hora de pausa para o almoço, de 12:00 horas até 13:00 horas. Os trabalhadores usam E.P.I.s e uniformes grossos com botas, e aventais, específicos para a atividade de soldagem.

As máquinas de solda, marretas para desempenho, EPIs e os ganchos são de uso individual dos trabalhadores e não variam com as mudanças do produto, as máquinas de solda são as máquinas utilizadas para solda de eletrodo revestido. A frequência

de quebra das máquinas é desconhecida na empresa, porém apontada como raro acontecimento pela perspectiva dos funcionários.

#### 4.5 Gráfico Homem – Máquina

As medições consistiram na cronometragem de um ciclo de trabalho, determinando os tempos de duração de cada atividade, tanto do homem quanto da máquina. O gráfico gerado pode ser observado na Figura 4.

A partir da análise do gráfico, foi possível constatar que a máquina de soldar passa grande parte do tempo ociosa. Conforme mencionado anteriormente, o operador realiza um grande número de pausas durante o processo, o que contribui significativamente para esse tempo grande de ociosidade da máquina. Atribuir apenas a atividade de soldar ao operador, fazendo com que o a maior parte do tempo gasto pelo operador fosse o mesmo ocupado pela máquina, ou seja, os dois operariam simultaneamente durante quase todo o processo de soldar, sendo somente os momentos de desempenho o tempo em que a máquina ficaria parada seria recomendável.

As atividades de transporte de carrinhos poderiam ser executadas por outro funcionário o que também reduz o tempo de ociosidade da máquina. Vale ressaltar que a atividade “soldar e desempenar carrinho” tem uma variabilidade e alternância grande, não sendo possível mensurar em separado. Dessa maneira, nem todo o período mensurado para essa atividade consiste, com rigor, no tempo de usabilidade da máquina, não sendo possível determinar um tempo exato para isso. Devido a isso, foi considerado que em conjunto essas duas atividades e será considerado o tempo de todo esse processo de soldar e desempenar como tempo de máquina.

Devido ao fato de a proposta de melhoria mencionada não ter sido ainda implantada pela empresa, não será possível construir o gráfico homem-máquina do processo melhorado para obter com exatidão o percentual de ganho neste processo.

HOMEM		MÁQUINA	
Soldador	Tempo em s	Máquina de soldar	Tempo em s
Ir até a área de armazenagem e pegar o carrinho	44	Parada	44
Levar o carrinho até área de soldagem	15,3	Parada	15,3
Solda e desempena carrinho	371,79	Solda carrinho	371,79
Levar carrinho soldado e desempenado até a área de saída para a próxima etapa	20,83	Parada	20,8

Levar todos os carrinhos prontos até o próximo processo	21		Parada	21	
Levar pedido até próximo processo	14		Parada	14	

RESUMO

	Soldador	Máquina de soldar
Tempo parado	0	115,1
Tempo de trabalho	486,92	371,79
Tempo de ciclo	486,92	486,92
Utilização e porcentagem	100%	76%

Figura 4: Gráfico homem-máquina do processo de soldagem

#### 4.6 Listas de Pontos Críticos

Os pontos críticos são aqueles que no futuro projeto do posto de trabalho assumem um peso maior do que os outros no entender do projetista. Esta lista de pontos críticos contém os problemas e as oportunidades de melhorias relacionadas ao posto de trabalho que merecem prioridade no desenvolvimento, seja porque são causas de outros problemas, ou porque impactam diretamente na segurança do trabalhador, ou porque reduzem a capacidade máxima do posto. Os pontos críticos a serem destacados são apresentados a seguir:

1. Os soldadores participam de toda etapa produtiva.
2. O processo é interrompido para realização de outras atividades, como buscar materiais de insumo, como realizar o processo de solda em outro material que não está na linha de produção, interrompendo a linha para atuar na produção de peças que não serão vendidas.
3. O processo também é interrompido quando é identificada, já em outro processo a frente da solda na linha de produção, uma falha de soldagem que faz com que o produto volte ao início da linha fazendo com que o processo de soldagem seja interrompido para atuar em um produto com defeito que foi passado adiante pela própria soldagem.
4. As paradas para realizar outra atividade do processo de soldagem, como selecionar os carrinhos, por exemplo, fazem que todo o processo de soldagem fique parado.
5. O layout atual faz com que os soldadores tenham que puxar os carrinhos para linha e depois levar os carrinhos até a próxima etapa da linha, o que poderia ser retirado se os produtos já entrassem diretamente na linha e fosse passado diretamente para a próxima etapa sem a necessidade de separá-los antes.
6. O layout ainda pode ser mudado em relação aos produtos na armazenagem ficarem expostos às condições climáticas.
7. Foi notado um problema de relacionamento entre um colaborador e a diretoria,

o que está prejudicando a performance deste soldador.

8. O processo é de difícil medição, pois há uma variação alta no processo de solda devido ao estado que o carrinho se encontra, por exemplo, uns produtos precisam de mais pontos de solda do que outros, fazendo com que o tempo médio de soldagem possa sofrer grandes variações conforme o estado do lote.

## 5 | DEFINIÇÃO DE UM PROJETO BÁSICO PARA O POSTO

Analisando os pontos críticos foram desenvolvidas algumas propostas que buscam resolver ou melhorar os problemas identificados, contribuindo para a produtiva e as condições de trabalho.

### 5.1 Alternativa de Implantação Imediata e Baixo-custo

Esta alternativa corresponde a soluções desenvolvidas a partir de toda a documentação anterior, onde se trata os pontos críticos com mudanças em métodos, ferramentas e materiais. As modificações propostas aqui foram em relação ao layout. Foi identificado que uma pequena mudança de layout poderia influenciar de forma significativa o tempo médio de produção de um carrinho no setor de solda.

A primeira alteração é na área de armazenagem, onde os carrinhos são dispostos após o recebimento, a alteração proposta é a eliminação da armazenagem de forma que ao descarregar o material no recebimento os carrinhos sejam dispostos direto no início da linha, sem a necessidade de os soldadores irem até a armazenagem e puxarem os carrinhos para a linha de produção.

A segunda alteração é na área de separação do carrinho, dispondo o mesmo direto na linha de produção novamente sem ter a necessidade de colocá-los em separação, eliminando assim a necessidade de levar os carrinhos até uma área para separá-los reduzindo o tempo em que o carrinho permanece no setor de soldagem.

A eliminação então será feita também nas atividades, visto que a mudança de layout eliminará os setores onde as atividades serão feitas. A consideração a ser feita é que a atividade de trazer o carrinho para fila não será mais de responsabilidade do soldador e sim do colaborador que estiver realizando o descarregamento do material no recebimento e a separação será feita ao mesmo tempo enquanto se transfere o carrinho para o próximo processo.

As atividades a serem excluídas então são a atividade 1, trazer o carrinho para fila e a atividade 3, separar o carrinho. Logo, com a eliminação dessas duas etapas, o tempo de produção do carrinho passaria de 486,93 segundos (cronometragem) para 422,11 segundos, subtraindo os tempos médios referentes às atividades 1 e 3 do tempo médio total. Isso quer dizer então que o tempo passou de 1 carrinho a cada 8 minutos e 7 segundos para 7 minutos e 2 segundos, uma redução de mais de 1 minuto por carrinho, 14 % na redução do tempo. O ganho na produção diária passa de 242,29 carrinhos por dia para 289,3 carrinhos diários contando com os 4 trabalhadores, 19,4%

a mais de carrinhos.

A Figura 5 apresenta o layout modificado, onde as setas vermelhas indicam a mudança realizada nas atividades em comparação ao layout original.

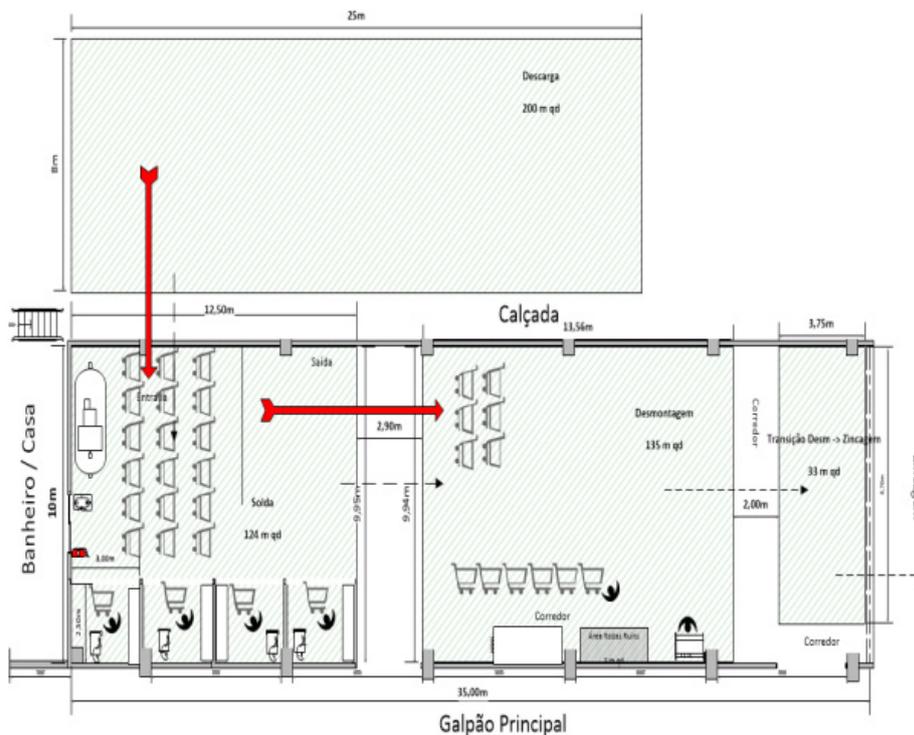


Figura 5: Esquema do layout da implementação do novo Layout

Dessa forma, como alternativa de melhoria factível de implementação, optou-se pela alternativa de mudança de layout e fragmentação das atividades, onde três dos quatro soldadores ficariam responsáveis apenas pela atividade de soldagem, tornando a atividade de transportar os carrinhos simultânea a atividade de soldar, pois seria realizada pelo quarto soldador, que estaria incumbido de fazer somente esta atividade. Essa atribuição seria revezada entre os quatro soldadores para que não haja privilégio de apenas um deles. Essa atribuição ao soldador isentaria a empresa de ter que contratar um novo funcionário para realização desta atividade, diminuindo o custo de implantação desta alternativa de melhoria.

A eficiência na aplicação da alternativa de layout também contribuirá que o soldador que estiver encarregado de auxiliar a solda consiga alimentar a linha de forma contínua. Com as modificações propostas, haverá migração do posto gargalo para etapa de levar e trazer carrinhos. A etapa de soldar/desempenar será realizada sem interrupções. Com isso, a etapa seguinte, de levar carrinhos para a área de desmontagem será o novo posto gargalo.

Os benefícios financeiros podem decorrer de um aumento da produtividade, e com a otimização do tempo será possível aumentar a capacidade produtiva do setor sem custo adicional. As condições de trabalho serão melhoradas levando-se em consideração que os trabalhadores realizarão rodízio nas atividades de soldar e levar/trazer carrinhos. O rodízio propiciará diminuição dos movimentos repetitivos

do trabalhador. Além disso, a melhor organização do local traz um ambiente mais agradável para os trabalhadores e diminui os riscos de acidentes.

A princípio, não haverá a necessidade de treinamentos, pois se trata de tarefas simples que os funcionários já estão acostumados a realizar. Não haverá também a necessidade de compra de materiais ou equipamentos, apenas rearranjo e organização do layout. Os custos de implantação serão desprezíveis, sendo necessária apenas a colaboração dos funcionários envolvidos para que a alternativa aqui proposta funcione. O processo da empresa como um todo será afetado de maneira significativa, pois uma melhoria do setor de solda, que é a primeira etapa do processo.

## 6 | CONCLUSÃO DO TRABALHO

Os resultados da pesquisa foram satisfatórios quanto aos objetivos da pesquisa expostos anteriormente e mostraram que há oportunidades para mais atuações e estudos na empresa quanto a melhorias de processos.

Numa comparação com o estado atual do posto de trabalho analisado com a proposta elaborada, o processo de solda sofreria algumas mudanças significativas que tornariam o processo mais orientado ao fluxo, contínuo e ritmado. Algumas dificuldades que podem ser enfrentadas devem ser destacadas aqui, como a resistência dos trabalhadores a mudanças.

Uma mudança apenas do layout, a priori significaria um ganho maior em relação à produtividade. O ponto a ser considerado no momento de escolha da aplicação da sugestão, não deve ser medido apenas no maior resultado obtido na produtividade, mas sim, levando em consideração as premissas expostas pelos diretores nas entrevistas realizadas, as deficiências do processo, a forma como essas mudanças impactariam nos custos operacionais atribuídos, os estoques em processos e o faturamento em geral, e também o ganho na melhora de qualidade e do lead time do produto.

## REFERÊNCIAS

BARNES, Ralph M. **Estudo de Movimentos e Tempos: Projeto e Medida do Trabalho**, tradução da sexta edição americana, quinta reimpressão 1991, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, Brasil.

BATISTA, G.R.; LIMA, M. C. C.; GONÇALVES, V. DE S. B. E SOUTO, M. DO S. M. L. **Análise do processo produtivo: um estudo comparativo dos recursos esquemáticos**. In XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção E de Operações: Manufatura E Serviços: Uma Abordagem Estratégica** . Editora Atlas SA, 2009.

FREIVALDS, Andris; CHO, Jay. **Modern Methods for Time Study**. IIE Annual Conference. Proceedings; Norcross, p. 3030-3034, 2014.

MEIRELLES et al. **Roteiro de projeto de postos de trabalho** – Universidade Federal do Rio

de Janeiro, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Industrial, Curso de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 27 p, 2006.

SOUTO, Maria do Socorro Márcia Lopes. **Engenharia de Métodos**. 2009. 118 p. Notas de Aula.

SOUTO, M. S. M. Lopes. **Apostila de Engenharia de métodos**. Curso de especialização em Engenharia de Produção – UFPB. João Pessoa. 2002.

TARDIN, M. G.; ELIAS, B. R.; RIBEIRO, P. F.; FORREGUETE, C. R. **Aplicação de conceitos de engenharia de métodos em uma panificadora. Um estudo de caso na panificadora Monza**. In XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013.

TOMPKINS J. A.; WHITE, J. A.; BOZER, Y. A.; TANCHOCO, J. M. A. **Planejamento de instalações**. Editora LTC: 4ª Ed, 2013.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas: 2011.

## AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS EM UMA EMPRESA DE SEMI JOIAS DE CURITIBA

**Leonardo Ferreira Barth**

FAE Centro Universitário, Curitiba-PR

**RESUMO:** O objetivo geral deste trabalho é realizar a avaliação da gestão dos processos produtivos em uma empresa de semi joias de Curitiba, a qual possui um novo kit de produtos que está com sua demanda crescente, porém a empresa corre o risco de não conseguir acompanhar essa demanda pois não possui nenhum tipo de controle de seus processos. Com relação a metodologia científica será utilizado o Estudo de Caso, a qual permite uma troca de experiências e conhecimento junto aos operadores de produção, com entrevistas não estruturadas e não dirigidas, afim de acompanhar a produtividade da empresa da maneira mais natural possível. Na coleta de dados se pretende realizar uma observação não-participante e com entrevistas não estruturadas e não dirigidas, afim de acompanhar a produtividade da empresa da maneira mais natural possível. Após a realização da coleta de dados, foi realizada a análise dos mesmos através do Diagrama de Causa e Efeito, tornando-se possível sugerir melhorias nos processos produtivos desta empresa. Foram realizadas sugestões como por exemplo: melhoria de layout na montagem das maletas, desenvolvimento de instruções

de trabalho e uma melhor preparação das pessoas que ocupam os cargos de supervisão e gerência de produção. Este trabalho pode trazer grandes melhorias para a empresa, trazendo um acompanhamento mais claro do sistema produtivo através dos apontamentos e também através da padronização da produção, tornando a empresa mais competitiva e pode ser utilizado também para a implementação de um sistema de melhoria contínua na mesma.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de Gestão de Processos Produtivos. Semi Joias. Processos Produtivos. Produtividade.

**ABSTRACT:** The general objective of this work is to perform the evaluation of the management of the production processes in a semi jewelry company of Curitiba, which has a new kit of products that is with its increasing demand, but the company runs the risk of not being able to follow this demand because it does not have any type of control of its processes. Regarding the scientific methodology, the Case Study will be used, which allows an exchange of experiences and knowledge with the production operators, with unstructured and non-directed interviews, in order to follow the productivity of the company in the most natural way possible. In the data collection it is intended to make a non-participant observation and unstructured and non-directed interviews, in order to follow the productivity of

the company in the most natural way possible. After the data collection, the analysis was performed through the Cause and Effect Diagram, making it possible to suggest improvements in the productive processes of this company. Suggestions were made, for example: improvement of layout in the assembly of the suitcases, development of work instructions and better preparation of the people who occupy the positions of supervision and production management. This work can bring great improvements to the company, bringing a clearer monitoring of the production system through the notes and also through the standardization of production, making the company more competitive and can also be used for the implementation of a continuous improvement system in the same .

**KEY-WORDS:** Production Process Management System; Semi jewels; Productive Processes; Productivity.

## 1 | INTRODUÇÃO

A empresa abordada neste estudo não possui nenhum tipo de gestão de processos produtivos, o que implica em diversas limitações na identificação das falhas, sejam elas por processos produtivos inadequados, falta de padronização, ou até mesmo por um rendimento abaixo da média por parte dos colaboradores em suas determinadas funções. Esta empresa possui mais de uma centena de funcionários, sendo que na produção, trabalham aproximadamente 60 pessoas, alocados num layout por processos. Na produção, são montados 4 tipos de kits de produtos, sendo eles de semi joias, cosméticos e lingerie.

Em virtude do cenário exposto o problema principal abordado neste estudo se refere a adequação do sistema produtivo a constante evolução da demanda, o que poderá acarretar a um não atendimento da mesma.

O objetivo principal deste projeto, é identificar e avaliar o cenário atual da demanda e do sistema produtivo da empresa e propor melhorias no processo produtivo para se adequar ao cenário de evolução constante da demanda, evitando problemas futuros de atendimento da mesma.

Os objetivos específicos são:

- a. Realizar levantamento bibliográfico a respeito de temas relacionados a: demanda; sistemas produtivos e métodos de análise e solução de problemas;
- b. Realizar Diagnóstico do sistema produtivo, utilizando uma ferramenta MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) para identificar o problema, determinar suas causas principais e poder definir um plano de ação;
- c. Analisar os dados levantados e efetuar propostas de melhorias no sistema produtivo da empresa.

A empresa em questão é uma empresa familiar, com mais de 30 anos de história no ramo, e vêm tentando melhorar os seus kits para torna-los mais atraentes ao público

alvo, que são pessoas de baixa e média renda mensal. Para isso, foi desenvolvido um novo modelo de kit de semi joias, além das bolsas, que até então era o “carro chefe” da empresa. Nas bolsas, as peças eram apenas separadas por tipos, como por exemplo gargantilhas num pacotinho, anéis em outro, brincos, etc., tudo colocado de qualquer forma dentro desta bolsa, o que não ficava bonito e acabava por danificar algumas peças. Desta forma foi desenvolvido o kit em forma de maleta com lâminas, onde as peças são montadas nestas lâminas, de maneira organizada, e deixando o kit visualmente muito melhor.

Porém, o tempo de montagem dos kits teve um grande aumento, uma vez que na bolsinha o kit é apenas colocado em pacotinhos e dentro da bolsa, e nas maletas as peças são montadas nas lâminas para depois serem colocadas na maleta. Em função desse tempo a mais na montagem, a empresa observou a necessidade da contratação de mais mão de obra para suprir a montagem das maletas, sendo que a montagem das bolsinhas apenas reduziu, porém irá continuar na linha, além também da crescente demanda com o cadastramento constante de novas vendedoras.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com Schubert & Malanovicz (2009), para que se possa alcançar os benefícios ocasionados no serviço final, através de uma boa gestão de processos internos, cada vez mais se torna importante entender os processos internos de uma organização, ou seja, os fluxos de suas tarefas, a identificação das pessoas envolvidas, a organização de como e quando executar as atividades. A determinação dos padrões, para cada atividade acabam, representando uma necessidade ainda maior na procura da melhoria contínua dos processos. A padronização e automatização dos processos internos, afim de economizar tempo e recursos e ainda ganhar em qualidade, acabam por encaminhar o acompanhamento e o gerenciamento destes processos, de maneira a buscar constantemente as adequações necessárias para o alcance da melhoria e do aperfeiçoamento contínuos.

### 2.1 Sistemas produtivos

De acordo com Paim et al (2009), não basta apenas os sistemas produtivos existirem dentro de uma organização, mas também deve ser realizado um acompanhamento destes sistemas. Para se efetuar um bom gerenciamento do sistema produtivo, deve-se buscar conhecer a respeito dos seguintes tópicos: Instruções de Trabalho, Cronoanálise, Documentos de Controle de Produção e Layout.

#### 2.1.1 Instruções de Trabalho

De acordo com Slack et al (2008), a instrução de trabalho é a denominação

que foi dada a um formulário que é amplamente utilizado para a padronização e documentação de tarefas, em geral, técnicas, específicas e operacionais. Através da instrução de trabalho é realizada uma descrição ou até mesmo a ilustração de como deve-se desenvolver determinada tarefa dentro de um processo. Cada setor deve dispor de uma série de instruções de trabalho que tenha por objetivo alcançar todos os procedimentos realizados na organização.

De acordo com Corrêa (2005), uma grande vantagem em se descrever instruções de trabalho é manter e unificar o conhecimento sobre os processos, aumentando assim o seu nível de segurança e facilitando o mapeamento e as análises das tarefas por pessoas e colaboradores que desconhecem o processo. Desta forma se evita a demissão de um funcionário que detém todo o conhecimento sobre determinado processo, descentralizando essas informações com o restante da equipe e facilitando a substituição em casos de demissões, doenças, atestados ou qualquer outro motivo relacionado a assiduidade de um funcionário.

### *2.1.2 Cronoanálise*

Para Barnes (1977), a cronoanálise é uma ferramenta avançada de qualidade, porém ela é extremamente dependente dos processos produtivos. Ela permite um conhecimento detalhado das atividades, e acaba evidenciando os pontos passíveis de melhoria. Um dos pontos positivos da cronoanálise, é a questão do treinamento, que permite ao analista industrial aplicar o método com precisão, já produzindo resultados imediatos.

### *2.1.3 Documentos de Controle de Produção*

Os documentos de controle de produção são essenciais para que se dê uma continuidade aos trabalhos de um sistema de gestão de processos produtivos. É através destes documentos que se torna possível observar e acompanhar o rendimento da produção, e se a mesma necessita de treinamentos, insumos ou até mesmo alguma alteração nos processos produtivos envolvidos em determinada situação. (BATALHA et al, 2008)

De acordo com Corrêa (2005), para que estas documentações sejam preenchidas corretamente pelos operadores, é importante que estes recebam um treinamento adequado com relação ao documento no momento de sua implantação, ou no momento da contratação de um novo funcionário, para que quando este documento chegar até o responsável por realizar a digitação ou compilação dos dados, a folha esteja preenchida da melhor maneira possível.

### 2.1.4 Layout

Conforme comenta Paranhos Filho (2012), *layout* é uma forma de administrar operações em que o objetivo é desenvolver a interface homem-máquina, afim de ampliar a eficiência do sistema produtivo. Um fluxo bem desenvolvido permite um ágil atravessamento do produto através do sistema de produção. Em consequência disso, perde-se menos tempo em cada recurso e acontece a rápida transformação da matéria-prima no produto final, reduzindo o *lead time* da produção.

Ainda de acordo com Paranhos Filho (2012), existem 4 tipos principais de *layout*, que são o *layout* por Processo ou Funcional, o *layout* em Linha, o *layout* Celular e o *layout* por Posição Fixa.

## 2.2 Demanda

Para Gaither (2001), a demanda de algum bem é o desejo de compradores de adquirir uma quantidade deste bem em um determinado período de tempo. A demanda possui um impacto significativo em uma cadeia de suprimento e não é uma variável que está sob o controle do fornecedor. Ela é diretamente influenciada por fatores como preços praticados na concorrência, publicidade, necessidades momentâneas dos clientes, etc.

De acordo com Moreira (2004), a gestão de uma demanda está ligada com a habilidade de previsão da mesma, através da comunicação com o mercado, identificando o poder de influência sobre a demanda, habilidade do cumprimento dos prazos e priorização e alocação dos recursos disponíveis.

De acordo com Gaither (2001), existem dois tipos de demanda, que são a Demanda Empurrada, que é quando a produção a produção tem seu início antes da concorrência da demanda por um determinado produto, e a Demanda Puxada, que é quando a produção de determinado produto depende da solicitação do cliente para que seja iniciada, e gerando um nível mínimo de estoque, uma vez que o que determina a quantidade produzida é o consumo do cliente.

### 2.2.1 Previsão de Demanda

O primeiro passo para que se realize um bom planejamento, é justamente a definição de qual a melhor forma de prever a demanda a ser instalada, requerendo um profundo estudo. Seguido dos resultados que necessitam ser positivos, alcançados através de informações e dados corretos, da coerência desses dados, das estimativas, para que sejam realizadas suposições de um futuro. (FARIAS; SILVA; LEONARDI, 2009)

Conforme Fernandes e Anzanello (2010), os principais métodos para a realização da previsão da demanda são a Regressão Linear e Análise de Correlações, o método das Médias Móveis, o método da Suavização Exponencial Simples e o Método da

Suavização Exponencial com Ajuste de Tendência.

Para que seja escolhido o melhor método de previsão de demanda, depende-se principalmente do tipo de bem ou produto em que a empresa trabalha. Não só bastam os cálculos baseados em equações, mas também a análise dos fatores históricos e a realização de um estudo mais aprofundado a respeito do mercado consumidor são necessários para se obter uma maior precisão na previsão de demandas. (GAITHER, 2001)

### 2.3 MASP – Método de Análise E Solução de Problemas

De acordo com Campos (1999), a ferramenta MASP, é uma ferramenta que se trata de um processo de melhoria, que apresenta algumas etapas que devem ser seguidas, onde cada uma destas etapas auxilia para a identificação e diagnósticos de problemas e para o desenvolvimento de ações corretivas e preventivas, afim de eliminá-los ou minimizá-los.

Para Garvin (2002), a sequência do MASP se resume em identificar o problema, observar as características do problema, analisar e determinar suas causas principais, desenvolver um plano afim de eliminar estas causas, agir na eliminação das causas, confirmar a eficácia deste plano, eliminar de maneira definitiva as causas, e recapturar as atividades desenvolvidas e realizar um planejamento para o futuro.

Como as principais e mais utilizadas ferramentas, podemos citar o Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Pareto, as Folhas de Verificação, Histograma, Diagrama de Dispersão e Análise de Regressão, 5 Porquês, Fluxograma, Gráfico de Tendência, Gráfico de *Gantt*, 5W2H entre muitas outras. (ORIBES, 2012)

## 3 | METODOLOGIA DE PESQUISA

Para que este trabalho seja realizado da melhor forma possível, primeiramente será realizado um estudo sobre o tema, através de uma pesquisa bibliográfica dos principais autores que falam sobre sistemas produtivos e seus tópicos, como formas de controle, demanda, layout, etc., para que seja possível entender mais sobre o assunto.

Após o levantamento bibliográfico do tema, será realizado o MASP, através de uma pesquisa-ação, de forma que o pesquisador também possa absorver o máximo de conhecimento possível sobre os processos produtivos existentes, para em seguida aplicar a ferramenta Diagrama de Causa e Efeito, para que sejam identificados os problemas possíveis que trazem riscos ao atendimento futuro da crescente demanda.

Essa ferramenta foi escolhida em função de suas características, pois através desta é possível auxiliar qualitativamente os processos envolvidos, de uma maneira em que se consiga visualizar da melhor forma possível qual o efeito indesejado que está ou poderá ocorrer e quais suas possíveis causas. É possível também através desta ferramenta estruturar visualmente possíveis estratificações para que sejam aplicadas

nas tratativas. Sua metodologia é aplicada para estabelecer parâmetros de controle baseados em estratos concretos permitindo assim uma maior facilidade na detecção das causas dos problemas abordados. As informações que deverão conter no gráfico serão extraídas através de entrevistas não estruturadas e também da observação individual não estruturada e não participante, para que não exista nenhum tipo de interferência nos processos produtivos existentes.

Por fim, será realizada uma análise dos dados e informações levantados, e através desta análise serão desenvolvidas propostas de melhorias e sugestões, afim de evitar que ocorram problemas futuros relacionados ao atendimento da demanda.

### **3.1 Levantamento de dados**

O levantamento de dados foi efetuado através de: Entrevista não estruturada e observação indireta com foco na linha de produção das maletas, em virtude de ser um processo novo na empresa e por ser o processo que demanda maior mão de obra e tempo de montagem, além de ser um modelo de kit em crescente demanda.

#### *3.1.1 Entrevistas*

Para as entrevistas, das seis operadoras da montagem das maletas, foram escolhidas aleatoriamente quatro delas para responderem a perguntas diversas sobre os processos de montagem e também sobre o dia a dia de trabalho, como condições de trabalho, organização, material de consumo, etc. As entrevistas foram realizadas em horários diferenciados, alternando entre períodos da manhã e da tarde, e em dias diferentes.

#### *3.1.2 Observação*

Pode-se observar a falta de padronização das bancadas de produção. As operadoras trabalham sem seguir qualquer tipo de instrução de trabalho, com o material desorganizado na bancada, misturando os tipos de brincos, pulseiras, gargantilhas, o que em alguns momentos causa certa demora na montagem. Em compensação outras trabalham bem organizadas, e inclusive pedem recipientes e organizadores para facilitar o trabalho.

Nota-se que vários momentos a falta de preparo da supervisora de produção, que abordada pela gerência, as vezes esquiva-se das respostas, em alguns momentos omitindo alguma situação, para que ela mesmo resolva antes que se torne mais grave. A supervisora por várias vezes se excede no seu tom de voz, quando faz contato com as operadoras diretamente de sua mesa, sendo que a mesma poderia se deslocar até o setor da operadora para conversar, pois o barracão é relativamente pequeno. A supervisora também apresenta falta de preparo em momentos de cobrança, repassando toda a cobrança recebida por ela diretamente, as operadoras de forma intimidadora.

As operadoras mais antigas apresentam um bom desempenho, porém algumas delas têm dificuldade em multiplicar o seu conhecimento com as novas operadoras. Não existindo nenhum tipo de treinamento com as novas operadoras, a quais aprendem com as operadoras mais antigas e assumem o posto para o qual foram contratadas.

Ao menos três dias da semana alguma operadora falta ao trabalho, o que demonstra alto índice de absenteísmo no setor produtivo.

A gerência de produção até se faz presente no barracão, porém enquanto a demanda está sendo atendida, não dá muita atenção a produção em si. Diversas vezes são levadas sugestões a gerência, que acaba ficando esquecida. A gerência não realiza reuniões de produção com as operadoras, a não ser que seja para tratar algum ponto muito específico.

Quando a produção é iniciada, não ocorre nenhum tipo de registro por parte das operadoras, ou seja, não existem apontamentos de produção. Também não existem instruções de trabalho, metas de produção e de nem produtividade da mão de obra.

### *3.1.3 Fluxo de Informações e Materiais*

O fluxo tem início quando é cadastrada uma nova vendedora. Isso ocorre quando a equipe de angariadores, que é uma equipe específica para buscar novas vendedoras faz o trabalho de campo, porta a porta, realizando novos cadastros de pessoas interessadas em revender os produtos da empresa, sendo essas pessoas quase que em sua totalidade mulheres, pelo tipo de produto oferecido. Ou também pode ocorrer o cadastro espontâneo de uma nova vendedora através do site da empresa.

Após a realização e aprovação destes cadastros pela empresa, eles são lançados no sistema, gerando novos pedidos de maletas, um para cada cadastro.

A empresa possui um sistema proprietário com as funções de um sistema MRP, em que é possível realizar os cadastros de novas vendedoras, emitir as ordens de produção, emitir relatórios, entre outras diversas funções administrativas.

Após os pedidos das maletas serem lançados no sistema, a supervisora de produção imprime a ordem de produção com todas as maletas do dia seguinte, por se tratar de uma produção puxada, as maletas são sempre montadas no dia anterior a sua entrega.

A reposição do estoque é realizada pela supervisora, conforme ela percebe que as gôndolas estão mais vazias, ou quando as operadoras avisam ela de que estão precisando de determinado produto. As peças que chegam para estoque, são abastecidas diretamente nas gôndolas, que se encontram dentro da produção identificadas por tipo (anel, pulseira, brincos, etc.) e também pelo tipo de banho (ouro ou prata).

As operadoras então separam uma quantidade grande de peças em suas bancadas, de maneira aleatória e sem seguir qualquer forma de instrução de trabalho, para em seguida iniciarem a montagem dos kits. Cada kit de maleta é composto uma

quatro folhas, que são as seguintes: Folha de Conjuntos (Brinco fixo + Pulseira ou Gargantilha), Folha de Brincos Grandes, Folha de Brinco Fixo e a Folha de Correntes (Pulseiras e Gargantilhas). As folhas são uma espécie de cartela preparadas com uma furação padrão para receberem as peças já em suas quantidades respectivas. Essas folhas são montadas frente e verso e cada uma em uma bancada específica. Uma das folhas, que é mais trabalhosa por conter itens menores e por isso em maior quantidade, são montadas cada lado por uma operadora. Após as folhas serem montadas, são colocadas sobre uma gôndola específica, para serem recolhidas pela operadora responsável pela montagem final da maleta, em que ela recolhe uma folha de cada tipo, introduz na maleta, fecha e realiza a limpeza da mesma.

Após a montagem finalizada das maletas, estas são encaminhadas para o setor Box de Saída, onde é realizada a leitura de todos os itens que compõe a maleta, e feita a emissão da etiqueta e a maleta é identificada já com o nome da vendedora qual ela será entregue.

Quando é realizada a leitura dos itens da maleta no box de saída, todas as informações da maleta são lançadas no cadastro da vendedora, como quantidade de peças que estará com ela, valor de cada peça e valor total da maleta que estará em posse da vendedora durante todo o mês.

Após serem identificadas, as maletas são encaminhadas para o local onde ficam os kits dos promotores, em que estes são responsáveis em entregar todos os kits de sua respectiva região.

No primeiro kit, no caso de vendedoras novas, o promotor apenas entrega os kits solicitados pela vendedora, kits estes que permanecerão um mês sob posse da mesma. Após o primeiro mês, o promotor recolhe o kit que está em posse da vendedora, realiza conferência do mesmo juntamente com ela, verifica todas as peças que foram vendidas e recolhe o kit com o restante que não foi vendido, realizando o acerto dos valores pertinentes. Estando tudo correto após o acerto, o promotor então entrega um novo kit completo para a vendedora. Esse ciclo se repete mês a mês.

Quando as maletas retornam incompletas para a produção, primeiramente elas passam por uma triagem para a verificação de peças com defeito ou danificadas. Após essa triagem, elas retornam para a produção para serem completadas e colocadas novamente a disposição de novas vendedoras, finalizando uma volta em seu ciclo.

#### *3.1.4 Layout*

O layout segue o fluxo do material em seu ciclo de produção, sendo transportado em um trajeto circular pelo galpão de produção. O material chega pelo Box de Entrada, segue para a devolução e triagem, e então para as montagens respectivas. Após a montagem o material segue para o box de saída, depois segue para expedição para daí ser alocado no local onde ficam as gaiolas dos promotores. As gaiolas são grandes carrinhos fechados com tela, uma para cada promotor, com dois andares cada uma,

o inferior para o material que retorna e o superior para o material que será entregue. Desta forma, quando o promotor chega, as quantidades de kits são conferidas e colocadas na parte inferior da gaiola, após a devolução o material da parte superior da gaiola e carregado e conferido para que seja registrada saída do mesmo.

### 3.2 Análise dos dados

A análise dos dados coletados através das entrevistas e da observação foi realizada pelo MASP, através da ferramenta Diagrama de Causa e Efeito, por ser a ferramenta mais adequada aos processos em questão neste momento, conforme pode-se observar na figura 1 a seguir:

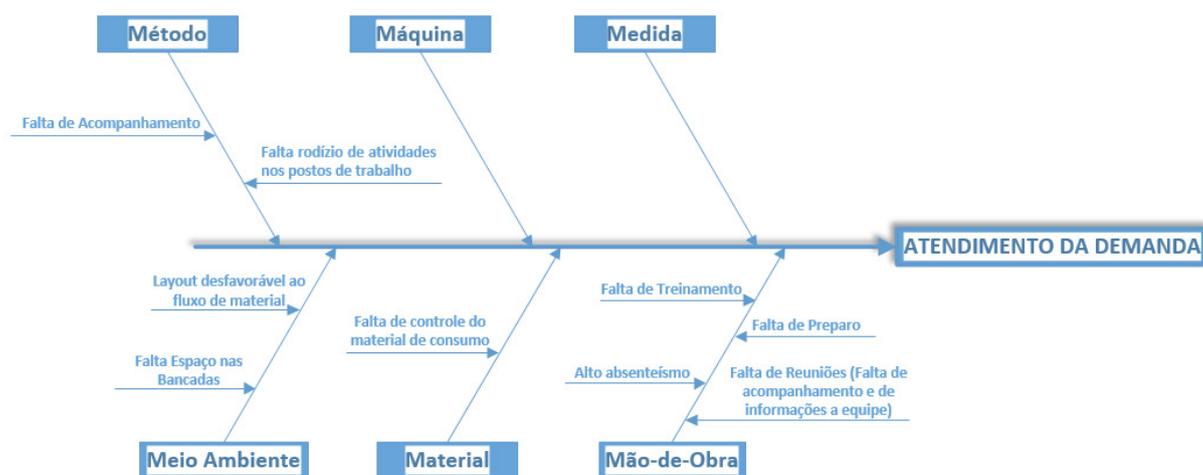


Figura 1 - Diagrama de Causa e Efeito - 2017

FONTE: O Autor (2017)

#### 3.2.1 Método

Na produção, pode-se perceber através das entrevistas que não existe uma rotatividade das operadoras dentro dos processos de montagem das folhas das maletas, o que torna o serviço monótono e repetitivo. Desta forma, poderia ser desenvolvida uma escala de postos de trabalho nas bancadas, onde as operadoras passassem por um rodízio, onde todas saberiam montar todas as etapas da maleta, podendo cobrir faltas facilmente e quebrando a rotina constante de montagem.

A gerência parece ser satisfeita com o rendimento da equipe, que atualmente cumpre com sua demanda, porém quando ocorrem atrasos a gerência cobra a supervisão do porquê que está atrasando. Mas quando são sugeridas melhorias, não dão muita importância. Isso pode ocorrer inclusive por uma falta de preparo por parte da gerência e por serem parentes próximos ao dono da empresa, o que teoricamente assegura seus empregos e traz uma certa comodidade.

A gerência da produção fica mais focada na equipe de vendas do que em sua própria equipe de produção, o que causa uma certa falta de acompanhamento

da produção e faz com que as operadoras não se preocupem em melhorar o seu rendimento.

Outro detalhe importante que foi citado em uma das entrevistas, é que não são realizadas reuniões com as equipes de produção, o que acaba afastando a produção de sua gerência, não existindo um *feedback* tanto por parte das operadoras como por parte da gerência e supervisão. As reuniões ocorrem apenas em situações específicas, como comunicar a compensação de um feriado, ou algo do tipo.

### 3.2.2 Meio Ambiente

Através da observação do dia a dia da produção, foi possível perceber algumas falhas de layout, dificultando o fluxo de material e o fluxo das folhas montadas até a bancada de montagem final das maletas.

Pode-se perceber também que algumas bancadas são pequenas para o tipo de serviço realizado, e que as operadoras as vezes solicitam materiais que demoram a serem adquiridos, mesmo sendo de baixo custo, ou que acabam nem mesmo sendo adquiridos.

### 3.2.3 Material

Existem também um controle ilusório do material de consumo por parte da supervisora de produção, que em função de não existir uma pessoa específica para realizar os pedidos de material de consumo, existe a falta do controle do material do consumo, sendo que as vezes ocorre o excesso de material de consumo nas bancadas e outrora ocorre a falta do mesmo.

### 3.2.4 Mão de Obra

Em função da falta de rotatividade da equipe nos processos produtivos, nota-se uma certa falta de flexibilidade das operadoras quando ocorre qualquer mudança ou manejo de pessoal para cobrir faltas.

Nota-se também a falta de treinamento quando uma operadora nova inicia na empresa, quando ela é simplesmente apresentada ao restante da equipe e a própria equipe ensina ela a maneira como deve ser realizado o trabalho, e a partir daí a nova operadora passa a fazer o trabalho daquela forma.

Com relação ao absenteísmo, pode-se perceber que algumas operadoras não estão satisfeitas com a empresa e possuem um descontentamento com a supervisão. O incentivo, um melhor ambiente de trabalho e melhores condições poderiam melhorar o índice de assiduidade da produção, e também, conversar com as operadoras com assiduidade mais baixa e verificar se elas estão passando por algum momento mais complicado, deixar elas mais à vontade.

Conforme pode-se observar nas quatro entrevistas, é claro um problema na supervisão da produção. De acordo com as operadoras entrevistadas, a supervisora responsável não possui um perfil adequado para a função, faltando com ética e com profissionalismo diante da sua equipe, e causando por diversas vezes um desconforto entre as operadoras e um ambiente de trabalho mais carregado.

Nota-se também uma falta de preparo por parte da supervisora, que de acordo com uma das entrevistadas com mais tempo de empresa, ela começou como operadora e ao longo dos anos foi subindo até chegar ao cargo de supervisão, porém sem nenhum treinamento e nenhum preparo, o que faz com que ela não saiba como lidar com sua equipe em situações mais complexas.

### 3.3 Sugestão de melhorias

De acordo com o Diagrama de Causa e Efeito construído anteriormente, podemos verificar diversos pontos onde existe ou a necessidade ou a possibilidade de melhoria. Sendo assim, esses pontos serão abordados um a um a seguir.

Existem alguns pontos em comum para mais de um item analisado no diagrama. Um deles é com relação a supervisão da produção. Com uma melhora na supervisão, seja com treinamentos e um melhor preparo da supervisora atual, ou até mesmo com a substituição da supervisora, a possibilidade de melhoria da assiduidade seria maior, uma vez que uma supervisão mais preparada para lidar com sua equipe traria um melhor ambiente de trabalho para a produção. Essa mesma supervisão poderia elaborar um cronograma de rotatividade das operadoras dentro dos processos produtivos das maletas, ou até mesmo uma maior rotatividade, passando por outros setores da produção, afim de ampliar a flexibilidade da equipe para suprir com maior eficiência faltas futuras.

No layout, segue uma sugestão de uma mudança simples, focada no setor das maletas, para facilitar num primeiro momento o fluxo das folhas montadas no setor de maletas. Podemos comparar o layout da montagem das maletas atual, conforme figura 2, com o layout sugerido na figura 3, verificando uma grande diferença no fluxo de material da montagem com uma mudança simples do layout.

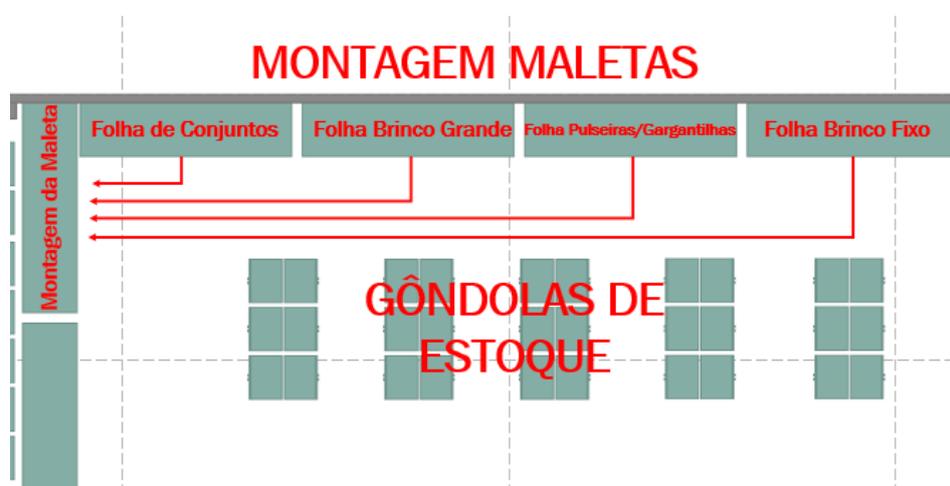


Figura 2 - Layout Atual Maletas

FONTE: O Autor (2017)

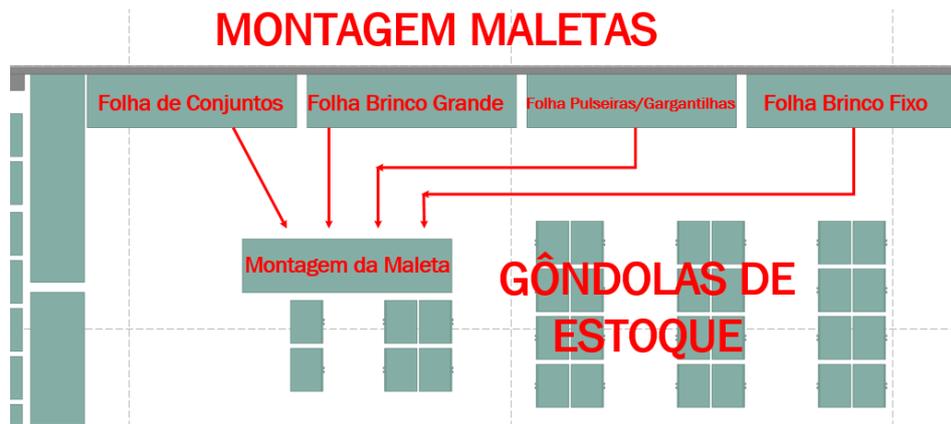


Figura 3 – Layout Sugerido Maletas

FONTE: O Autor (2017)

A aproximação da gerência também é um ponto essencial para o bom andamento da produção, fazendo com que as operadoras se sintam mais à vontade na presença do gerente. A realização de reuniões semanais ajudaria nessa aproximação, apresentando *feedbacks* e projetando a semana produtiva juntamente das equipes. A gerência deve sair da sua zona de conforto, estar mais presente da produção para que assim possa enxergar melhor os pontos a serem melhorados.

Outro ponto importante a ser abordado é a elaboração de apontamentos de produção, para que seja possível mensurar as quantidades produzidas e também para que seja possível elaborar futuramente um acompanhamento mais próximo da produção, de forma que a supervisão e a gerência possuam dados e informações para poder repassar as equipes em reuniões de produção. Sendo assim, foi elaborado uma tabela de apontamento de produção para a montagem de maletas, sendo que é possível replicar a mesma para os demais setores produtivos da empresa.

Fornecer melhores treinamentos e um melhor preparo para as operadoras também amplia o rendimento e faz com que as operadoras se sintam mais à vontade no seu dia a dia de trabalho, novidades sempre quebram um pouco a rotina e tornam o ambiente de trabalho melhor. Foi desenvolvido um modelo de registro de treinamentos.

O desenvolvimento de Instruções de Trabalho facilitaria bastante o treinamento de novas operadoras, sendo que estas instruções devem estar em um local de fácil acesso a todas operadoras para quaisquer dúvidas que venham a surgir durante a sua rotina. Foi elaborado um modelo de instrução de trabalho para a montagem das maletas, modelo este que pode ser replicado para qualquer outro processo da empresa.

Seria interessante também definir uma pessoa específica para realizar os pedidos de material de consumo, ou uma pessoa por equipe se for o caso, para que se possa ter um melhor controle dos materiais utilizados na produção. Centralizar esses

pedidos e enviar de uma só vez para a pessoa responsável pela compra e distribuição dos mesmos. Foi elaborado um modelo de requisição de material de consumo, para que seja feito o controle do mesmo.

Com relação a falta de espaço nas bancadas, o simples fato de incentivar a organização das bancadas por parte das operadoras já poderia ajudar muito nesse ponto, oferecendo talvez novos recipientes de armazenamento de material, ajudar as operadoras a tornar as bancadas mais funcionais para elas.

#### **4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Através deste estudo foi possível realizar uma grande pesquisa bibliográfica do tema, com diversos dos principais autores que escrevem sobre sistemas produtivos, adquirindo assim um grande conhecimento para que o trabalho pudesse se desenvolver de maneira harmoniosa e coerente.

Foi escolhida uma empresa do ramo de consignado de semi joias, empresa essa familiar, e que em função disto não possui um sistema produtivo bem desenvolvido, permitindo assim um estudo focado em uma nova linha de produção da mesma, que vêm se tornando cada vez mais crescente e prestes a se tornar o novo carro chefe da empresa. Por se tratar de um kit novo e com demanda crescente, logo o atendimento desta demanda se tornaria um problema para esta empresa, e partiu deste ponto o interesse em estudar, analisar e sugerir melhorias para esta nova linha.

Foi realizado um levantamento de dados, através de entrevistas não estruturadas e de muita observação, onde foram levantados vários pontos críticos da produção, como uma falta de preparo por parte da supervisão e da gerência, a falta de treinamentos das novas operadoras e a ausência de instruções de trabalho e outros documentos pertinentes a produção, como aprontamentos de produção e de produtividade.

Foi descrito um fluxograma de materiais e informações e desenhado um layout para entender bem como funciona o sistema produtivo desta empresa, e para que fosse possível identificar outros pontos críticos que não evolvessem a mão de obra, como um possível fluxo de materiais ou um fluxo de informação incorretos.

Após realizada toda a coleta e análise de todos esses dados, foi possível verificar vários pontos de melhorias no sistema produtivo desta empresa, e em muitos deles relativamente de simples resolução. Logo foram feitas diversas sugestões para atender a esses pontos encontrados, como um melhor preparo da supervisão e gerência de produção, o desenvolvimento de treinamentos para novas operadoras bem como o desenvolvimento das instruções de trabalho para que fiquem disponíveis para consulta na produção. Foi sugerida também uma mudança simples no layout da linha de montagem das maletas, melhorando consideravelmente o fluxo de materiais da linha.

Sendo assim, a implantação das melhorias sugeridas neste estudo são de grande importância para esta empresa, pois poderia resultar em um melhor ambiente

de trabalho, um melhor fluxo de materiais, um melhor acompanhamento do sistema produtivo, um melhor preparo das operadoras e também permitirá que possa ser implantado um sistema de melhoria contínua, para que se possa avaliar os resultados obtidos nessas mudanças e efetuar possíveis correções e para que se possa também identificar novas melhorias no sistema produtivo, trazendo para a empresa cada vez mais melhores resultados produtivos e conseqüentemente ampliando o crescimento da empresa em um todo.

## REFERÊNCIAS

BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medida do Trabalho**. 6ª ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1977, 9ª Reimpressão, 2004.

BATALHA, Mário Otávio. **Introdução a Engenharia de produção**. 11ª Tiragem. Rio de Janeiro: Elsevier / CAMPUS, 2008.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da Qualidade Total (No estilo japonês)**. Belo Horizonte: DG Editors, 1999.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e de Operações. Manufatura e Serviços: Uma Abordagem Estratégica**. São Paulo: Atlas S.A., 2005.

FARIAS, Marcelo Macedo de; SILVA, Anderson Cleber do Nascimento; LEONARDI, Fabrizio. Análise da Implantação dos Conceitos de Produção Enxuta no Ambiente de Produção Sob Encomenda. In: SIMPEP: Simpósio de Engenharia de Produção, 16., 2009, Bauru. **Anais Eletrônicos...** Bauru: Unesp, 2009. Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais\\_simpep.php?e=4](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=4)> Acesso em: 22/10/2016

FERNANDES, Fabricio; ANZANELLO, Michel. Integração dos Métodos Quantitativos e Qualitativos para Previsão de Demanda no Setor de Autopeças. In: ENEGEP: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 31., 2010, Belo Horizonte. **Anais Eletrônicos...** Porto Alegre: UFRGS, 2010. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_tn\\_sto\\_135\\_856\\_17751.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_135_856_17751.pdf)> Acesso em: 24/10/2016

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 2001.

**GARVIN, David A.** Gerenciando a Qualidade: A Visão Estratégica e Competitiva. Rio de Janeiro: QualityMark, 2002.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira/ Thomson Learning, 2004.

ORIBE, Claudemir Yoschihiro. **O MASP e as ferramentas da qualidade**. Revista Banas Qualidade, São Paulo: Editora EPSE, n. 236, Janeiro 2012.

PAIM, Rafael; CARDOSO, Vinicius; CLEMENTE, Rafael; CAULLIRAUX, Heitor. **Gestão de processos: pensar, agir e aprender**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

PARANHOS FILHO, Moacyr. **Gestão da Produção Industrial**. Curitiba: InterSaberes, 2012.

SLACK, Nigel. CHAMBERS, Stuart. JOHNSTON, Robert. BETTS, Alan. **Gerenciamento de operações e de processos**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SCHUBERT, Carlos André Paz; MALANOVICZ, Aline Vieira. Gestão de Processos: Um Estudo de Caso em uma Empresa Familiar de Serviços. In: SIMPEP: Simpósio de Engenharia de Produção, 16., 2009, Bauru. **Anais Eletrônicos...** Bauru: Unesp, 2009. Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais\\_simpep.php?e=4](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=4)> Acesso em: 22/10/2016

## A APLICABILIDADE DA FERRAMENTA DE MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR: ESTUDO DE CASO EM UMA FÁBRICA DE MÓVEIS PLANEJADOS NA CIDADE DE CUIABÁ - MT

**Danilo André Aguiar Barreto**

UNIC – Departamento de Engenharia de  
Produção  
Cuiabá - MT

**Fernando Guilbert Pinheiro Borges**

UNEMAT - Departamento de Engenharia de  
Produção  
Cáceres - MT

**RESUMO:** Este trabalho apresenta um conceito específico de produção enxuta através da utilização da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor (**MFV**). O estudo foi realizado em uma fábrica de móveis localizada na cidade de Cuiabá – MT, onde através dos dados obtidos na pesquisa de campo, foi esboçado um modelo de mapa do fluxo de valor atual e a transição para o mapa do fluxo de valor futuro. Dentre os resultados relevantes, destacam-se a redução do tempo de processamento por peça e Lead Time.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mapeamento do fluxo de valor; Lead time; Kanban.

**ABSTRACT:** This work presents a specific concept of lean production through the use of the Value Stream Mapping (**MFV**) tool. The study was carried out in a furniture factory located in the city of Cuiabá - MT, where through the data obtained in the field, a map model of the current

value flow and the transition to the future value flow map were sketched. Among the relevant results, we highlight the reduction of processing time per piece and Lead Time.

**KEYWORDS:** Mapping the value stream; Lead time; Kanban.

### 1 | INTRODUÇÃO

O aumento da crise econômica e a competitividade de mercado fizeram com que as organizações enxergassem a oportunidade para empregar ferramentas do pensamento enxuto a fim de minimizar os desperdícios operacionais e aderirem um novo âmbito organizacional que rompe o sistema arcaico de gerenciamento das atividades fabris (FERRO, 2016).

Neste cenário, empresas estão adotando à prática de mapear os processos que agregam valores e eliminam gargalos ao longo de um ciclo produtivo.

Assim sendo, Cutovoi e Salles (2011) destacam o Mapeamento do Fluxo de Valor (**MFV**), como uma importante ferramenta na busca da redução de desperdícios nos processos de chão de fábrica.

Diante da problemática da falta de padronização e elevado tempo de espera no ciclo produtivo da fábrica em estudo, nasce o questionamento: **Qual a eficácia da**

## implantação do MFV a cerca de uma fábrica de móveis planejados?

Portanto, surge à necessidade de coleta dos dados que apoiam na implantação do MFV, possibilitando a transformação do estado atual que se encontra o processo fabril para o estado futuro, tendo assim como objetivo a redução do ciclo produtivo, *lead time* e atender o cliente com celeridade.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Mapeamento do fluxo de valor

O emprego da ferramenta MFV foi difundido pelo sistema Sistema Toyota de Produção (**STP**), contudo o estudo do MFV foi conceituado pelos autores Rother e Shook (2003), na literatura “Aprendendo a Enxergar” (MOREIRA; FERNANDES, 2008).

Segundo Jones e Womack (2004) o MFV consiste em gerir todas as informações de materiais e processo no ciclo produtivo e apoiar na redução de perdas.

Ohno (1997) afirma que a aplicabilidade do MFV se torna mais simples a padronização e classificação da operação, formando um elo nos setores ligados ao planejamento e controle de produção (**PCP**), visto que pode ser trabalhada de modo puxado, ou seja, a produção irá funcionar de acordo com a prioridade de fabricação.

### 2.2 Lead time

Segundo Tubino (2007 *apud* Martins, 2003) *lead time* é entendido como o tempo necessário para o sistema de produção atender o cliente, assim considerando o tempo de transporte, tempo de processamento e momento do pedido.

Tubino (2007) ainda alerta que o *lead time* há de ser pensado num sentido global, onde além de traçar o tempo da entrega de matéria prima a fábrica até a chegada do produto ao cliente, é indispensável alinhar o *lead time* ao estoque em processo ou *Work in Process (WIP)*, ou seja, materiais que não estão prontos para entrega e ainda inacabados, logo, este processo dever ser analisado e reduzido no chão de fábrica.

### 2.3 Metodologia

Foram consultadas fontes de artigos acadêmicos, teses e dissertações, livros de pensamento enxuto e reportagem referente à adoção de ferramentas *lean* pelas empresas.

A metodologia de pesquisa foi baseada no modelo exposto por Rother e Shook (1998) sobre a construção do MFV através da pesquisa e coleta de dados na área fabril, tais como:

- a. Apresentar a família de produtos geridos pela empresa;
- b. Construir o mapa atual da empresa com ênfase em cliente, processo, fornecedor, fluxo de informações e *lead time*;

- c. Construir o mapa futuro da empresa a fim de reduzir processos que não agregam valor ao produto final, definindo o sistema puxado para trabalhar a produção com níveis de prioridade;
- d. Estipular o objetivo, meta do trabalho e estimar os resultados do estado futuro almejado.

### 3 | CARACTERIZAÇÕES DA EMPRESA EM ESTUDO

A empresa explorada fica situada na cidade de Cuiabá – MT, atuando no segmento de móveis planejados e possui características de gestão familiar com estrutura de médio porte.

A fábrica é direcionada a produção de móveis derivada da matéria prima mdf e melamínico. O portfólio da empresa é composto por 6 famílias de produtos: cama, bicama, *racker*, armário, cômoda e mesa.

#### 3.1 Diagnóstico atual da empresa

O autor salienta a falta de organização dos ajustes das máquinas de produção. Cita-se o exemplo da lixa e a pintura automatizada, onde foi constatado uma parada de aproximadamente 1 hora para realizar manutenção e troca de equipamentos.

Os atendimentos de mercados internos na fábrica eram realizados continuamente, sem padronização, apenas por estimativas, de certo modo “arcaicos”, logo, havia compras desnecessárias de matéria prima onde elevavam o grau de estoque e os admitem em alto tempo de custódia.

Sobre o layout da fábrica, foi deparada uma deficiência de sequenciamento entre as etapas do processo, não facilitando o traslado da matéria prima de uma atividade para outra, acarretando movimentação desnecessária.

#### 3.2 Mapa do fluxo de valor atual da fábrica em estudo

##### *Família de produtos selecionada*

As letras apontadas no Quadro 1 são alusivos aos produtos e os números referem-se as etapas do processo:

- a. Produtos: A (Bi-cama), B (Cama), C (Rack), D (Armário), E (Cômoda), F (Base/mesa);
- b. Processos: 1 (Corte), 2 (Furação), 3 (Fitação), 4 (Tupia), 5 (Lixa manual), 6 (Pintura manual), 7 (UV), 8 (Montagem de componentes), 9 (montagem final).

P x E	Etapas do Processo									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Produtos	A	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	B	X	X	X		X	X	X	X	X
	C	X	X	X	X		X	X	X	X
	D	X	X	X	X				X	X
	E	X	X	X					X	X
	F	X	X							

Quadro 1- Família de produtos selecionada: matriz produtos x etapa do processo

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (1998)

### Apontamento de setores e processos

Diante da estratificação da família de produtos versus processos, o próximo passo é apontar todos os setores envolvidos no ciclo produtivo e especificações das atividades.

#### Cliente

- Demanda mensal: 55 produtos (10 armários, 15 bi-camas, 15 camas, 15 racks);
- Entregas: 2 a 4 vezes por semana com peça única;
- Turnos: 1 turno de 8 horas.

#### Fábrica

Dias trabalhados: 20 dias úteis ao mês, com apenas 1 turno e uma jornada de 8 horas trabalhadas (8:00 as 17:30). Almoço às 11h30min e retorno as 13h00min. A fábrica possui um intervalo de 20 minutos para o lanche. A linha de produção obtém 27.600 segundos disponíveis para trabalho. O tempo necessário para produção de um determinado produto foi baseado na matemática de divisão da demanda do cliente por dia pelo tempo disponível total da fábrica, ou seja, 27.600 segundos dividido pela demanda de 3 produtos/dia, sendo assim 153,33 minutos ou 2,5 horas são necessárias para fabricar um produto.

#### Processo

- Corte: concretiza o corte primário nas chapas de mdf e melamínico:

- a. T/C- tempo de ciclo 40 segundos;
  - b. TR- tempo de troca 10 minutos;
  - c. Disponível 27600 segundos;
  - d. Número de operadores: 1 operador.
- Furação: inserir furos nas chapas cortadas:
    - a. T/C-tempo de ciclo 35 segundos;
    - b. TR = 0 minutos;
    - c. Disponível 27600 segundos;
    - d. Número de operadores: 1 operador.
- Fitação: vedação lateral das chapas para proteção da matéria prima:
    - a. T/C- tempo de ciclo 25 segundos;
    - b. TR- tempo de troca 10 minutos;
    - c. Disponível 27.600 segundos;
    - d. Número de operadores: 1 operador.
- Tupia: realiza cortes que permite a chapa assumir formatos arredondados;
    - a. T/C-tempo de ciclo 55 segundos;
    - b. TR- tempo de troca 10 minutos;
    - c. Disponível 27600 segundos;
    - d. Número de operadores: 1 operador.
- Lixa manual: processo de acabamento;
    - a. T/C-tempo de ciclo 200 segundos;
    - b. TR- tempo de troca 10 minutos;
    - c. Disponível 27600 segundos;
    - d. Numero de operadores: 1 operador.
- Pintura manual: tingimento de cores sob o material:
    - a. T/C-tempo de ciclo 125 segundos;

- b. TR- tempo de troca 25 minutos;
  - c. Disponível 27600 segundos;
  - d. Número de operadores: 2 operadores.
- Etapa UV: lixa e pintura automatizada:
    - a. T/C-tempo de ciclo 30 segundos;
    - b. TR- tempo de troca 1 hora;
    - c. Disponível 27600 segundos;
    - d. Número de operadores: 2 operadores.
- Montagem dos componentes:
    - a. T/C-tempo de ciclo 35 segundos;
    - b. TR- tempo de troca: 0 minutos;
    - c. Disponível 27600 segundos;
    - d. Número de operadores: 2 operadores.
- Montagem final:
    - a. T/C- tempo de ciclo 270 segundos;
    - b. TR - tempo de troca: 0 minutos;
    - c. Disponível 27600 segundos;
    - d. Número de operadores: 1 operador.

### *Fornecedor*

- a. A matéria prima de produção é entregue num período de 2 a 3 meses antecedentes.

### *Gerenciamento das informações do planejamento e controle de produção*

- a. Os materiais complementares são solicitados através do histórico produtivo. Os funcionários se deslocam ao almoxarifado para conseguir as informações necessárias para iniciar ou concluírem a operação;
- b. No setor de PCP não há controle de saídas de material, logo, algumas com-

praz são realizadas de modo emergenciais e não prioritário.

### *Estoques*

- a. Etapa de corte: 300 peças brutas – chapas mdf e melamínico e 30 peças cortadas;
- b. Etapa de furação: 25 peças furadas;
- c. Etapa de fitação: 24 peças fitadas;
- d. Etapa de tupia: 20 peças boleadas;
- e. Etapa de lixa manual: 45 peças lixadas;
- f. Etapa de pintura manual: 46 peças pintadas;
- g. Etapa UV – Lixa e pintura automatizada: 40 peças lixadas e pintadas;
- h. Etapa de montagem dos componentes: 2 peças montadas;
- i. Etapa de montagem final: 30 peças montadas.

Portanto, as informações do estado atual da fábrica em estudo estão completas e construídas sobre o mapa, conforme a Figura 1.

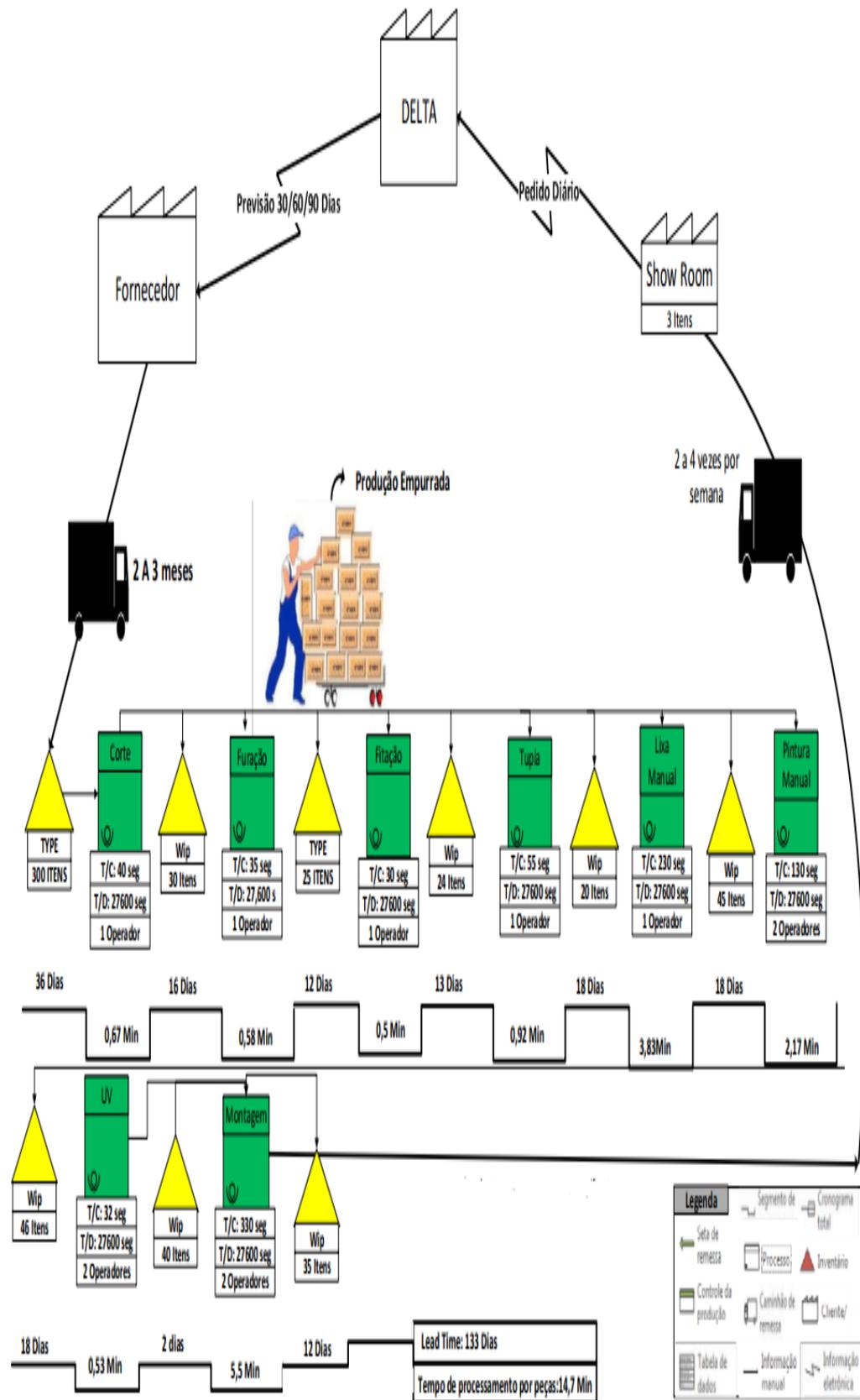


Figura 1 - Mapa do fluxo de valor atual

Fonte: Autoria própria

## Mapeamento do fluxo de valor futuro

Para atender os requisitos do método puxado, foram estipulados objetivos como:

- Metas:
  - a. Redução de 60% de estoque da matéria prima;
  - b. Redução de 50 % de estoque nas etapas de lixa manual, pintura manual e UV;
  - c. Proposta de operação da atividade na etapa de montagem com 3 operadores, buscando agilidade no processo contínuo instalado.
  
- Ataques *kaizen* (melhoria contínua) na etapa de UV (lixa e pintura automatizada):
  - a. Instalar supermercados de peças pintadas, lixadas, seccionadas, boleadas;
  - b. Otimização da disponibilidade dos operadores;
  - c. Reduzir 40 % dos dias em estoque nas etapas de montagem.
  
- Ataques *Kaizen* na etapa inicial do processo e fornecedor:
  - a. Instalação de supermercado para chapas mdf e melamínico;
  - b. Prospecção de parceria com fornecedores buscando o atingimento de metas;
  - c. Melhoria de 30% no processo de corte;
  - d. Redução do estoque para 10 dias na etapa de furação, fitação e tupia.
  
- Estratificação dos cartões *Kanban*:
  - a. Reduzir em 30% os retrabalhos causados pela desinformação, gerando erros na fabricação dos produtos;

Segundo Tubino (2007), os modelos de cartões *Kanban* mais aproveitados em chão de fábrica são:

I. Cartão de Produção: Permitir a produção de um determinado produto. Indica a quantidade certa a ser produzida;

II. Cartão de Requisição Interna: Permite liberar a movimentação entre o supermercado e a linha de produção que está operando, suprimindo a demanda no ato da solicitação;

III. Cartão do Fornecedor: Emprega-se para acionar o fornecedor externo sobre

entrega da matéria prima solicitada para o estoque.

Para controle do fluxo produtivo e a movimentação dos cartões nas atividades, será empregado o quadro *Kanban*. De acordo com Ohno (1997), o quadro *Kanban* direciona os colaboradores sobre o que será produzido em um determinado momento, promovendo nivelamento de estoque.

Ainda com as doutrinas de Tubino (2007), as instruções para o cálculo de contagem de cartões a empregar são calculadas conforme a Equação 1:

$$Nk = \frac{D}{Q} * Nd * (1 + S) \quad (1)$$

Em que:

Nk - Número de cartões kanban no supermercado;

D - Demanda média diária do item: 3 produtos;

Q – Tamanho do lote do cartão kanban: 1 peça por bandeja;

Nd – Número de dias de cobertura da demanda no supermercado: 5 dias;

S – Estoque de segurança em percentual de cartões: 10% inicialmente.

Portanto, o indicativo ao número de cartões é de aproximadamente 17, logo, haverá 17 produtos no supermercado capazes de abastecer a demanda em aproximadamente 5 dias. Em seguida, inicia o nivelamento da produção com objetivo de produzir as peças a cada 2 dias.

Há 4 tipos de produtos exemplificados, portanto, divide-se 4 pelo tempo necessário para completar um ciclo, sendo 4 semanas, conforme exposto pela Tabela 1.

Produto	Demanda mensal	Demanda semanal	Rodada	Rodada mensal	Desvio	Ajuste
<b>Cama</b>	15	7,5	8	16	1	-1
<b>Bi-cama</b>	15	7,5	8	16	1	-1
<b>Armário</b>	10	5	5	10	0	0
<b>Racker</b>	15	7,5	8	16	1	-1
<b>Total</b>	55	27,5	29	58	0	0

Tabela 1 - Nivelamento da carga de produção a cada duas semanas

Fonte: Autoria própria

Reduzido o *lead time* para uma semana, os dados expostos na Tabela 2 exibem a quantidade de produtos confeccionados em tempos menores com relação ao ciclo produtivo atual.

Produto	Demanda mensal	Demanda semanal	Rodada	Rodada mensal	Desvio	Ajuste
<b>Cama</b>	15	3,75	4	16	1	-1
<b>Bi-cama</b>	15	3,75	4	16	1	-1

<b>Armário</b>	10	2,5	3	12	2	-2
<b>Racker</b>	15	3,75	4	16	1	-1
<b>Total</b>	55	13,75	15	60	0	0

Tabela 2 - Nivelamento da carga de produção a cada uma semana

Fonte: Autoria própria

Analisando os ajustes ocorridos no desvio da sexta coluna, encontra-se a diminuição do lead time na divisão dos 4 produtos pelo tempo para produzir os mesmos, resulta-se em uma semana. Logo, foi dividido 4 por 0,4, correspondente a dois dias. Concluindo, após alcançar a meta desejada de produzir todas as peças a cada 2 dias, apresenta-se a Tabela 3.

Produto	Demanda mensal	Demanda	Rodada	Rodada mensal	Desvio	Ajuste
<b>Cama</b>	15	1,5	2	20	5	-5
<b>Bi-cama</b>	15	1,5	2	20	5	-5
<b>Armário</b>	10	1	1	10	0	0
<b>Racker</b>	15	1,5	2	20	5	-5
<b>Total</b>	55	5,5	7	70	0	0

Tabela 3 - Nivelamento da carga de produção a cada 2 dias TPT

Fonte: Autoria Própria

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o MFV futuro desenhado, nota-se uma maior fluidez no ciclo produtivo da fábrica. Ressalto que o modelo de produção utilizado pela fábrica era baseado no sistema empurrado e a partir da sugestão do autor, passa a ser de modo puxado com supermercados instalados nas etapas fabris, exceto no setor de montagem que conservou um arranjo produtivo contínuo.

Foi estipulada uma regra a equipe de compras para fidelização de parceria com os fornecedores em modo ágil, adquirindo as matérias-primas de acordo com a necessidade de produção, mantendo apenas um estoque de segurança.

Em exemplo, na etapa de UV o estoque foi reduzido de 40 para 20 itens, sendo a matéria prima trabalhada apenas em 1 dia, ocasionando lotes menores e nivelados.

Portanto, o nível de estoque do MFV futuro foi estimado em 50% comparado ao estoque atual, visto que a margem de produtos inacabados e em fila de espera para eventual processamento diminuiu, evitando excesso de multitarefa pelos colaboradores e capital parado com estoques elevados.

Não obstante, as equipes aderiram pelo pensamento de apostarem a realizar o certo na primeira vez, evitando desperdícios e retrabalho. A métrica do *lead time* resultou em 56,1 dias e o tempo de processamento por peça foi cronometrado em 11,45 minutos, ou seja, 3,32 minutos a menos se comparado ao sistema anterior

realizado de modo empurrado.

Com as adaptações concluídas na fábrica e resultados apresentados sob o trabalho, segue MFV futuro conforme a Figura 2.

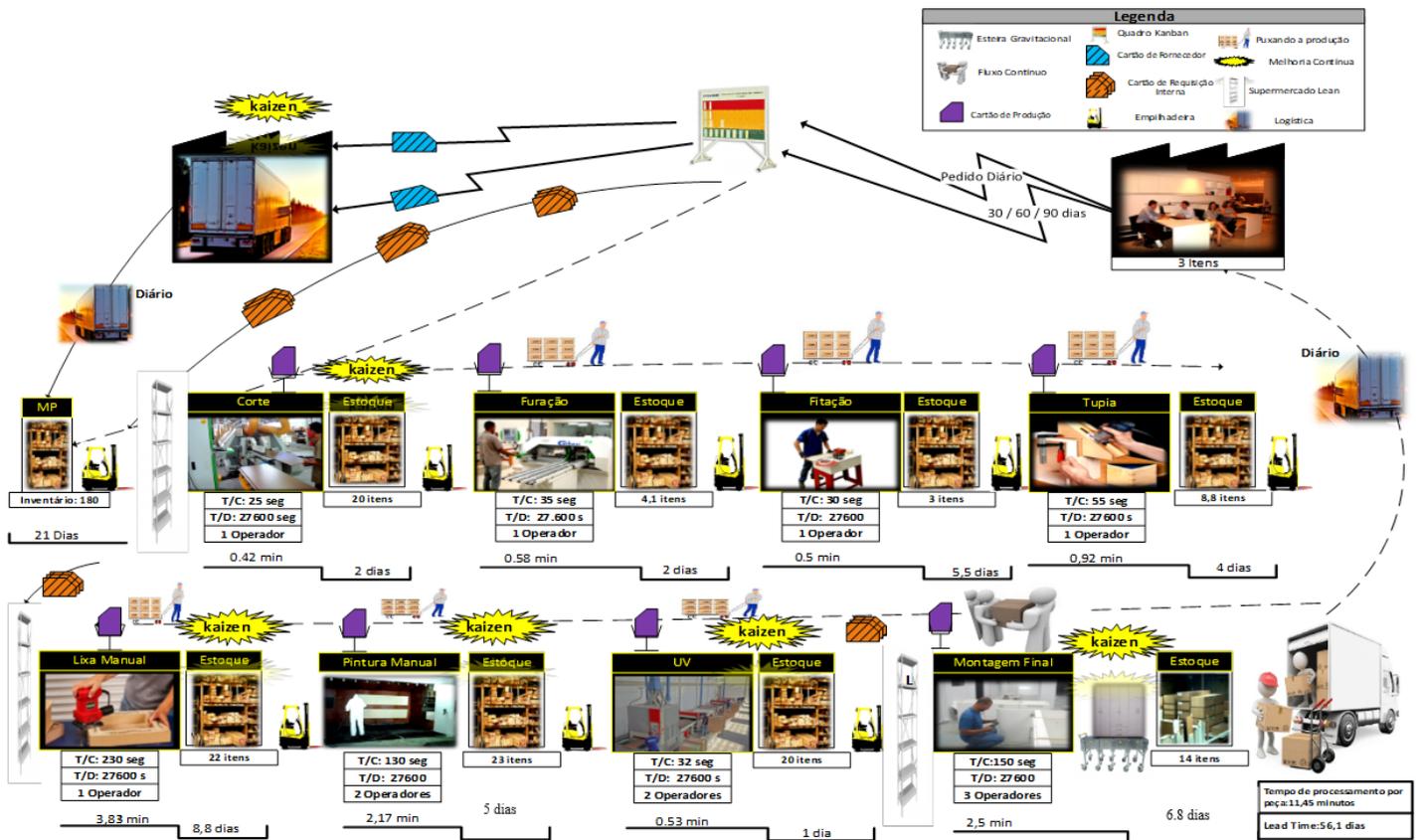


Figura 2 - Mapa do fluxo de valor atual

Fonte: Autoria própria

## 5 ICONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao trajeto do trabalho buscou-se destacar a aplicabilidade do MFV e o benefício que a ferramenta proporciona a um ciclo fabril. Para isso, tornou-se necessário expor uma visão sistêmica do ciclo produtivo de uma fábrica de móveis planejados, desde o início ao fim das atividades com a entrega do produto final para o cliente.

Contudo, vale observar que o sucesso da implantação do MFV em uma companhia, resulta de relevante transição cultural dos colaboradores envolvidos, uma vez que lidam com uma mudança de hábito no modo de trabalho. Assim, torna-se importante direcionar os esforços numa abordagem cultural e instigar os colaboradores a saírem de suas zonas de conforto, incentivando-os a pensarem “fora da caixa”, objetivando um senso de economia a todos os envolvidos no chão de fábrica.

Portanto, destaco o MFV como um sugestivo caminho para vantagem competitiva organizacional, pois nota-se um ganho considerável de flexibilidade e eficácia produtiva diante do estudo apresentado.

## REFERÊNCIAS

ALVES, J.R.X.; ALVES, J.M.; BERTELLI, C.R. **Redução do Tempo de ciclo de importação de materiais através da aplicação do mapeamento do fluxo de valor.** In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais (SIMPOI), XII, 2009, São Paulo, SP. Anais. p.1-16. Disponível em: <[http://www.simpoi.fgv.br/arquivo/2009/artigos/E2009\\_T00108\\_PCN29680.pdf](http://www.simpoi.fgv.br/arquivo/2009/artigos/E2009_T00108_PCN29680.pdf)>. Último acesso em: 25 set. de 2017.

CUTOVOI, I. T. M. & SALLES, J. A. A. **Avaliação do processo de desenvolvimento de um novo produto utilizando earned value management system.** Exacta, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 219-230, 2011.

FERRO, José Roberto. **Empresas reconhecem que a gestão lean é essencial na crise econômica.** 2016. Disponível em: <<http://epocanegocios.globo.com/colunas/Enxuga-Ai/noticia/2016/05/empresas-reconhecem-que-gestao-lean-e-essencial-na-crise-economica.html>>. Último Acesso em: 10 ago.2017.

MARTINS, F.A.A. **Modelo para avaliação do lead time produtivo nas empresas têxteis,** Florianópolis, SC, 2003. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2003.

MOREIRA, M. P.; FERNANDES. C. F. F. **Avaliação do Mapeamento do Fluxo de Valor como Ferramenta da Produção Enxuta por Meio de um Estudo de Caso.** In: Encontro Brasileiro de Engenharia de Produção (ENEGEP), XXIX, 2001, Salvador, BA. Anais. p.1-8. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001\\_TR12\\_0358.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR12_0358.pdf)>. Último acesso em: 20 ago. de 2017.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 1998.

TUBINO, Dálvio Ferrari. **Planejamento e controle da Produção:** teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2007.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T. **A máquina que mudou o mundo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

## APLICAÇÃO DA FERRAMENTA MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA CÉLULA DE PRODUÇÃO DE UMA EMPRESA DO RAMO PLÁSTICO

**Micael Piazza**

Universidade de Caxias do Sul  
Caxias do Sul – RS

**Ivandro Ceconello**

Universidade de Caxias do Sul  
Caxias do Sul – RS

**RESUMO:** O presente trabalho aborda a aplicação da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor em uma célula de produção, onde a aplicação desta ferramenta foi embasada utilizando como referência o método proposto pelos autores Rother e Shook (2004) em seu livro *Aprendendo a Enxergar*. Além da aplicação desta ferramenta no processo fabril, o trabalho apresenta como objetivos a identificação de perdas do processo produtivo e a elaboração de propostas de melhorias para a criação de um estado futuro com um processo enxuto. Com o desenho do estado futuro partindo das melhorias propostas para eliminação das perdas atuais do processo, pode-se identificar ganhos na redução do *lead time*, redução de estoques entre processos e ganhos em espaço físico e organização da fábrica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mapeamento do fluxo de valor. Manufatura Enxuta.

**ABSTRACT:** The present work deals with the application of the Value Stream Mapping tool in

a production cell, where the application of this tool was based on the method proposed by the authors Rother and Shook (2004) in their book *Learning to See*. In addition to the application of this instrument in the manufacturing process, the work has as objective to identify the losses of the production activity and the development of improvement proposals for the creation of a future state with a lean process. With the design of the future state starting from the proposed improvements to eliminate the current process losses, we can identify gains in reducing lead time, reduce inventory between procedures and gains in physical space and organization of the plant.

**KEYWORDS:** Value Stream Mapping. Lean Manufacturing.

### 1 | INTRODUÇÃO

Identificar as perdas e as operações que não agregam valor é uma das etapas para tornar os processos produtivos enxutos. De fato, o mapeamento do fluxo de valor (MFV) é uma ferramenta que ajuda a entender o fluxo de materiais e informação desde o pedido do cliente até a entrega da matéria-prima pelo fornecedor (ROTHER; SHOOK, 2004).

Na prática Jones e Womack (2004) entendem que por meio do MFV é possível

vislumbrar um estado futuro com um melhor desempenho, identificando as perdas existentes no estado atual. A identificação das perdas, permite com que a empresa trabalhe na redução e eliminação das mesmas, o que na essência permite a obtenção de valor. O valor é convertido em lucro, e, portanto, pode-se considerar que a avaliação das perdas é uma forma para melhoria de processos e para redução de custo do produto. Consequentemente, a ferramenta MFV é um importante recurso para enxergar os desperdícios do sistema produtivo, pois é possível detalhar os fluxos de materiais e informações que passam despercebidos no cotidiano das organizações.

Corroborando a essa ideia, Ohno (1997) descreve em seu livro que o primeiro passo para a aplicação do Sistema Toyota de Produção (STP) está em identificar os desperdícios. Liker (2005) define o STP como um sofisticado sistema de produção que tem como foco a eliminação de desperdícios através da melhor qualidade, menor custo de fabricação e menor *lead time*.

No intuito da redução de desperdícios, o presente trabalho aborda a aplicação da ferramenta MFV em uma célula de produção de uma empresa do ramo plástico que produz utilidades domésticas, situada no Rio Grande do Sul. Nos últimos três anos evidencia-se um aumento na demanda de três produtos de 75%. Na prática, é possível evidenciar no local de trabalho estoques de peças aguardando processamento e fluxo dos processos de montagem que não seguem uma lógica de operação causando movimentações dos operadores além do esperado.

Diante deste cenário, é de importância para a empresa realizar um estudo com o objetivo de melhorar a produção nessa célula e continuar atendendo a demanda do mercado. Deste modo, o estudo foca na aplicação da ferramenta MFV para a realização do mapeamento do processo de produção dos produtos A, B e C, bem como dos fluxos de materiais, das operações e das informações.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Essa seção apresenta os conceitos que sustentam a elaboração do método do trabalho e a discussão dos resultados.

### 2.1 Sistema Toyota de Produção

Segundo Ohno (1997), o principal objetivo do Sistema Toyota de Produção era produzir muitos modelos em quantidades pequenas, tendo como base a maximização dos lucros com a eliminação total dos desperdícios. Shingo (1996) menciona que o Sistema Toyota de Produção produz com estoque zero, sendo que isto quer dizer entregar os itens certos, no momento certo e na quantidade certa. Ainda segundo Shingo (1996), o principal objetivo do Sistema Toyota de Produção é a identificação e eliminação das perdas. No intuito de sustentar o sistema, Ohno (1997) especifica dois pilares necessários para o sistema, que são o *Just-in-time* e a Autonomia.

*Just-in-time* para Ohno (1997) nada mais é do que entregar para a linha de

produção o que ela precisa no tempo certo, sem a necessidade de gerar estoques grandes ou extras. O outro pilar é a automação, tem o objetivo de detectar pequenas anomalias e parar automaticamente a produção ao invés de continuarem a produzir peças defeituosas (OHNO, 1997).

Segundo Shingo (1996) a função produção precisa ser entendida para que o Sistema Toyota de Produção possa ser estudado. Ainda conforme o autor, Shingo (1996) exemplifica que para melhorar o processo de produção deve-se separar o fluxo de processo e de operações e estudá-los separadamente. A função operação, conforme Antunes (2008), constitui na interação entre o homem e a máquina no tempo e no espaço, bem como as operações realizadas no processamento.

Ohno (1997) relata que o aumento da eficiência só faz sentido se estiver associada à redução de custo, e para isto é fundamental produzir o que é necessário utilizando o menor número de mão de obra. De acordo com Ohno (1997), o primeiro passo para a aplicação do Sistema Toyota de Produção é a identificação dos desperdícios, que segundo ele são sete tipos:

- a. desperdício de superprodução;
- b. desperdício por esperas;
- c. desperdício em transporte;
- d. desperdício do processamento em si;
- e. desperdício de estoque;
- f. desperdício de movimentação;
- g. desperdícios por produção de produtos defeituosos.

Segundo Antunes (2008) o Sistema Toyota de Produção aborda uma preocupação em definir o movimento realizado pelos trabalhadores dentro do sistema produtivo, onde são divididos em três partes: trabalho líquido, trabalho que não adiciona valor e as perdas. O trabalho líquido compõem as parcelas de atividades que agregam valor ao produto, como usinagem, fresagem e pintura. O trabalho que não adiciona valor constitui em um suporte a produção que gera custo, porém não agrega valor diretamente ao produto, como por exemplo, acionamento de botão e pequenas movimentações de materiais. As perdas são atividades que geram custo e não agregam valor ao produto, portanto devem ser eliminadas, como por exemplo, refugos de produção e retrabalhos.

## 2.2 Lead Time

Segundo Tubino (1999) *lead time* é uma medida de tempo gasto para fabricação de um produto, onde pode ser considerado *lead time* contando o tempo desde a colocação do pedido até a entrega para o cliente, ou pode ser mais restrito, como o *lead time* de produção. O *lead time* está relacionado à flexibilidade do sistema produtivo em responder as solicitações dos clientes, sendo que quanto menor o tempo

da transformação da matéria-prima em produto acabado menor será o custo produtivo no atendimento ao cliente (TUBINO, 1999). Esta definição pode ser visualizada na Figura 1.



Figura 1 - Composição do *lead time* produtivo

Fonte: Tubino (1999)

### 2.3 Mapeamento do Fluxo de Valor

Fluxo de valor é toda ação que agrega ou não valor, mas que são necessárias para conduzir o produto por todos os fluxos essenciais para a construção do produto (ROTHER e SHOOK, 2004).

Conforme Jones e Womack (2004), mapas do fluxo de valor podem ser desenhados em produtos existentes ou também para produtos em desenvolvimento. Segundo Jones e Womack (2004, p. 1): “O mapeamento do fluxo de valor é o simples processo de observação direta dos fluxos de informação e de materiais conforme eles ocorrem, resumindo-os visualmente e vislumbrando um estado futuro com um melhor desempenho”.

Segundo Simci e Pereira (2015), o MFV é uma ferramenta que usa técnicas para analisar e avaliar um determinado processo, tendo como utilidade primária identificar, demonstrar e diminuir desperdícios com o intuito de melhorar o fluxo de determinado processo.

Na visão de Ferreira et al (2015), o MFV proporciona um olhar acentuado no fluxo do processo atual e futuro para ajudar na tomada de decisão, visto que esta ferramenta utiliza um vocabulário padronizado e tem como instrumentos básicos o papel e o lápis, no qual o processo é detalhado.

O mapeamento do fluxo de valor é apenas um meio de obter maior eficiência da empresa, portanto sugere que se focalizem esforços nos fluxos de valor em que tenham maior representatividade na organização, entender como ocorrem os problemas, definir metas de melhorias para as famílias de produtos, definir um estado futuro que possa ser alcançado dentro de um prazo de seis meses a um ano e após a implantação das melhorias propostas, refazer novamente um estado futuro (FERRO, 2004).

A construção do mapeamento do fluxo de valor requer algumas etapas principais a serem seguidas conforme ilustrado na Figura 2. O ponto inicial para a utilização da ferramenta MFV é definir uma família de produtos, que conforme Jones e Womack (2004, p. 1) “Normalmente, uma família de produtos inclui um grupo de vários itens que passam pelas mesmas etapas de processamento e utilizam os mesmos equipamentos antes do embarque para o cliente final.”

Definido a família de produtos, o próximo passo é a construção do mapa do estado atual, sendo que este deve conter todas as informações dos processos partindo da demanda do cliente e chegando até a expedição do produto. Conforme Rother e Shook (2004), na construção do MFV devem ser utilizados símbolos padrão para que todos os envolvidos no trabalho possam ter o mesmo entendimento, sendo que estes símbolos podem ser obtidos da literatura conforme Figura 3.



Figura 2 - Etapas iniciais do Mapeamento do Fluxo de Valor

Fonte: Rother e Shook (2004)



Figura 3 - Ícones do fluxo de materiais

Fonte: Rother e Shook (2004)

O mapa do estado atual é utilizado para análises com intuito de identificar as perdas no processo produtivo, com isto é possível a identificação de melhorias a serem executadas para a eliminação dos desperdícios.

Na construção do mapa do estado futuro, Rother e Shook (2004) elencam uma série de questões para auxiliar a construção do mapa futuro:

- qual é o *takt time* baseado no tempo disponível dos processos do fluxo mais próximos aos clientes?
- a produção é direcionada para um supermercado que os clientes puxam ou diretamente para a expedição?
- onde deve ser utilizado o fluxo contínuo?
- onde é necessário a implantação de sistemas puxados de supermercados?
- qual é o ponto em que programará a produção através do processo puxador?
- como será o nivelamento do processo puxador em relação ao mix de produtos?
- qual incremento de trabalho será liberado do processo puxador?
- quais são as melhorias a serem realizadas para concretizar o fluxo proposto do mapa futuro?

### 3 | MÉTODO

A seção de método está organizada de forma a apresentar em sua parte inicial o método de pesquisa e na sequência o método de trabalho para atender a essa pesquisa.

Em relação ao tipo de pesquisa, essa pode ser classificada como uma pesquisa de natureza exploratória, visto que tem o objetivo de entender quais os tipos de perda são significativos para inibir na célula de manufatura dos três produtos estudados. Além disso, pode ser classificada como uma pesquisa de natureza qualitativa, pois busca entender o processo por meio da notação de fluxo de valor. O método aplicado é de estudo de caso único, visto que envolve entendimento e proposição de ações sobre uma empresa em estudo.

Para atender a esse método de pesquisa o método de trabalho foi organizado por meio de 5 etapas. A Figura 4 apresenta o método de trabalho. A etapa 1 envolve a formação da equipe multidisciplinar, a qual é composta pelas áreas diretamente ligadas à célula de produção, que são os setores de produção (líderes e operadores), métodos e processos, PPCPM e coordenação de produção. A equipe contém conhecimentos específicos que se utilizados de forma sinérgica contribuem para o sucesso do método.

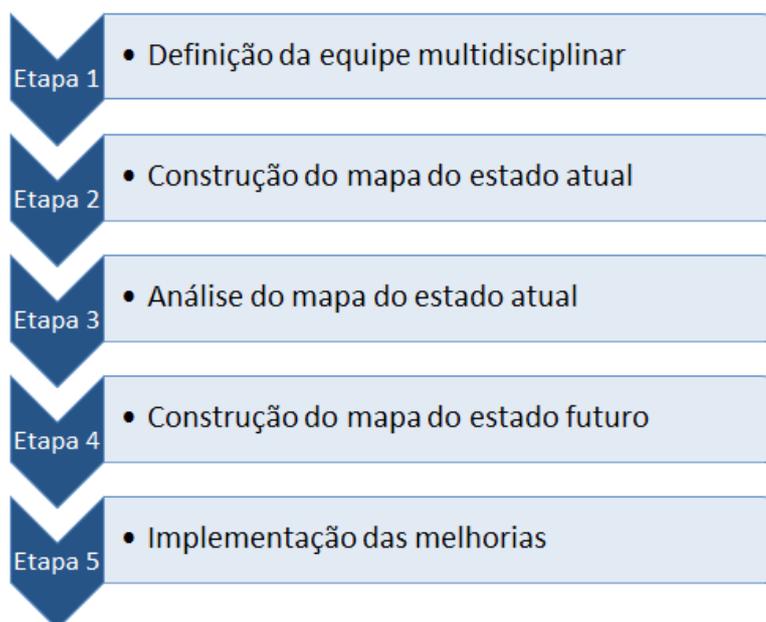


Figura 4 - Fluxograma das etapas de trabalho

Fonte: Autores (2016)

A etapa 2 destina-se a construir o mapa do estado atual, destacando-se que a coleta de dados é feita no local de trabalho, anotando tempos, quantidades de estoque entre outras informações, onde estas podem ser feitas através de filmagens dos processos. A construção deste mapa utiliza o *software* Microsoft Visio© tendo como base as simbologias previstas na literatura.

A etapa 3 destina-se a análise e identificação das perdas do processo produtivo,

com isso criar propostas de melhorias que busquem o fluxo contínuo, sendo que onde este não puder ser alcançado deve-se dimensionar supermercados para abastecer os processos posteriores. Alguns pontos a serem observados são as movimentações dos operadores e dos componentes dos produtos, os estoques aguardando processo e a sincronia entre as operações do fluxo de produção.

A etapa 4 é destinada a construção do mapa do estado futuro, feito com base na melhorias apontadas na etapa anterior. Utiliza-se como ferramenta o *software* Microsoft Visio©. No desenho do mapa futuro está incluso a mensuração dos novos tempos de processamento, quantidades de estoque e *lead time*.

A etapa 5 tem como finalidade o planejamento e controle das melhorias evidenciadas na etapa 3, sendo que a ferramenta utilizada é o 5W2H, onde consta além da ação o responsável, o prazo e o investimento necessário para a implementação das melhorias.

## 4 | APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A empresa a ser estudada atende todo o Brasil com a venda de produtos de utilidade doméstica fabricados em material polimérico como o polipropileno, o polietileno e o poliuretano, utilizando como processos de produção a moldagem por injeção e a moldagem por sopro.

Dentre a diversa linha de produtos, foi definido o estudo dos produtos A, B e C que são produzidos na mesma célula de produção, portanto seguem a mesma sequência de operações e ocupam os mesmos equipamentos para sua confecção. A célula de produção é composta pelos processos de transformação de moldagem por sopro, fresamento, injeção de poliuretano e montagem.

### 4.1 Construção do mapa do estado atual

O mapa do estado atual é do tipo porta a porta, portanto, como primeiro passo foi identificado o cliente que neste caso está representado pelo setor comercial da empresa no canto direito do mapa. O setor comercial é responsável em fornecer para o setor de PCP a previsão de vendas mensal para que este planeje e programe a fábrica de acordo com a necessidade. O almoxarifado, no canto superior esquerdo do mapa, foi representado como sendo fornecedor de matéria-prima e os postos operativos que são necessários para a fabricação dos produtos em estudo foram desenhados na parte inferior do mapa, sendo que estão em sequência de operação. Os postos operativos foram representados com caixa de dados onde estão especificadas as métricas julgadas necessárias para as análises, as quais são tempo de ciclo, tempo de troca e IROG (Índice de Rendimento Operacional Global).

O período de acompanhamento no chão de fábrica foi entre os meses de maio e junho de 2015, e para identificação da demanda do cliente foi rastreado o período

de janeiro de 2014 a junho de 2015 através de dados históricos do sistema MRP da empresa. Devido a estes produtos terem demandas sazonais, ou seja, são produtos que tendem a vender mais nos meses de verão foi utilizado uma média de vendas de dezoito meses para identificação da demanda e com este número calcular o *takt time* da célula de produção. As demandas dos produtos analisados neste trabalho no primeiro semestre de 2015 estão representadas na Tabela 1.

Produto	Demanda mensal de jan/14 a jun/15
A	772
B	526
C	569

Tabela 1 - Demanda de vendas

Fonte: Autores (2016)

A partir desta demanda foi possível determinar o *takt time* atual, utilizando como tempo disponível de trabalho 17,25 horas, já descontadas as paradas programadas. O *takt time* foi calculado pela razão entre o tempo total disponível para trabalho (em segundos) e a demanda mensal, encontrando desta forma um *takt time* de 698,50 segundos/caixa, ou seja, a cada 698,50 segundos uma caixa térmica deve ser produzida.

Ao final do acompanhamento do processo produtivo e da coleta de dados, chegou-se ao mapa do estado atual dos três produtos. A Figura 5 mostra o mapa do produto C.

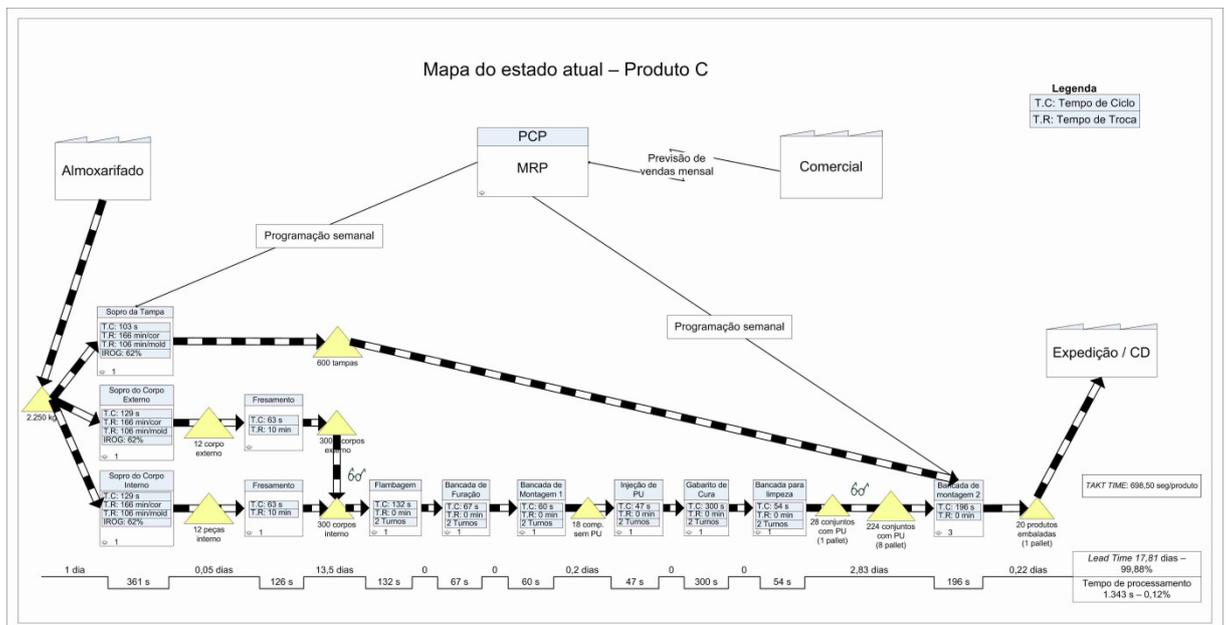


Figura 5 - Mapa do estado atual do produto C

Fonte: Autores (2016)

Devido ao fato de que os três produtos passam pelos mesmos postos operativos, evidencia-se claramente em ambos os produtos que existem estoques entre processo,

causando um longo *lead time*.

## 4.2 Análise do estado atual

No processo de produção em estudo, levando em consideração que se trata de uma produção empurrada, o fluxo de valor é interrompido em alguns pontos formando estoques entre processos. Uma das etapas do fluxo de valor que é interrompido com a formação de estoque é a operação de injeção de poliuretano, onde determinada quantidade de peças são acumuladas para após serem processadas. Esta interrupção acontece devido ao operador não seguir a sequência lógica das operações de montagem, ou seja, o operador acaba flambando e montando os componentes nas caixas e as deixa parada em frente à injetora de poliuretano, sendo que o mesmo deveria injetar o poliuretano e colocá-la no gabarito de cura.

Devido ao não sequenciamento destas operações, evidenciou-se que o posto de trabalho com maior tempo de ciclo, os gabaritos de cura de poliuretano, não estão sendo bem utilizados, conforme Tabela 2.

Produto	Nº de gabaritos	Tempo de ciclo (segundos)	Capacidade teórica (peças)	Produção real (peças)
B e C	2	300	207	160
A	3	200	310	200

Tabela 2 - Produção no gabarito de cura

Fonte: Autores (2016)

As interrupções do fluxo de valor citados acima geram estoques, e estes por sua vez ocupam uma área de aproximadamente 60 m<sup>2</sup> da fábrica. Destes 60 m<sup>2</sup>, aproximadamente 40 m<sup>2</sup> onde são estocados os subconjuntos dos produtos A, B e C, fazem parte de uma área nobre da empresa, ou seja, área esta que é única em todo o parque fabril para receber máquinas injetoras de grande porte, conforme plano estratégico de expansão da empresa.

Seguindo o fluxo das peças pela fábrica, é visível a longa movimentação das peças de um local a outro da célula, sendo que a distância média percorrida por uma caixa térmica desde o início de sua produção na sopradora até a expedição é de 95 metros. Evidencia-se também uma grande movimentação do operador na célula de produção, deslocando-se entre os postos de flambagem, furação, montagem, injeção de poliuretano e limpeza, gerando fadiga do operador ao longo da jornada de trabalho, isso é causada por um *layout* desorganizado.

## 4.3 Propostas de melhoria

Após evidenciar os principais problemas do fluxo de valor das caixas térmicas no estado atual, é necessária a elaboração de propostas de melhorias para se alcançar um estado futuro com reduções de movimentação, estoques entre processos e o *lead time* propriamente dito. Além disto, proporcionar aos operadores condições de trabalho

com menos fadiga, facilitando o processo de produção.

O primeiro passo para o estado futuro foi considerar a mesma demanda das caixas térmicas, contudo para uma melhor utilização dos recursos sugere-se a alteração de dois para um turno de trabalho com 9,8 horas na célula de produção em estudo, reduzindo assim o *takt time* de 698,50 segundos/caixa para 399,87 segundos/caixa. Desta maneira, para o atingimento da demanda é necessário que o processo produtivo sofra algumas adequações, onde os recursos devem ser melhor utilizados em função do tempo disponível. As propostas de melhorias e os passos da implementação no processo produtivo que foram evidenciadas e debatidas com a equipe estão descritas na Figura 6, através de um plano de ação 5W2H.

Plano de ação 5W2H							
Nº	O que (What)	Quem (Who)	Onde (Where)	Quando (When)	Por que (Why)	Como (How)	Quanto (How much)
1	Reduzir as paradas não programadas da sopradora	Eng. Processos, Produção	Sopradora	Fev/16	Elevar o índice de disponibilidade para 90%	Realizando um plano junto aos setores de manutenção e processo	-
2	Reduzir tempos de <i>setup</i> de cor e molde	Eng. Processos, Produção	Sopradora	Fev/16	Elevar o índice de disponibilidade para 90%	Utilizando aditivo de troca de cor	-
3	Adquirir braço manipulador para automatizar o processo	Eng. Industrial	Sopradora	Fev/16	Elevar o índice de performance de 93% para 99% e reduzir de 4,5 para 1,5% a variação do peso	Instalando braço manipulador na sopradora	RS 18.000,00
4	Instalar misturador de material	Manutenção de Máquinas	Sopradora	Fev/16	Elevar o índice de qualidade de 97% para 99% e estabilizar o processo	Realocando misturador de outro setor	-
5	Implantar supermercado de componentes	PCP, Eng. Processos	Sopradora	Fev/16	Controlar e abastecer a linha de montagem	Dimensionando quantidade de peças e tempo de reabastecimento	-
6	Eliminar estoque de comp. antes da injetora de PU	Eng. Processos, Produção	Célula de produção	Jan/16	Eliminar estoque entre processo	Através de treinamento com operadores	-
7	Eliminar estoque de subconjuntos com poliuretano	Eng. Processos, Produção	Célula de produção	Jan/16	Eliminar estoque entre processo	Transferindo um operador da célula de montagem da fábrica para a célula de produção	-
8	Realizar sequenciamento da produção	PCP	Sopradora	Fev/16	Otimizar o impacto dos tempos de <i>setup</i>	Simulações de programação	-
9	Alterar o <i>layout</i> da célula de produção	Eng. Processos, Man. Máquinas	Célula de produção	Jan/16	Reduzir movimentações e fadiga dos operadores	Alteração física de <i>layout</i>	-
10	Criar instrução de trabalho	Eng. Processos	Célula de produção	Fev/16	Reduzir movimentações e fadiga dos operadores	Treinamento com operadores	-

Figura 6 - Plano de ação 5W2H

Fonte: Autores (2016)

#### 4.4 Construção do mapa do estado futuro

O mapa do estado futuro reúne todas as melhorias evidenciadas anteriormente, respeitando os conceitos estudados no capítulo 2 deste trabalho. Os mapas do estado futuro de cada produto foram desenhados no *software* Microsoft Visio®, conforme pode ser visualizado na Figura 7 o mapa do estado futuro do produto C.

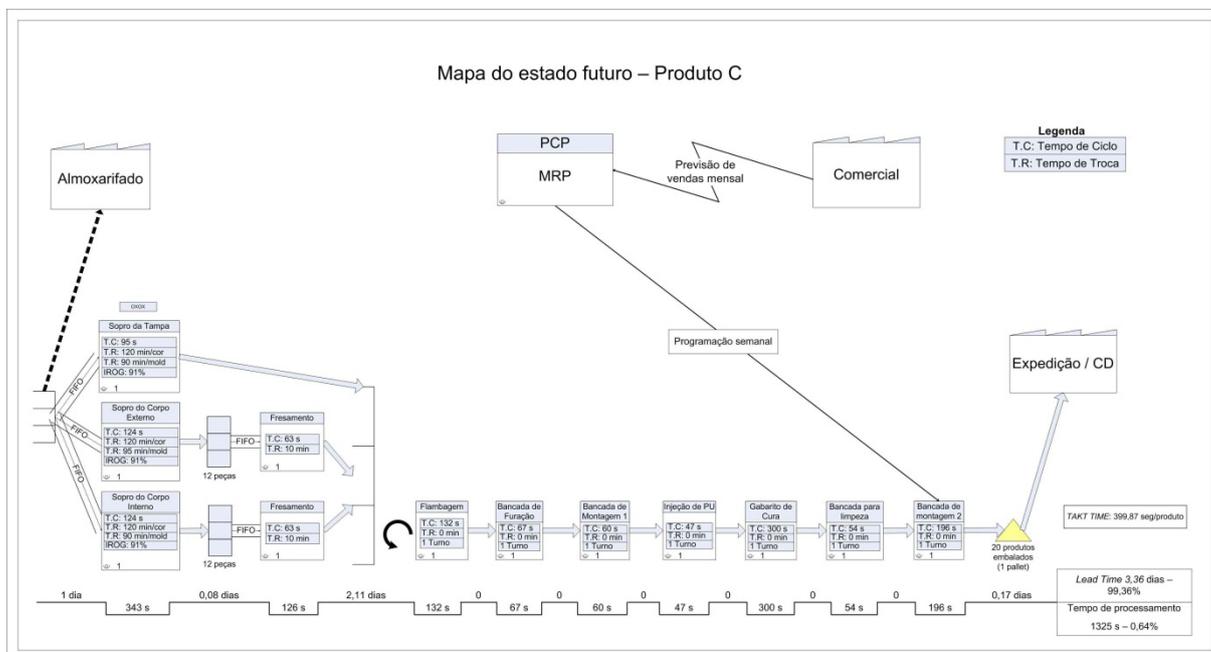


Figura 7 - Mapa do estado futuro do produto C

Fonte: Autores (2016)

No estado futuro, o fluxo de informação da programação da produção é direcionado para a linha de montagem dos produtos, no último posto operativo. A linha de montagem faz retirada de peças do supermercado de componentes e este por sua vez sinaliza a necessidade de produção de um novo lote de componentes na sopradora. Desta maneira, são utilizados dois operados na linha de montagem e um na sopradora totalizando três operadores para fabricação das caixas térmicas.

#### 4.5 Comparação dos resultados dos estados atual e futuro

Após consolidado o desenho do mapa do estado futuro dos três modelos de produtos, evidencia-se os ganhos encontrados a partir das melhorias propostas, as quais tem função de reduzir as perdas do processo produtivo tornando assim o processo enxuto. O retorno com as melhorias propostas aparecem como ganhos mensuráveis e não mensuráveis, os quais podem ser visualizados na Tabela 3.

Nº	Melhorias	Estado Atual	Estado Futuro	Ganhos	
01	Lead time	Produto A	25,91 dias	3,79 dias	Redução de 22,12 dias
		Produto B	14,30 dias	3,23 dias	Redução de 11,07 dias
		Produto C	17,81 dias	3,36 dias	Redução de 14,45 dias
02	Agregação de valor	Produto A	0,05%	0,34%	Aumento de 0,29%
		Produto B	0,14%	0,62%	Aumento de 0,48%
		Produto C	0,12%	0,64%	Aumento de 0,52%

03	Estoque de peças entre processo na linha de montagem	Produto A	353	35	Redução de 318 peças
		Produto B	178	20	Redução de 158 peças
		Produto C	290	20	Redução de 270 peças
04	Mão de obra na fábrica	5 operadores	3 operadores	Redução de 2 operadores	
05	Custo de estoque de subconjunto com PU	R\$ 37.667,00	R\$ 0,00	Redução de R\$ 37.667,00	
06	Área ocupada por estoque	60 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>	Redução de 40 m <sup>2</sup>	
07	Setup de molde	106 min	90 min	Redução de 16 min	
08	Setup de cor	166 min	120 min	Redução de 46 min	
09	Distância percorrida	95 m	50 m	Redução de 45 m	
10	Padronização	Inexistente	Existente	Fluxo contínuo	
11	Turnos de trabalho	2	1	Redução de 1 turno	
12	Tempo de processamento	3.428 segundos	3.379 segundos	Redução de 49 segundos	
13	Custo do produto	Redução de 0,3%			
14	Área útil da fábrica	Aumento em 2,5%			

Tabela 3 - Resumo dos ganhos

Fonte: Autores (2016)

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho de aplicação do MFV em um processo de produção mostrou a importância de se observar o caminho percorrido pelos produtos dentro da fábrica. Este acompanhamento pode revelar pontos falhos ao longo do processo produtivo, o que, possivelmente, são as causas de um sistema pouco eficiente. O exercício resulta em um desenho atual e real do processo em estudo, onde neste trabalho revelaram que o fluxo possui interrupções causando estoque entre processo gerando um *lead time* elevado para o tipo de produto.

Alinhado com o planejamento estratégico da empresa, este trabalho mostrou a importância da utilização desta ferramenta, uma vez que o atingimento do estado futuro com a implementação das melhorias. Isso se comprova com a diminuição do *lead time* de produção, a redução de um turno de trabalho e o incremento em 2,5% de espaço físico útil para instalação de novos equipamentos, entre outros ganhos evidenciados no trabalho. Além disso, conseguiu-se alocar novos equipamentos para manufatura de um novo produto, sem necessidade de ampliação da estrutura física da empresa.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Junico. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008, 326 p.

FERRO, J. R. **A Essência da Ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor**. São Paulo: Artigo publicado pelo Lean Institute Brasil, 2004.

FERREIRA, D. N. S. et al. **Mapeamento do Fluxo de Valor: uma abordagem de melhoria contínua em uma indústria montadora de computadores**. Fortaleza: Artigo publicado pelo XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015. 13 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1991, 175 p.

JONES, Daniel; WOMACK, James; LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Enxergando o todo: mapeando o fluxo de valor estendido**. São Paulo: Lean, 2004. 98 p.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean, 2004. 102 p.

SIMCI, R. R; PEREIRA, M. A. C. **Estudo da utilização da ferramenta mapeamento do fluxo de valor em processos químicos industriais**. Fortaleza: Artigo publicado pelo XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015. 13 p.

SHARMA, Anand; MOODY, Patricia E. **A máquina perfeita: como vencer na nova economia produzindo com menos recursos**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003. xiii, 255 p.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**. Tradução Eduardo Schaan. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p. Título Original: A study of the Toyota Production System from in Industrial Engineering Viewpoint.

TUBINO, D. F. **Sistemas de Produção: A Produtividade no Chão de Fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999, 182 p.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade enxuta nas empresas**. Tradução Ana Beatriz Rodrigues; Princilla Martins Celeste. Rio de Janeiro: Campus, 1998. 427 p. Título Original: Lean Thinking.

## ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO ATRAVÉS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO EM ALUMÍNIO

**Carla Luiza Costa Lima**

Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Goiânia - GO

**Amanda Caecilie Thon De Melo**

Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Goiânia - GO

**Tarek Ferraj**

Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Goiânia - GO

**RESUMO:** O trabalho apresenta uma aplicação prática da utilização do mapeamento do fluxo de valor para a identificação de desperdícios relacionados ao pensamento enxuto em uma empresa de fabricação de peças de reposição de alumínio. A partir da revisão da literatura acerca do mapeamento do fluxo de valor e dos sete desperdícios da produção enxuta, foi traçado um plano de coleta de dados e informações. Assim, foi possível reunir o material coletado e realizar o desenho do mapa de fluxo de valor, bem como o cálculo do tempo de agregação de valor e lead time total. A análise do mapa possibilitou a identificação dos desperdícios no fluxo de material e no fluxo de informações. Por fim, a conclusão possibilitou a verificação do uso da ferramenta estudada como direcionadora de melhorias, também apresentando algumas limitações deste trabalho e sugestões para

solução das mesmas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mapa fluxo de valor, Produção enxuta, 7 desperdícios.

**ABSTRACT:** This work presents a practical application of the value flow mapping for the identification of wastes related to lean thinking in a manufacturing company of aluminum spare parts. From the literature review on the mapping of the value stream and the seven wastes of lean production, a data and information collection plan was drawn up. Thus, it was possible to collect the material collected and perform the value flow map design, as well as the calculation of the value aggregation time and total lead time. Map analysis made it possible to identify wastes in the material flow and information flow. Finally, the conclusion allowed the verification of the use of the tool studied as a driver of improvements, also presenting some limitations of this work and suggestions for their solution.

**KEYWORDS:** Map value stream, Lean production, 7 waste.

### 1 | INTRODUÇÃO

Apesar do grande sucesso do modelo de produção fordista na década de 70, cujo foco era a baixa variabilidade de produtos para um alto volume, o mercado sofreu transformações que

levaram a uma demanda por produtos mais diversificados. Dessa forma, era preciso atender as necessidades individuais dos clientes, porém manter um alto volume. Foi nesse contexto que germinou a filosofia de produção enxuta em meados dos anos 80.

Uma das mais importantes ideias desta filosofia é a de Womack & Jones (1998), que aborda a cadeia de valor de um produto, isto é, todas as etapas que um produto percorre para agregar valor para o cliente, envolvendo desde os fornecedores de matéria prima até o atendimento de pós-vendas. Esse conceito permitiu que as melhorias fossem focalizadas de forma sistêmica na empresa.

O estudo do fluxo de valor relaciona-se com outra ideia da produção enxuta: a eliminação dos desperdícios, ou seja, atividades que absorvem recursos, porém não agregam valor ao cliente final e não são necessárias. Desse modo, o pensamento enxuto tem como objetivo otimizar a alocação dos recursos para aproveitar ao máximo a capacidade produtiva da empresa, tornando-a mais competitiva no mercado.

Diferentes técnicas foram desenvolvidas para a identificação dos pontos de agregação de valor e implantação da produção enxuta. Rother & Shook (2003) indicam o mapeamento de fluxo de valor como primordial para estabelecer a real necessidade e o foco adequado das diversas ferramentas *Lean*, ou seja, fundamental para nortear todo o processo de transformação enxuta.

Deste modo, o presente trabalho propõe-se a aplicar o mapeamento do fluxo de valor em uma indústria de fabricação de peças de reposição de alumínio, estudando as características peculiares ao processo produtivo e analisando as melhorias que podem ser aplicadas, gerando maior resultado ao fluxo.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Produção Enxuta (LEAN)

Conforme Womack et al (1992), a produção enxuta tem como principal objetivo obter uma produção de pequenos volumes de produtos de ampla variedade, empregando equipes de colaboradores multifuncionais em todos os níveis da organização, bem como utilizando máquinas altamente flexíveis e cada vez mais automatizadas. Além disso, busca atingir a perfeição com custos sempre declinantes, eliminação de produtos defeituosos e redução de estoques.

Segundo Shingo (1996), a teoria do sistema Toyota de Produção (STP) baseia-se na eliminação contínua e sistemática das perdas (desperdícios) nos sistemas produtivos, visando assim a extinção de custos desnecessários. Os desperdícios têm sido tradicionalmente classificados como (SHINGO, 1996; WOMACK; JONES, 1996; HINES; TAYLOR, 2000):

- a. Superprodução: Produzir em excesso ou cedo demais, que resulta em um fluxo ineficiente de peças e informações ou excesso de inventário.

- b. Espera: Longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo ineficiente, bem como *lead times* longos
- c. Transporte excessivo: Movimento excessivo de pessoas, peças e informação, resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia.
- d. Processos inadequados: Utilização de jogo errado de ferramentas, sistemas ou procedimentos, geralmente quando uma abordagem mais simples ou mais segura pode ser mais efetiva.
- e. Estoques desnecessários: Armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos altos e baixos desempenho do serviço prestado ao cliente
- f. Movimentação desnecessária: Deslocamento excessivo dos funcionários, geralmente causado pela desorganização do ambiente de trabalho, resultando em baixa performance dos aspectos ergonômicos e perda frequente de itens.
- g. Produtos defeituosos: Produtos fora das especificações desejadas, geralmente ocasionado por problemas nos processos produtivos, problemas de qualidade do produto ou baixa performance na entrega.

A respeito das atividades que compõe o fluxo de valor, Hines & Taylor (2000), apresentam três categorias. A primeira consiste nas atividades que agregam valor para o consumidor final. A segunda é composta pelas atividades que não agregam valor ao consumidor e são desnecessárias em quaisquer circunstâncias, sendo consideradas desperdícios. A terceira categoria é a de atividades que são necessárias, mas não agregam valor ao produto ou serviço.

Para reduzir os desperdícios citados e implementar a mentalidade enxuta na empresa, Womack & Jones (1996) enumeram cinco princípios:

- a. Definir o que é valor para o cliente final:

Valor consiste nas características perceptíveis ao cliente que cada produto ou serviço proporciona. Essas características são decisivas no momento da escolha do cliente em adquirir ou não um produto ou serviço.

- b. Identificar o fluxo de valor:

O fluxo de valor, como já mencionado nesse trabalho é um conjunto contendo todas as ações necessárias para obter o produto ou serviço. Nessa fase é importante distinguir as três categorias de atividades citadas.

- c. Implantar o fluxo contínuo onde for possível:

O fluxo contínuo, em seu conceito ideal, significa que os itens são processados e movidos diretamente de um processo para o próximo, uma peça de cada vez. Como o fluxo contínuo é limitado na realidade atual por questões referentes aos equipamentos, busca-se reduzir o tamanho dos lotes de processamento

d. Utilizar sistemas puxados em locais onde não é possível o fluxo contínuo:

Com esse princípio pretende-se inferir que a produção de um produto deve ser iniciada apenas quando o cliente solicita, na quantidade especificada por ele. Esses sistemas consistem em estoques calculados e com uma lógica de reposição baseada na demanda. Isso permite a redução do excesso de produção e conseqüentemente de estoques.

e. Buscar sempre a perfeição:

A busca pelo aperfeiçoamento contínuo deve nortear todos os esforços da empresa.

## 2.2 Mapa fluxo de valor

Segundo Rother & Shook (2003), o mapeamento do fluxo de valor (MFV) é uma ferramenta do Sistema de Produção Enxuta que ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e de informação à medida que o produto segue o fluxo de valor. O MFV é uma ferramenta essencial da Produção Enxuta na qual ajuda a visualizar mais do que os processos produtivos individuais e sim todo o fluxo; ajuda a localizar as fontes dos desperdícios; fornece uma linguagem comum para todos; tornam as decisões sobre o fluxo visíveis para discuti-las; junta conceitos e técnicas enxutas; é a base de um plano de implementação; mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

## 3 | METODOLOGIA

Para a elaboração deste artigo, foi realizada uma revisão teórica baseada em referências bibliográficas difundidas nos meios físico e eletrônico como em anais publicados em periódicos e dissertações, bem como livros e demais fontes de pesquisa.

Este trabalho possui características quantitativas, pois é possível traduzir as opiniões e informações em números para classificá-las e analisá-las.

Quanto aos objetivos, essa pesquisa é classificada como uma pesquisa exploratória, pois, conforme Gil (2008), uma pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses.

### 3.1 Definição de famílias de estudo

Inicialmente foi feita uma curva ABC a partir da demanda de todos os produtos da empresa nos últimos dois anos. Devido à grande quantidade de produtos que compõem a carteira comercial da empresa, foram classificadas famílias de produtos referentes apenas aos produtos classificados em A. O critério utilizado para a classificação ABC está representado na Tabela 1.

CLASSIFICAÇÃO	PERCENTUAL ACUMULADO DO FATURAMENTO
A	ATÉ 80%
B	DE 81% ATÉ 95%
C	DE 95% ATÉ 100%

Tabela 1 – Critério adotado para classificação ABC

Em seguida, as famílias foram classificadas por similaridade de processos. Verificou-se aquela que possuía a maior participação no faturamento, a qual foi selecionada para a confecção do MFV.

### 3.2 Informações de clientes e fornecedores

Após a definição da família foram identificados junto aos departamentos de PCP e Compras as principais matérias-primas e seus principais fornecedores. Já com o departamento Comercial foram levantados os dados de vendas de um período de 6 meses possibilitando a identificação dos clientes mais expressivos em termos financeiros.

### 3.3 Coleta de informações dos processos

Para essa etapa, foram coletadas as seguintes informações para cada processo: tempo de ciclo; lead time; confiabilidade; tempo disponível; tempo de setup; número de máquinas; número de operadores.

Os tempos de ciclos foram coletados *in loco* com o auxílio de cronômetros. Foi estabelecida uma quantidade de 10 amostras de cada peça da família definida, de modo que foi selecionado o menor tempo repetido para representar a operação.

Como as peças são processadas uma a uma em todos os processos, os *lead times* (ou tempos de processamento) foram considerados de valor igual aos tempos de ciclo.

Para a confiabilidade, foi feito um levantamento a partir de um histórico de manutenção corretiva, onde obteve-se a quantidade de quebras ou defeitos e os respectivos tempos de inatividade por máquina. Em seguida, foi calculada a razão entre os tempos totais de inatividade e tempo total útil do ano.

Com há uma linha dedicada para a família em questão, o tempo disponível foi calculado pela multiplicação das horas de funcionamento da empresa por dia pelos números de dias úteis no mês.

De forma similar aos tempos de ciclo foram coletados os tempos de setup dos processos, sendo calculada a média das amostras coletadas.

O número de máquinas e operadores por processo foi levantado junto ao gerente de produção.

Por fim, foi calculado o *takt time* da linha, pela divisão entre o tempo disponível e a demanda dos produtos da família escolhida (em unidades).

### 3.4 Análise de estoques

Os estoques (matéria-prima, intermediários, produtos acabado e insumos) foram verificados e contados no período estabelecido, que foi de um dia.

### 3.5 Desenho do mapa

A princípio, o mapa foi esboçado a lápis em uma folha de papel. Após a validação das informações coletadas com os colaboradores dos departamentos de Produção, Comercial e Compras redesenhou-se o mapa, com o auxílio da ferramenta Microsoft Office Visio.

Além das informações descritas acima, o mapa contém a linha do tempo, que representa os *lead times* e estoques (na sequência dos processos) e contém o fluxo de informação, que foi desenhado a partir de informações coletadas em entrevistas informais com os colaboradores dos departamentos de Produção, Comercial e Finanças.

### 3.6 Análise do mapa

Nessa etapa foi avaliado o *lead time* total, desde a entrada da matéria-prima na planta industrial até a saída do produto acabado, bem com o tempo de agregação de valor, ou seja, considerando apenas o tempo em que o produto está sendo processado.

Em relação ao fluxo de informação e ao fluxo de material, foram identificados os pontos falhos, à luz dos conhecimentos adquiridos acerca dos 7 desperdícios da produção enxuta.

## 4 | ESTUDO DE CASO

### 4.1 Definições de famílias de estudo

De 1349 produtos vendidos nos últimos dois anos constatou-se que 215 produtos foram classificados como A, dos quais foram definidas 25 famílias. Para a realização desse estudo, foi utilizado o critério de seleção de maior participação no faturamento. Desse modo, foi selecionada a família de rodas com rolamentos, com a participação de aproximadamente 12%.

Os produtos pertencentes a essa família passam pelos processos de fusão, modelagem, rebarbação, torneamento CNC, prensa, furação, etiquetagem, inspeção final, separação e embalagem. O processo de fabricação da roda consiste no derretimento da liga nos fornos, onde está é colocada nos moldes para criar forma. Em seguida passa por acabamento e torneamento, recebendo aplicação dos rolamentos, que são terceirizados, pela prensa. Por fim, passa pela furação, recebe etiquetas de identificação e é inspecionada, partindo assim para a expedição onde é separada e embalada conforme o pedido.

O fluxo de produção é unidirecional, sendo que os processos estão localizados em uma célula de produção dedicada à família.

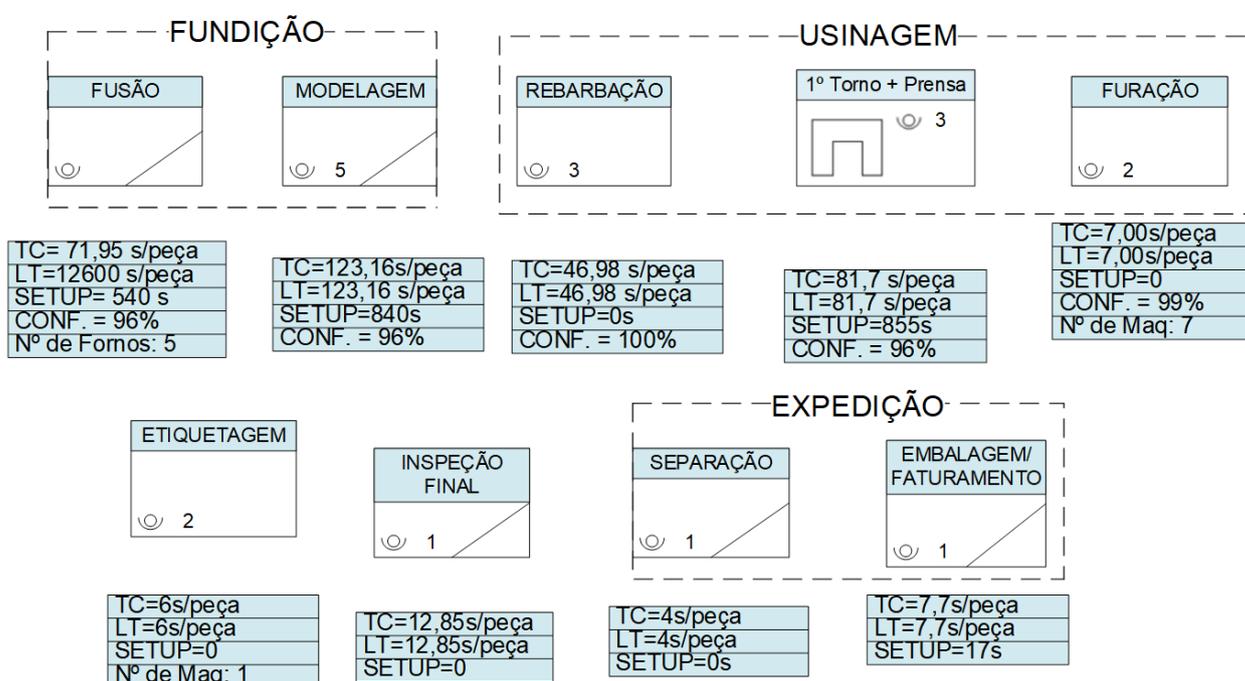
#### 4.2 Informações de clientes e fornecedores

Como as matérias-primas principais foram identificados o lingotes e sucatas, cujos fornecedores não serão divulgados por motivo de acordo de confidencialidade. Além disso, os rolamentos são insumos de entrada no processo.

A demanda média encontrada foi de aproximadamente 5357 peças/mês, sendo que os principais clientes não serão divulgados, também por motivo de sigilo.

#### 4.3 Coletas de informações dos processos

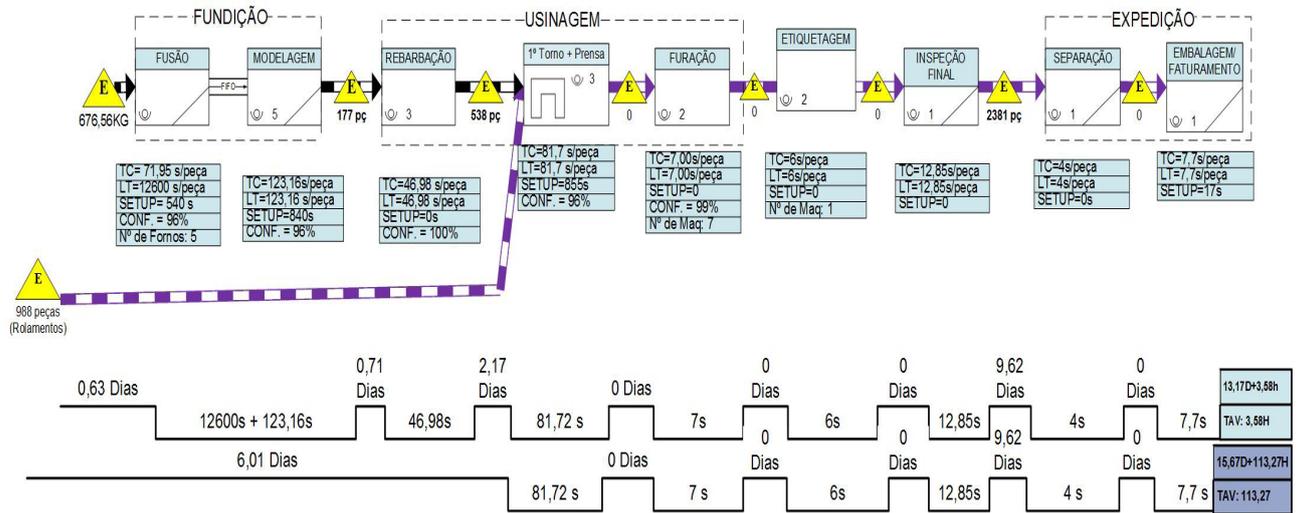
A figura 1 apresenta as informações obtidas para cada processo do fluxo produtivo.



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2014

#### 4.4 Análise e estoque

A figura 2 apresenta as informações obtidas com a contagem de estoque. Os dados obtidos iniciais foram em unidades de produtos, porem para melhor entendimento da capacidade da empresa em suprir seus clientes com o devido estoque, a quantidade encontrada foi dividida pela demanda média diária. Assim, os dados de estoques estão expressos de duas unidades de medida: a quantidade de produto e o período em dias que a mesma seria capaz de suprir a demanda do cliente.



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2014

## 4.5 Desenho do mapa

O mapa foi elaborado, contendo o fluxo de informação, fluxo de materiais e a linha do tempo, e pode ser verificado no anexo 1 deste documento.

## 4.6 Análise do mapa

Inicialmente foram verificadas as duas linhas do tempo identificadas, o que ocorre porque há dois fluxos de materiais na família. A linha que apresentou maior *lead time* foi a linha que se inicia no estoque de rolamentos, sendo considerada para essa análise.

O tempo de agregação de valor desta linha foi de 113,27 segundos, representando 0,008% do *lead time* total de 15,67 dias. Dessa forma verifica-se um alto estoque na empresa, tendo em vista que o processo de agregação de valor é altamente rápido. Também com relação a linha do tempo pôde-se verificar um gargalo na modelagem, uma vez que o *takt time* é de 107,52 segundos e o tempo de ciclo deste processo é de 123,16 segundos.

O fluxo de material apresentou os seguintes desperdícios:

- Superprodução: pode ser identificada através dos estoques capazes de suprir ao um período muito longo de demanda.
- Espera: pode ser identificado pelo fato dos processos estarem desbalanceados, de forma que o trabalho não está bem distribuído entre os colaboradores. Além disso há espera de produtos para serem processados nos estoques intermediários.
- Estoque: em consequência da superprodução, verifica-se a resistência de inventário excedente ao necessário.

No fluxo de informação foram identificados os seguintes desperdícios:

- Processo inadequados: no mapa, verificou-se que não há comunicação entre os departamentos de PCP e o Compras, ou seja, as compras de matéria-prima e insumos são realizadas sem a informação das necessidades de

materiais. Além disso, a ocorrência da programação “vá ver” indica outro processo inadequado, onde há tomadas de decisão de forma empírica, implicando em baixa assertividade.

- **Movimentação:** por ser tratar de um fluxo empurrado, onde um único departamento (PCP) envia ordens de produção para os processos produtivos, verifica-se a movimentação desnecessária de informações.

## 5 | CONCLUSÃO E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

O mapa de fluxo de valor é uma ferramenta que possibilita uma visão sistêmica da estrutura produtiva, de modo a proporcionar um melhor direcionamento das ações de melhorias. Desse modo, com análise efetuada é possível verificar que o primeiro ponto a ser atacado pelo processo de transformação enxuta deve ser a modelagem, pois como a produção ocorre em linha, este limita o ritmo da saída de produtos.

A fábrica de peças de reposição em alumínio estudada é um exemplo de produção empurrada, apresentando no mapeamento cinco desperdícios da produção enxuta. Verifica-se a falta de dados deste trabalho para identificar os desperdícios de transporte e produtos defeituosos.

Para a identificação do transporte desnecessário, sugere-se o desenho do layout e o uso da ferramenta de diagrama de espaguete, e para os produtos defeituosos, uma análise de histórico de refugo da fábrica, bem como de reclamações de clientes.

Adicionalmente, foi verificado com o mapa o desbalanceamento dos processos produtivos. Propõe-se o uso da ferramenta de gráfico de balanceamento de operações e do estudo de cronoanálise para solucionar essa falha.

## REFERÊNCIAS

**GIL, A. C.** *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

**ROTHER, M., SHOOK, J.** *Aprendendo a Enxergar. Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdícios*. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003

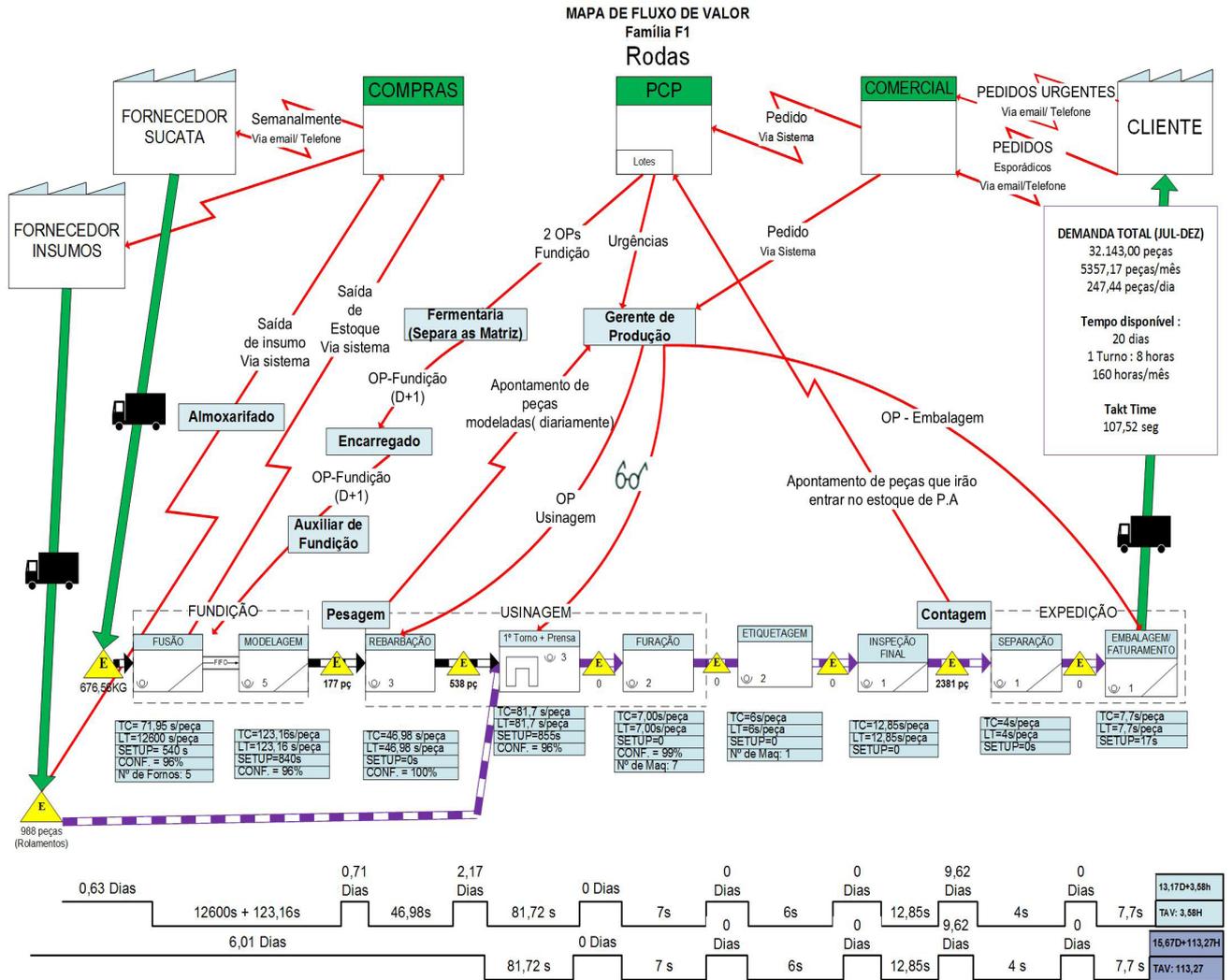
**SHINGO, S.** (1996) – *O Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala*. Porto Alegre, Editora Bookman.

**WOMACK, James P. et al.** *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campos. 1992

**WOMACK, P.J.; JONES, T.J.,** 1998. *A mentalidade enxuta nas empresas*. Ed. Campus, Rio de Janeiro, Brasil.

**WOMACK, J.P. JONES, D. T.** (1996) *Lean Thinking – Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon & Schuster, NY

# ANEXO 1 – MAPA DE FLUXO DE VALOR DA FÁBRICA DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO EM ALUMÍNIO.



## ANÁLISE DOS DESPERDÍCIOS EXISTENTES E DO RESPECTIVO CONTROLE VIA MRP NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS DIRECIONADOS PARA RECÉM-NASCIDOS E LACTENTES EM AMBIENTE RESIDENCIAL

**Eduardo Braga Costa Santos**

Universidade Federal da Paraíba, Centro de  
Tecnologia

João Pessoa – PB

**Denise Dantas Muniz**

Universidade Federal da Paraíba, Centro de  
Tecnologia

João Pessoa – PB

**RESUMO:** este estudo tem por objetivo determinar os níveis de desperdício no consumo de alimentos lácteos por recém-nascidos e lactentes dentro de um ambiente residencial e estabelecer modelo de processo produtivo otimizado para redução dos níveis de desperdício do insumo alimentar utilizado, devido ao alto custo de aquisição do mesmo por famílias brasileiras estabelecidas nas classes C e D. Foi deduzido um cálculo de consumo baseado nas recomendações do fabricante quanto ao uso do composto na produção da bebida láctea ao recém-nascido e avaliados os níveis de consumo ao longo de dois períodos no mês de outubro de 2014, comparando o uso do recurso antes e após a padronização de consumo do recurso utilizando o MRP. Os resultados obtidos com a padronização implicam no aumento do ciclo da vida útil em 22,2%, assim como na redução média do consumo do alimento direcionado ao lactente,

o que implica em redução dos custos diretos de produção assim como em um maior nível de controle do processo produtivo. Estudos mais diversificados podem abranger outros produtos do gênero alimentício consumidos em qualquer local, particularmente uma residência.

**PALAVRAS-CHAVE:** planejamento, alimentos lácteos, otimização, MRP.

**ABSTRACT:** this study has the goal to determine the waste levels in dairy foods by newborns and infants inside an residential environment and establish an optimized manufacturing process model to reduce the used input food waste levels, due to the high acquiring cost by the Brazilian families established in C and D economic classes. A consume calculus was deduced by the manufacturers' recommendations about the composite usage in the production of the newborn's dairy food and evaluated the consumption levels during two periods in the month of October/14, comparing the resource usage before and after the resource consumption standardization using MRP. The obtained results with the standardization implies an useful life cycle's increasing in 22,2%, as the dairy food consumption average reduction, which implies in manufacturing direct costs reduction as in a higher productive process controlling level. More diversified studies can include another consumed foodstuff products in

anywhere, particularly in a residence.

**KEYWORDS:** planning, dairy food, optimization, MRP.

## 1 | INTRODUÇÃO

Todo alimento que possa ser consumido por alguém se encaixa dentro de um ciclo no qual existe a possibilidade de otimização do processo produtivo do mesmo. Os alimentos, de acordo com o Decreto Lei 986 (1969), se caracterizam como “toda substância ou mistura de substâncias, no estado sólido, líquido, pastoso ou qualquer outra forma adequada, destinadas a fornecer ao organismo humano os elementos normais à sua formação, manutenção e desenvolvimento”.

Desta maneira, se constituem em um produto de caráter vital, isto é, cuja recusa do consumo não é uma alternativa viável, mas que por fatores culturais ao longo do tempo, se transformou em produto de caráter eletivo, no qual é possível eleger quais elementos consumir em detrimento de outros, mas não impedindo o consumo.

Os alimentos, assim como todo insumo para geração de um produto de maior valor agregado, são usados dentro da indústria para serem transformados em diversos compostos, em particular os de caráter alimentício, com características definidas de acordo com a aplicabilidade e resultados que devem propiciar, considerando a parcela de mercado que se pretenda atingir. E isto implica em otimizar o aproveitamento dos recursos e diversificar a aplicação dos mesmos, reduzindo os níveis de desperdício e gerando retornos satisfatórios sobre o custo de produção.

Desta forma, atingir um público específico com os gêneros alimentícios se torna de relativa facilidade ao se definir o produto oferecido e que nicho de mercado está a buscar consolidação. No entanto, um dos setores com maior dificuldade de penetração observada na questão de gêneros alimentícios está na faixa dos alimentos substitutos do leite materno ou humano, que de acordo com a Lei 11265 (2006), define como sendo “qualquer alimento comercializado ou de alguma forma apresentado como substituto parcial ou total do leite materno ou humano”.

Neste ponto, há uma preocupação maior por parte dos responsáveis sociais dos lactentes em garantir uma nutrição adequada devido a fatores que o impeçam de ingerir o leite materno e/ou variáveis que não possam ser controladas facilmente.

Nesse sentido, este artigo tem o objetivo determinar os níveis de desperdício no consumo de alimentos lácteos por recém-nascidos e lactentes dentro de um ambiente residencial e estabelecer modelo de processo produtivo otimizado para redução dos níveis de desperdício do insumo alimentar utilizado, devido ao alto custo de aquisição do mesmo por famílias brasileiras estabelecidas nas classes C e D.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Para alcançar o objetivo do artigo, entendeu-se como necessário referenciar alguns conceitos que constituem o sistema de produção de alimentos, o sistema industrial de produção além do Materials Requirement Planning – MRP.

### 2.1 Sistema de produção de alimentos

Braun e Brown (2003) definem sistemas de produção de alimentos ou agroecossistemas como conjunto de atividades que geram produtos alimentares para o consumo humano e que dependem de fatores que se inter-relacionam, como terra, trabalho, capital, tecnologia e instituições de mercado e não mercantis que regulam sua distribuição.

Tolba et al (1992) define que “o sistema de produção agrícola atual consiste em três componentes que interagem entre si: recursos naturais, tecnologia e meio ambiente”. Desta forma, a agricultura pode ser analisada dentro de um conjunto complexo de tecnologias no qual se faz o acesso ao recurso natural para a produção de alimentos. De um modo amplo, a agricultura é uma atividade que, por definição, rompe com este equilíbrio ao estabelecer uma simplificação do ecossistema original (ASSIS, 2006).

Gergoletti (2008) aponta que a produção de alimentos se baseia em quatro atividades principais: agricultura, criação de animais, extrativismo vegetal e extrativismo animal. Desta forma, o autor implica que “os agroecossistemas requerem a modificação do sistema natural” e que este impacto antropogênico resulta na transformação profunda dos ecossistemas. [...] Cada etapa ou técnica aplicada na produção agrícola resulta em diferentes danos ambientais “[...] que revertem contra a atividade produtiva, estabelecendo um vínculo de causa e efeito”.

Segundo o Secretariado da Convenção em Diversidade Biológica – SCBD (2006), cerca de 7 mil espécies de vegetais têm sido cultivadas e coletadas para o suprimento alimentar da humanidade desde o início da prática da agricultura, há aproximadamente 12 mil anos. No entanto, atualmente 15 espécies vegetais e 8 espécies animais respondem por 90% da produção mundial de alimentos, ocupando uma área de 1/3 da superfície terrestre, tornando a agricultura uma atividade que demanda níveis de controle mais severos na questão de produtividade e otimização dos recursos.

De acordo com a ONU (2013), a população humana ultrapassa os 7 bilhões e as projeções para 2050 indicam uma população de até 9,6 bilhões. Para garantir a quantidade necessária de alimentos para esta população, será necessário “duplicar a produção em um período inferior a 40 anos” (PESKE, 2011). No entanto, dentro da finitude dos recursos disponíveis para as atividades produtivas do setor, há uma crescente preocupação em garantir a alimentação dos mesmos, de forma a mitigar a possibilidade de conflitos em escalas regionais e/ou globais pela dificuldade de acesso aos alimentos.

### 2.1.1 Produção industrial de alimentos

Ao coletar o alimento em seu estado *in natura*, boa parte desta produção é direcionada para o processamento industrial, onde tais insumos serão convertidos em compostos alimentares e receberão aditivos que modificam, realçam ou suprimem características do insumo usado como base do produto final, tais como sabor, odor, prazo de validade, teor nutritivo, dentre outros. E a produção de alimentos industrializados, assim como qualquer atividade humana, está também sujeita às perdas durante o ciclo produtivo.

Silva (2015) aponta que os alimentos industrializados se valem do uso de aditivos para que estes possam manter as características desejadas pelo produtor, dos quais são apontados os principais tipos de aditivos utilizados:

- Corantes: restituir, melhorar ou padronizar a cor dos produtos alimentícios;
- Aromatizantes: restituir, melhorar e realçar o sabor dos alimentos;
- Conservadores: retardam a velocidade do processo de deterioração, inibindo a ação de microrganismos;
- Antioxidantes: retardam o processo de oxidação;
- Estabilizantes: visam a conservação ou a melhoria da aparência. Em laticínios, são usados para estabilizar proteínas, retardando o processo de autodeterioração;
- Espessantes: tornam os alimentos mais viscosos, melhorando a aparência;
- Umectantes: propiciam a retenção de umidade nos alimentos;
- Antiumectantes: retardam a absorção de umidade durante o período de armazenagem;
- Acidulantes: ácidos acrescentados a bebidas para conferirem (a) comunicar sabor ácido ou agridoce, (b) melhorar o *bouquet* e (c) preservar as características da bebida por mais tempo;

No setor de alimentos para lactentes, a produção do composto lácteo em pó envolve, de acordo com Silva (2015) e NESTLÉ® (2013), a centrifugação do leite fresco, classificação para eliminação de sujidades, pasteurização, evaporação para retirada parcial da água, secagem do leite evaporado e resfriamento subsequente. Após isto, adicionam-se aditivos para reforçar as propriedades nutricionais e prolongar o tempo de conservação do alimento produzido.

### 2.1.2 Perdas e desperdícios

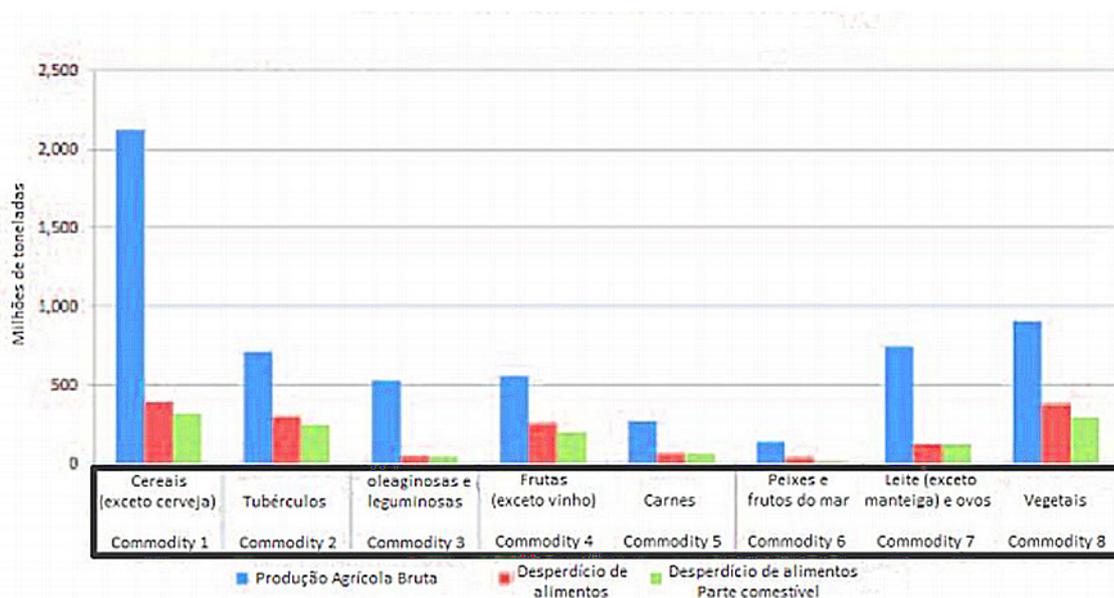
De acordo com Bornia (1995), perda é “tudo o que não agrega valor ao produto e custa alguma coisa, desde materiais e produtos defeituosos até atividades não produtivas”. No entanto, o autor ressalta que existem atividades não-produtivas que não podem ser eliminadas, por serem necessárias ao processo produtivo. Porém,

estas podem ser otimizadas para minimizar o impacto dos custos operacionais. Neste ponto, Brum (2006) aponta que atividades e recursos que não são usados de maneira eficiente, assim como os materiais, mão de obra e energia perdidas, horas de treinamento e aprendizado que a empresa e a sociedade perdem se caracterizam como desperdícios.

Ohno (1997), Shingo (1996) e Ghinato (1996) descrevem a perda dentro do conceito de desperdício, onde o mesmo está configurado dentro de sete tipos distintos e intrínsecos, o que leva a um efeito em cascata dentro da produção quando não trabalhadas e atacadas de forma efetiva. Os principais desperdícios observados em qualquer processo produtivo, segundo Shingo (1996), são os desperdícios por superprodução, por espera, por transporte, por processamento, por movimentação, por produtos defeituosos e por estoque. Neste processo, todos os desperdícios estão fortemente interligados, de tal forma que a identificação de um destes implica diretamente na existência oculta dos demais tipos de desperdícios citados, o que leva a perdas em caráter exponencial a longo prazo.

Na cadeia logística do alimento, as perdas chegam a 1/3 do total de insumos produzidos, segundo a Organização da Agricultura e Alimentos das Nações Unidas – FAO (2013), o que equivale a 1,3 bilhões de toneladas em alimentos e perdas monetárias na faixa dos US\$ 750 bilhões anuais. Em termos de desperdícios de recursos, a quantidade de alimentos não consumidos ao ano consome uma quantidade de água igual à vazão anual do rio Volga, localizado na Federação Russa, e liberam na atmosfera 3,3 bilhões de toneladas de gases estufa.

Deste total observado, 54% do volume desperdiçado é concentrado na fase de produção, manipulação pós-colheita e armazenagem. O restante do volume desperdiçado ocorre nas fases de processamento, distribuição e consumo, conforme pode ser observado na Figura 1 abaixo, de acordo com as principais commodities comercializadas.



## 2.2 Materials requirement planning – mrp

De acordo com Arnold (1999), o MRP é “um plano para a fabricação e compra de componentes utilizados para a feitura de itens no Master Production Scheduling – MPS”. Hara (2012) destaca que o MRP é “um software bastante útil para que a gestão de materiais coadune suas necessidades e demandas com as da gestão de produção”. Dias (2012) aponta que o sistema MRP “é capaz de planejar as necessidades de materiais a cada alteração na programação de produção, registros de inventários ou composição de produtos”. Fernandes e Godinho Filho (2010) apontam que o MRP demanda uma definição consistente de alguns parâmetros, como o tamanho do lote, os estoques de segurança e os *lead times* observados no processo.

Desta forma, é possível compreender que o MRP auxilia ao decisor de definir as quantidades necessárias e o tempo exato para utilização dos materiais na fabricação dos produtos finais, pois avalia diretamente a natureza da demanda existente no processo produtivo.

Neste ponto, a aplicação do MRP se mostra de grande diversidade, onde os recursos disponibilizados podem ser controlados de forma que haja a “disponibilidade de materiais, componentes e produtos para atendimento ao planejamento da produção e às entregas dos clientes” (HARA, 2012; FERNANDES e FILHO, 2010; DIAS, 2012). E o nível de detalhamento é alto, pois “o MRP estabelece quando os componentes e peças serão necessários para fabricar cada item final” (ARNOLD, 1999), fazendo com que o horizonte de planejamento possa ser tão longo quanto os *lead times* combinados de compras e fabricação.

## 3 | PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para determinar o nível de desperdício existente no procedimento usado antes das modificações, foi realizada a coleta de dados observando durante 1 semana, observando a quantidade de refeições preparadas para um lactente com idade aproximada entre 05 e 07 meses, seguindo as recomendações do fabricante do composto lácteo utilizado, variando as quantidades de volume servidas entre 120 ml (dia) e 150 ml (noite) da mistura alimentar durante o período, conforme Figura 2 abaixo.

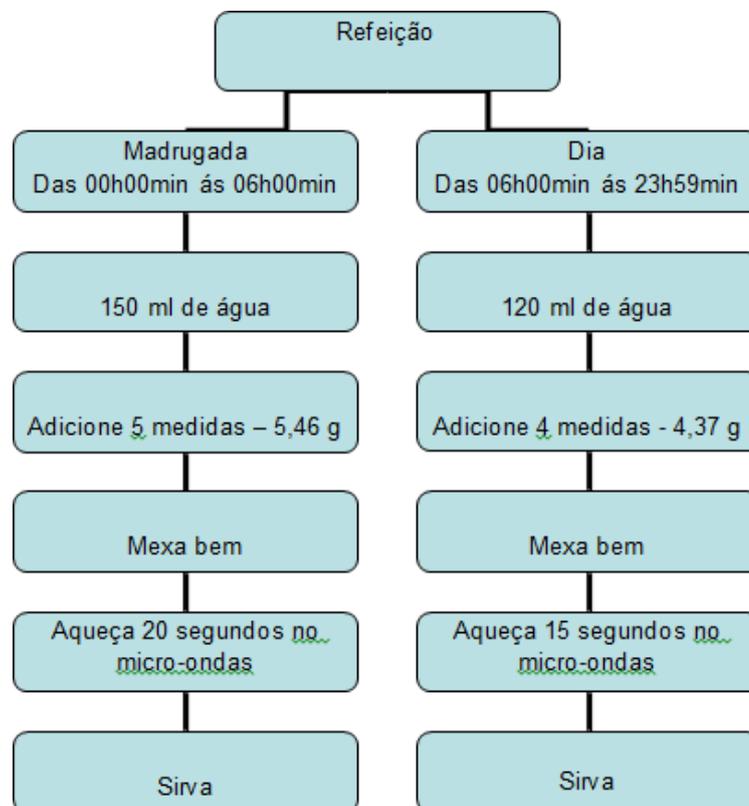


Figura 2 - fluxograma de produção das refeições para o lactente antes da padronização do volume produzido

Na semana seguinte, foi realizado o mesmo procedimento, desta vez padronizando o volume servido em 120 ml, independente do turno observado e aplicada a ferramenta matemática MRP para comparar os dois procedimentos e a respectiva efetividade. Para se calcular o nível de consumo do composto lácteo, desenvolveu-se a fórmula matemática (1) para determinar a massa total consumida por refeição, construída em cima das informações prestadas pelo fabricante do composto alimentar.

$$M_c = \frac{4,37}{30} \sum V_{H_2O} \quad (1)$$

Onde  $M_c$  = massa consumida de composto alimentar por refeição e  $V_{H_2O}$  = Volume de água consumido por refeição. Todos os dados aferidos tem por parâmetro o conteúdo líquido de uma lata com 800 gramas do composto alimentar adquirido para a nutrição do lactente. Foram tabelados os períodos em que a geração de sobras foram maiores para identificar as causas que levam a este descarte de alimento pelo lactente e observada as taxas de desperdício antes e depois da padronização via MRP do produto gerado, assim como pela decisão tomada em relação ao controle do estoque do composto alimentar.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme a Figura 3 abaixo, a quantidade média de consumo antes da

padronização do volume das refeições era de  $(99,42 \pm 39,55)$  gramas por dia, o que dá uma vida média útil entre 5,76 e 13,36 dias antes da aquisição de uma nova lata de 800 gramas, o que gerou a produção de 43 refeições por lata, a uma sobra de 4,66 gramas do composto alimentar e a uma quantidade de alimento lácteo não consumido total de 630 ml durante o período distribuído em 19 ocorrências. Portanto, o que levava ao reabastecimento do estoque em pelo menos 4 vezes ao mês, gerando custos extras de estoque e comprometimento desnecessário de recursos com espaço e superprodução, como pode ser visto na Figura 4 abaixo.

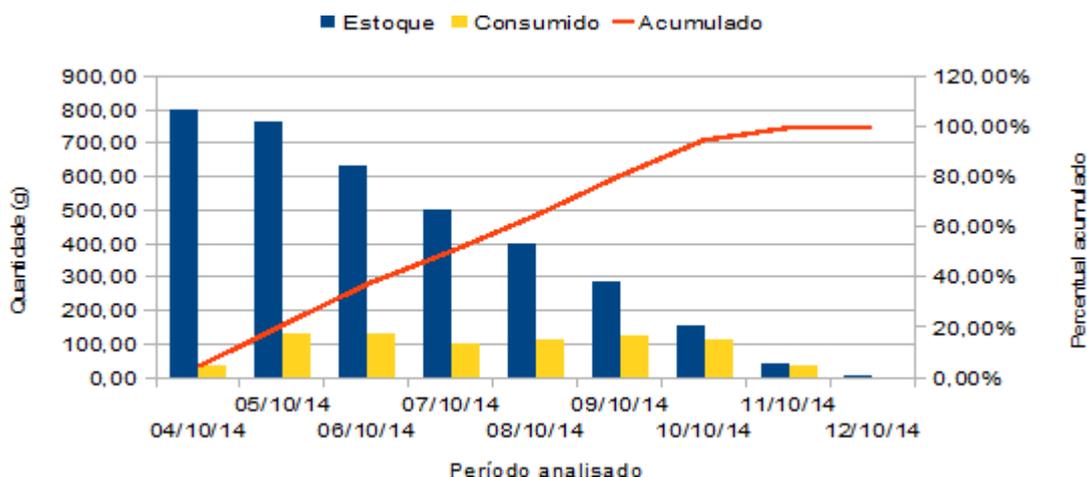


Figura 3 - Consumo do composto alimentar antes da padronização

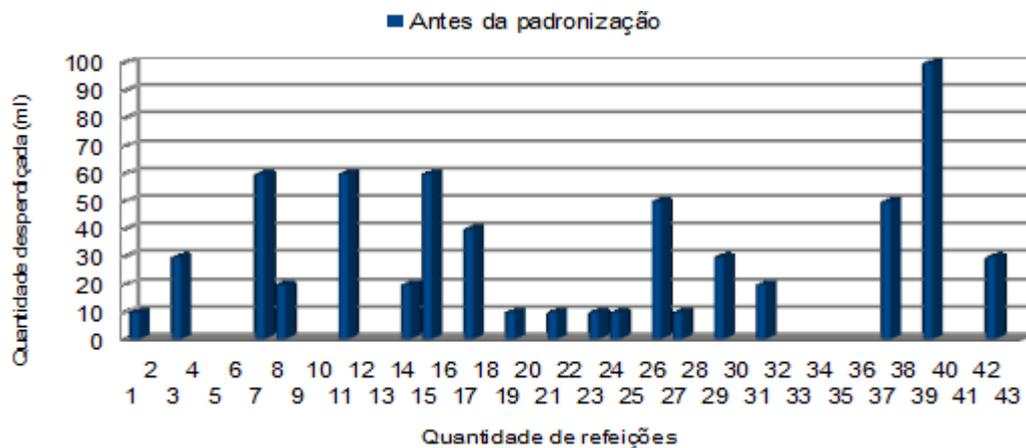


Figura 4 - Volume de desperdício por refeição produzida antes da padronização

Uma vez padronizada as refeições através da ferramenta MRP, as quantidades de material desperdiçado reduziram de maneira significativa, conforme Figura 5, onde a média de sobras geradas por refeição produzida reduz de 14,65 ml para 4,35 ml, assim como os intervalos médios entre refeições aumentou de 3 horas e 52 minutos para 4 horas e 25 minutos, conforme Figura 5 aponta em seu comparativo de intervalo entre refeições.

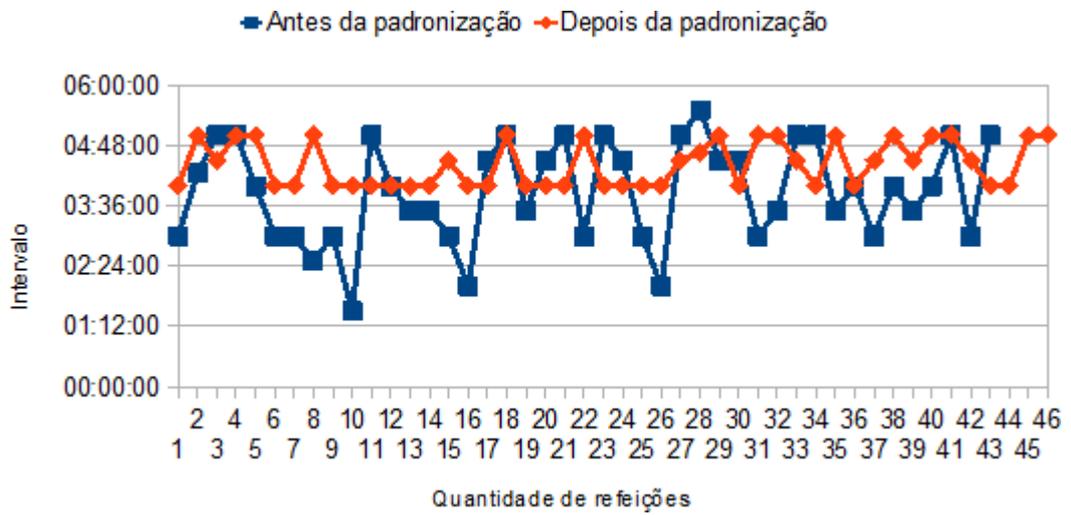


Figura 5 - Intervalo de tempo entre refeições antes e após padronização

O consumo médio diário do composto alimentar foi de  $(80,40 \pm 24,99)$  gramas, o que permitiu a vida média útil do estoque ser entre 7,63 e 14,52 dias, um aumento considerável de 22,22% no ciclo de vida, gerando uma quantidade observada de 46 refeições por lata consumida, um aumento de 7% da produção sobre o método antigo, a uma sobra residual de 0,63 grama e sobras totais de 200 ml distribuídas em 09 ocorrências, conforme Figuras 6 e 7 abaixo.

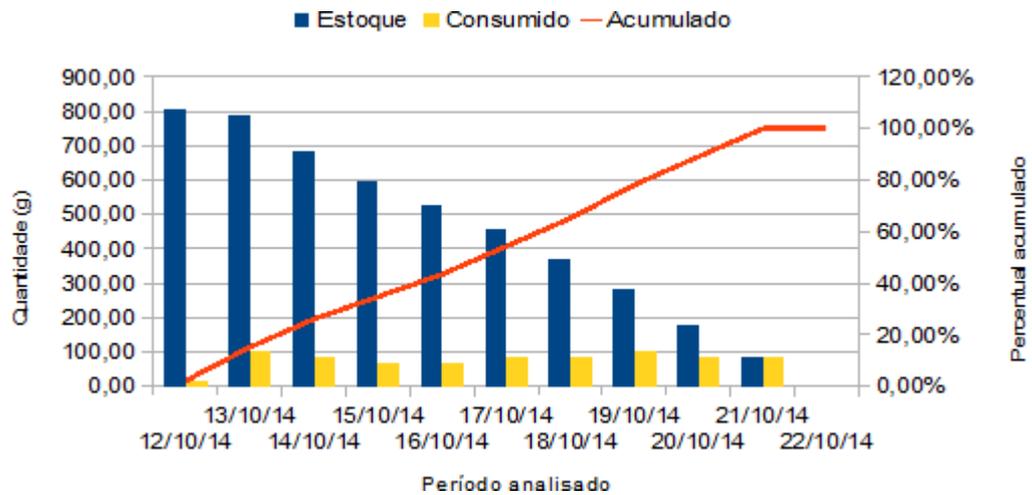


Figura 6 - Consumo do composto alimentar depois da padronização



Figura 7 – Volume de desperdício por refeição produzida depois da padronização

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos resultados obtidos, é coerente identificar que a aplicação de um processo de padronização no sistema de produção de alimentos aliado ao controle de entradas e saídas de recursos, independente da área em que estiver sendo empregada, se mostra de boa eficiência e otimiza os custos de manutenção da organização. A padronização na produção de alimentos lácteos para lactentes em ambientes residenciais permite com que os custos sejam melhor planejados, as perdas sejam minimizadas e os ganhos, não restringidos à questão monetária, mas em um amplo sentido, em qualidade de alimentação para o lactente são visivelmente significativos.

A aplicação de ferramentas de gestão e controle, como MRP, se mostram de grande amplitude e fácil entendimento uma vez que os ganhos produzidos se mostram significativos após a adoção da padronização de consumo dos recursos disponibilizados, como demonstrado no controle do estoque de compostos lácteos e cuja aplicação pode ser estendida para quaisquer recursos que possam ser controlados dentro de uma residência.

## REFERÊNCIAS

ARNOLD, J. R. T. **Administração de materiais: uma introdução**. Tradução de Celso Rimoli e Lenita R. Esteves. 1ª edição. São Paulo: Atlas, 1999.

ASSIS, R. L. **Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia**. In: Economia Aplicada, v. 10, nº 1. Ribeirão Preto, Jan/Mar 2006.

BORNIA, A. C. **Mensuração das perdas dos processos produtivos: uma abordagem metodológica de controle interno**. 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto nº 986, de 21 de outubro de 1969. **Institui normas básicas sobre alimentos**. Brasília, DF, 1969. Disponível em <http://anvisa.gov.br/> Acesso em 10/02/2016.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura. Lei nº 11265, de 3 de janeiro de 2006. **Regulamenta a comercialização de alimentos para lactentes e crianças da primeira infância e também a de produtos de puericultura correlatos**. Brasília, DF, 2006. Disponível em <http://anvisa.gov.br/> Acesso em 10/02/2016.

BRAUN, J. V.; BROWN, M. A. **Ethical questions of equitable worldwide food production systems**. In: Plant physiology, v. 133, n. 3, p. 1040-5, nov. 2003.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão**. 6ª edição. São Paulo: Atlas, 2012.

FAO. **Food wastage footprint: impacts on natural resources**. Nova Iorque: ONU, 2013.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FIL M. **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial**. 1ª edição. São Paulo: Atlas, 2010.

GERGOLETTI, I. F. **Produção de alimentos: uma análise comparativa de cenários na perspectiva da sustentabilidade ambiental**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção, área de concentração em Gestão Ambiental e Energética) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

GHINATO, P. **Sistema toyota de produção: mais do que simplesmente just-in-time**. Caxias do Sul: Ed. Da UCS, 1995

HARA, C. M. **Administração de recursos materiais e patrimoniais**. Campinas: Alínea, 2012.

NESTLÉ. **Nestlé professional: saiba como se dá a obtenção do leite em pó a partir do leite fresco**. Disponível em <https://www.nestleprofessional.com/> Acesso em 14/02/2016.

OHNO, T. **O sistema toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ONU. **World population prospects: the 2012 revision**. Volume 1, Nova Iorque: Nações Unidas, 2013.

PESKE, S. T. **A semente e os desafios da agricultura**. Disponível em <http://seednews.inf.br/> Acesso em 12/02/2016.

TOLBA, M. K. et al. **O ambiente do mundo 1972 – 1992: duas décadas de desafios**. Londres: Chapman & Hall and UNEP (Nairóbi). 1992.

SCBD – SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **Global diversity – outlook 2**. Montréal: SCBD, 2006. Disponível em <http://www.biodiv.org> Acesso em 12/02/2016

SHINGO, S. **O sistema toyota de produção – do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996a.

SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero: o sistema shingo para melhorias contínuas**. Porto Alegre: Bookman, 1996b.

SILVA, L. C. **Cultura Gastronômica: processos agroindustriais de produção de alimentos**. Disponível em <http://correiogourmand.com.br/> Acesso em 10/02/2016.

## PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE PRODUTOS PARA BELEZA

### João Lucas Ferreira dos Santos

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR/  
Campus de Campo Mourão)

### Jessycka Brandão Santana

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR/  
Campus de Campo Mourão)

### Afonso José Lemos

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR/  
Campus de Campo Mourão)

### Rony Peterson da Rocha

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR/  
Campus de Campo Mourão)

**RESUMO:** O Planejamento e Controle da Produção (PCP) é uma área importante para as organizações, uma vez que realiza a interligação da alta administração com a área operacional, com o intuito de operacionalizar ações para o cumprimento de diversas metas de produção. Nesse trabalho, foi realizado um diagnóstico geral da área de PCP de uma empresa que produz produtos para beleza, com o intuito de verificar como são desempenhadas algumas das importantes atividades dessa área. Por meio da coleta de dados na empresa foi possível identificar que não existe um departamento formal de PCP. Desta forma sugere-se que os responsáveis da empresa busquem qualificar a mão de obra já existente para atuar formalmente na área de PCP, com o intuito de executar uma

programação que vise a otimização da utilização dos recursos de transformação, pois a empresa possui fornecedores de outros países e clientes nos mais diversos Estados brasileiros.

**PALAVRAS-CHAVE:** PCP, Fluxograma de Informação e Produção, Organograma, Horizonte de Planejamento.

**ABSTRACT:** Production Planning and Control (PCP) is an important area for organizations, since it interconnects top management with the operational area, in order to operationalize actions to meet several production goals. In this work, a general diagnosis was made of the PCP area of a company that produces beauty products, in order to verify how some of the important activities of this area are performed. Through the data collection in the company it was possible to identify that there is no formal department of PCP. In this way, it is suggested that the managers of the company seek to qualify the existing workforce to formally work in the PCP area, in order to execute a programming aimed at optimizing the use of the transformation resources, since the company has suppliers of other countries and clients in the most diverse Brazilian states.

**KEYWORDS:** PCP, Information and Production Flowchart, Organization Chart, Planning Horizon.

## 1 | INTRODUÇÃO

Devido à exigência do mercado consumidor por questões como diferenciação, custo, prazo de entrega e qualidade de produtos e/ou serviços, às organizações buscam cada vez mais, ferramentas que auxiliem no atendimento destas exigências. De acordo com Kyrillos *et al.*, (2011) responder questões desta natureza remete a execução de algumas atividades, como: Planejamento e Controle da Produção (PCP).

O PCP é uma atividade de apoio nas organizações, ou seja, integra diversas atividades estruturadas em uma cadeia produtiva, de modo a buscar eliminar tempos e atividades desnecessárias. O PCP, segundo Schultz e Santos (2014) é uma área que visa atender as demandas de produtos e/ou serviços do mercado por meio de um conjunto de atividades estruturadas. Essa área trabalha com diversas atividades, desenvolvidas nos níveis estratégico, tático e operacional, no horizonte de longo, médio e curto prazo.

No nível estratégico (horizonte de longo prazo), são desenvolvidos a partir dos objetivos estratégicos de produção os planos de produção, caracterizados como Planejamento Agregado da Produção (PAP). Esses planos são desmembrados no nível tático (horizonte de médio prazo) em planos mestres de produção (PMP). Por fim, no nível operacional (horizonte de curto prazo), são realizados o detalhamento dos produtos que serão produzidos e as máquinas que serão utilizadas, definindo-se o seqüenciamento e o controle da produção (TUBINO, 2009).

Diversas atividades são trabalhadas nos níveis estratégicos, táticos e operacional da área de PCP. Essas atividades são fundamentais para o bom desempenho de muitas organizações, no entanto, em Pequenas e Médias Empresas (PME), muitas dessas atividades são realizadas informalmente, isto é, devido a falta de um departamento de PCP, essas atividades são desenvolvidas por diversas áreas, tais como: setor comercial; setor de compras; setor financeiro e etc. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo mostrar os resultados obtidos a partir de um diagnóstico da área de PCP de uma empresa que produz produtos de beleza.

## 2 | PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP)

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) refere-se a um conjunto de funções inter-relacionadas com o objetivo de comandar o processo produtivo e coordená-lo com os demais setores administrativos da empresa. O PCP, segundo Martins e Laugeni (2006), em uma organização proporciona uma visão sistêmica sobre os processos produtivos e, conforme afirmam Slack; Chambers e Johnston (2009) concilia o que o mercado requer e o que as operações podem fornecer. Sendo assim, Chase; Jacobs e Aquilano (2006) complementam que esse consiste em uma função de apoio de coordenação das várias atividades de acordo com os planos de produção, no tocante onde os programas preestabelecidos possam ser atendidos nos prazos e

quantidades esperados.

O PCP envolve inúmeras decisões a serem tomadas, trabalhando objetivamente algumas questões, como por exemplo: o que produzir, quanto e quando produzir, comprar e entregar, além de quem e/ou onde e/ou como produzir (FERNANDES; GODINHO FILHO 2010; CORREA; GIANESI; CAON, 2008).

Vale ressaltar que existe uma diferença entre planejamento e controle, segundo Slack; Chambers e Johnston (2009) essas diferenças não são bem caracterizadas na prática, porém o planejamento emprega a função de formalização do que se pretende que aconteça, enquanto que o controle, se da ao processo de lidar com essas variações sob a adaptação da realidade de cada nível hierárquico. De acordo com Lustosa *et al.*, (2008) o PCP articula e interliga as decisões nos níveis hierárquicos da organização, desta forma busca reduzir os conflitos entre os departamentos, como por exemplo, finanças, vendas e produção.

Para Tubino (2009) o PCP recebe informações, direta ou indireta de vários setores do sistema produtivo, desde a chegada da matéria prima até transformação e entrega do produto final. Para o mesmo autor existem algumas variáveis associadas ao PCP que precisam ser analisadas para o cumprimento dos objetivos de desempenho quanto à composição, como a estrutura organizacional, a elaboração do fluxo de informação e produção, e a classificação do sistema de produção.

## 2.1 Funções do pcp

O PCP atua em níveis hierárquicos diferentes, com uma particularidade para cada horizonte de planejamento, como pode ser apresentado no Quadro 1.

Nível Hierárquico	Definição
Estratégico	Políticas de longo prazo, definindo planejamento da capacidade e planejamento agregado.
Tático	Planos de médio prazo para produção resultando no Plano Mestre de Produção (PMP)
Operacional	Planos de curto prazo, resultados do <i>Material Requirement Planning</i> (MRP) ou planejamento das necessidades de materiais.

Quadro 1: Atuação do PCP nos níveis hierárquicos

Fonte: Adaptado de Lustosa *et al.*, (2008)

Observa-se que são importantes para o PCP as informações que dizem respeito ao horizonte de planejamento, pois segundo Tubino (2009) as funções do PCP estão distribuídas nos níveis de longo, médio e curto prazo.

No horizonte de longo prazo, é gerado por meio de previsões de demanda agregada e do planejamento estratégico de produção um plano de produção, denominado de plano agregado. A ênfase desse plano está mais no planejamento do que no controle. Desse plano são geradas as metas de produção.

No horizonte de médio prazo, a partir do plano agregado, é gerado um plano

mestre de produção (PMP). Esse plano é gerado com informações detalhadas de previsões de demandas de cada um dos produtos a serem produzidos e é responsável por trabalhar de forma eficiente os recursos disponíveis (TUBINO, 2009).

Em relação ao curto prazo, cabe ao PCP tomar decisões em relação à Programação e Seqüenciamento da Produção. Na programação é usual a utilização da lógica do Planejamento das Necessidades dos Materiais (MRP). Nesse nível analisa-se o seqüenciamento da produção e as necessidades de capacidade, controle de entrada/saída de demandas programadas além do controle de compras (CHASE; JACOBS e AQUILANO, 2006).

Seja qual for do nível hierárquico, as atividades de PCP estão distribuídas ao longo de uma estrutura, formalizadas ou não. Esta estrutura caracterizará questões em relação às atividades e como as informações serão trabalhadas.

## 2.2 Estrutura organizacional

A estrutura organizacional pode ser vista como um sistema de comunicação, permitindo que as pessoas se comuniquem e exerçam suas atividades, sobre um nível hierárquico estabelecido. Nota-se que ao tratar sobre estruturas organizacionais e seus principais tipos, é fundamental destacar que a estrutura é constituída de acordo com Chiavenato (2003) por uma cadeia de comando, que interliga as posições da organização e define quem é subordinado a quem. Sendo assim podem-se classificar as estruturas organizacionais conforme o Quadro (2).

Tipos de Estruturas	Definição	Autores
Estrutura Linear	É uma organização simples e de conformação piramidal, onde cada chefe recebe e transmite tudo o que se passa na sua área. É tipicamente uma forma de organização encontrada nas pequenas empresas ou nos estágios iniciais.	Chiavenato (2003, p.187)
Estrutura Funcional	A organização funcional é o tipo de estrutura organizacional que aplica o princípio funcional ou princípio da especialização das funções para cada tarefa.	Hampton (1981, p.171)
Estrutura Linha - Staff	Nesta organização, existem órgãos de linha (órgãos de execução) e de assessoria (órgãos de apoio e consultoria) mantendo relações entre si. Os órgãos de linha se caracterizam pela autoridade linear e pelo princípio escalar, enquanto que os órgãos de "staff" prestam assessoria e serviços especializados.	Oliveira (1998, p.149)
Estrutura Matricial	Combinação das formas de departamentalização (Ex: funcional com a departamentalização de produto ou projetos na mesma estrutura organizacional).	Rocha (1977, p.133)
Estrutura por Equipes	Uma unidade com duas ou mais que interagem e coordenam seu trabalho para conseguir atingir uma meta. Pode ser de grande utilidade para organizações que tenham a necessidade de desenvolver projetos complexos ou adaptar-se a mudanças ambientais em seu segmento.	Daft (1999, p.356)

Quadro 2: Tipos de Estruturas Organizacionais

Fonte - Elaborado pelos autores.

Pode-se observar com o quadro (2) que as empresa possuem vários formatos organizacionais de acordo com a sua necessidade, motivadas por um objetivo em comum. Migliato (2004) afirma que as pequenas empresas em sua maioria apresentam estruturas simples por consequência da necessidade de ter poucas unidades administrativas, a direção e colaboradores tendem a ser pouco especializados e o fluxo de informação é facilitado devido ao contato direto com os colaboradores.

## 2.3 Fluxo de informação

Segundo Zocche *et al.* (2012), o fluxo de informação é responsável por integrar desde a cadeia de produção, no qual envolve o contato com o cliente pelo setor de vendas que irá captar as necessidades dos clientes em relação ao produto, percorrendo dentro da empresa a informação para os demais setores, como vendas, marketing, finanças, projetos, compras, planejamento, recursos humanos, suprimentos e produção.

O fluxo de informação é considerado dentro de uma organização como um sistema em que todas as partes que compõem a organização devem estar interligadas para que o resultado final seja atingido (FILHO, 2007).

O fluxo de informação envolvido com as atividades de PCP se inter-relaciona com diversos outros departamentos, uma vez que o departamento de PCP desempenha atividades de apoio, isto é, esse segundo Tubino (2009, p. 2) “é responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de forma a atender da melhor maneira possível aos planos estabelecidos nos níveis estratégico tático e operacional”.

## 2.4 Sistemas de produção

Os sistemas de produção devem proporcionar aos clientes uma ampla variedade de produtos ou serviços, melhorar o planejamento, a programação e o controle da organização, ressaltando que os mesmo podem variar de acordo com os insumos do sistema de produção (MARTINS e LAUGENI 2006). Esta variedade pode ser apresentada no quadro 3.

Tipo de Classificação	Característica
Quanto aos recursos a serem transformados	1. Sistemas predominantemente processadores de materiais;
	2. Sistemas predominantemente processadores de informações
	3. Sistemas predominantemente processadores de consumidores

Quadro 3: Tipos de Classificações quanto aos Insumos de transformação

Fonte: Boiko, Tsujiguchi, Varolo (2009, p.6).

Quanto as características dos sistemas de produção de acordo com o subsistemas serão apresentados detalhadamente no quadro 4.

Tipos de Classificação	Característica	Sub-classificação
Quanto à ação principal no subsistema de conversão/ transformação	1. Sistemas que transformam as propriedades físicas;	-----
	2. Sistemas que transformam as propriedades informativas;	-----
	3. Sistemas que mudam a posse ou a propriedade;	i) Sistemas que mudam a posse ou a propriedade de materiais; ii) Sistemas que mudam a posse ou a propriedade de informações.
	4. Sistemas que mudam a localização;	i) Sistemas que mudam a localização de matérias; ii) Sistemas que mudam a localização de informações; iii) Sistemas que mudam a localização de consumidores.
	5. Sistemas que estocam ou acomodam;	i) Sistemas que estocam ou acomodam materiais; ii) Sistemas que estocam ou acomodam informações; iii) Sistemas que estocam ou acomodam consumidores.
	6. Sistemas que mudam o estado psicológico ou fisiológico.	-----
Quanto ao ambiente de produção	1. Sistemas <i>Make-to-Stock</i> (MTS);	-----
	2. Sistemas <i>Assemble-to-order</i> (ATO);	-----
	3. Sistemas <i>Make-to-order</i> (MTO);	-----
	4. Sistemas <i>Engineer-to-order</i> (ETO).	-----
Tipos de processos de produção	1. Sistemas máquinas únicas	-----
	2. Sistemas máquinas paralelas	-----
	3. sistemas <i>Flow Shop</i> ; 3.1 Sistemas <i>Flow Shop</i> Permutacional 3.2 Sistemas <i>Flow Shop</i> com máquinas múltipla.	i) Sistemas por produção contínua; ii) Sistemas em linha: Linhas de produção, Linhas de montagem; Linhas de abate. ii.1) Processos por fluxo repetitivo dedicado; ii.2) Processos para <i>mix</i> de produtos; iii) Sistemas por Bateladas ( <i>Batch</i> ).
	4. Sistemas <i>Job Shop</i> ; 4.1 Sistemas <i>Job Shop</i> com máquinas múltiplas	-----
	5. Sistemas <i>Open Shop</i> ;	-----
	6. Sistemas por projeto	-----

Quanto ao fluxo no subsistema de conversão/ transformação	1. Fluxo contínuo;	i) Sistemas máquinas únicas ii) Sistemas máquinas paralelas; - Sistemas <i>Flow Shop</i> ; iii) Sistemas por produção contínua.
	2. Fluxo Intermitente;	i) Sistemas máquina únicas; ii) Sistemas máquinas paralelas; - Sistemas <i>Flow Shop</i> ; iii) Sistemas em linhas: iii.1) Processos por fluxo repetitivo dedicado iii.2) Processos para <i>mix</i> de produtos; iv) Sistemas por Bateladas ( <i>Batch</i> ). v) Sistemas <i>Job Shop</i> ; vi) Sistemas <i>Open Shop</i> .
	3. Fluxo misto;	Ambos
	4. Fluxo por projeto.	i) Sistemas por Projeto
Quanto ao grau de contato com o consumidor	1. Sistemas com alto grau de contato com o consumidor ou sistemas linha de frente;	-----
	2. Sistemas com baixo grau de contato com o consumidor ou Sistemas de Retaguarda.	-----

Quadro 4: Tipos de Classificações de acordo com o subsistema de Conversão/Transformação

Fonte: Boiko, Tsujiguchi, Varolo (2009, p.7).

Ao observar os quadros 3 e 4 destaca-se a sua relevância de levar em consideração alguns aspectos para se determinar o sistema de produção, como por exemplo, natureza da demanda dos produtos, flexibilidade dos produtos, flexibilidade do volume de produção além do grau de padronização (GAITHER e FRAIZER, 2002).

### 3 | METODOLOGIA

Apesquisa foi realizada em uma empresa de pequeno porte situada na Mesorregião Centro Ocidental do Paraná, atuando no seguimento de montagem produtos de beleza. As atividades inerentes à empresa dizem respeito à transformação da matéria prima (obtenção de matérias primas para a montagem) em produtos acabados, para a comercialização em todo o Brasil.

No que diz respeito ao tipo da pesquisa, ela é classificada quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto aos fins, a pesquisa classifica-se como descritiva e exploratória. Pode-se afirmar que é descritiva, pois são apresentados os dados observados sobre características do sistema produtivo da empresa; exploratória, pois analisa e classifica seu sistema produtivo. Tratando-se quanto aos meios, pode-se afirmar como, bibliográfica, pesquisa de campo e do tipo estudo de caso. Bibliográfica por buscar como fontes para o embasamento teórico, livros e trabalhos científicos para a classificação dos sistemas produtivos; Pesquisa de Campo, pois a busca de dados foi realizada *in loco* e finalmente Estudo de Caso, pois se utilizou de uma abordagem teórica para aplicação num contexto real (GIL, 2008).

## 4 | ESTUDO DE CASO

### 4.1 Histórico

A empresa iniciou suas atividades, por meio de uma incubadora de empresas. O projeto inicial foi desenvolvido com apenas um produto, contando inicialmente com apenas cinco colaboradores, não era dividida em setores, ou seja, algumas pessoas que produziam, também trabalhavam no financeiro, estoque, e distribuição dos produtos. Em dois anos a empresa cresceu e passou a comercializar mais produtos voltados ao ramo da beleza, com isso, surgiu à necessidade da contratação de mais colaboradores e da divisão da departamentalização da empresa. Após cinco anos no mercado houve um aumento da demanda dos produtos, a empresa rescindiu seu contrato com a incubadora e adquiriu um espaço próprio para o desenvolvimento de suas atividades administrativas e de produção. Surgiu a necessidade de dividir as funções e os setores com os respectivos gerentes e a adição de setores ainda não existentes, como qualidade, comércio exterior, sistema de atendimento ao consumidor, P&D entre outros.

Com oito anos no mercado, a empresa possui mais de 30 produtos voltados para o mercado da beleza e salões, conta com aproximadamente 62 colaboradores, presente em todas as capitais do Brasil.

### 4.2 Estrutura organizacional atual da empresa

De acordo com organograma da empresa que estão interligados com a vice-diretoria, que por sua vez responde a diretoria, que é composta pelo fundador da empresa. Este modelo de estrutura organizacional é caracterizado como autoridade linear ou única. A estrutura organizacional com características de autoridade linear possui linhas diretas e únicas de responsabilidade entre o superior e os subordinados, nesta estrutura são visíveis os princípios da unidade de comando (CHIAVENATO, 2003). A estrutura do tipo linear é a mais antiga e simples, utilizada em empresas de pequeno e médio porte. Esta estrutura apresenta algumas vantagens como à simplicidade para a transmissão de informação, no qual cada subordinado se relaciona apenas com o seu superior, possui também uma nítida delimitação de jurisdição de cada cargo, e estabilidade por conta da centralização das decisões e da disciplina hierárquica (CHIAVENATO, 2003).

A estrutura organizacional atual da empresa é demonstrada na figura 1.



Figura 1: Organograma do tipo estrutura linear

Pode-se observar a partir da figura (1) que os órgãos de linha, ou os órgãos que compõem a organização seguem o princípio escalar de hierarquia. A diretoria passa as instruções para a vice-diretoria que é responsável por demandar cada função aos departamentos abaixo. Todos os departamentos são subordinados da vice-diretoria. No quadro (5) estão os departamentos da empresa e as suas funções respectivas.

SETOR	FUNÇÃO
Compras	Entra em contato com o fornecedor para a compra de matéria prima.
P&D	Desenvolve novos produtos e ajusta as não conformidades.
Produção	Monitora o estoque acabado e produz a quantidade requerida pelo cliente ou a quantidade faltante do estoque acabado.
Comex	Entra em contato com fornecedores do exterior quando solicitado.
Marketing	Responsável pela parte visual do produto, propaganda e desenvolve campanhas promocionais.
Informática	Monitora e desenvolve novos softwares para a empresa.
SAC	Atende e registra as não conformidades dos produtos.
Estoque	Registra as quantidades de produtos vendidos e entregues.
Qualidade	Monitora as não conformidade, desenvolve novas formas de controle.
Vendas	Entra em contato com o cliente e registra as quantidades de pedidos.
Financeiro	Administra os recursos financeiros e investimentos.
RH	Contratação e treinamento dos colaboradores.

Quadro 5 : Os setores e suas funções

Conforme o quadro 5 o planejamento de todas as diretorias são delimitadas pelas decisões estratégicas da diretoria e da vice-diretoria, segundo às funções de cada setor. Logo as atividades e suas ações são desenvolvidas em uma estrutura conhecida como fluxo de informação.

#### 4.3 Fluxo de informação atual da empresa

Todo o processo de informação da empresa ocorre de forma informal, pois ela não possui um departamento de PCP, as ordens de fabricação e de compras ocorrem de acordo com verificação de produto no estoque, o processo de produção inicia com o pedido do cliente. O fluxo de informação e produção da empresa esta representado

na figura 2.

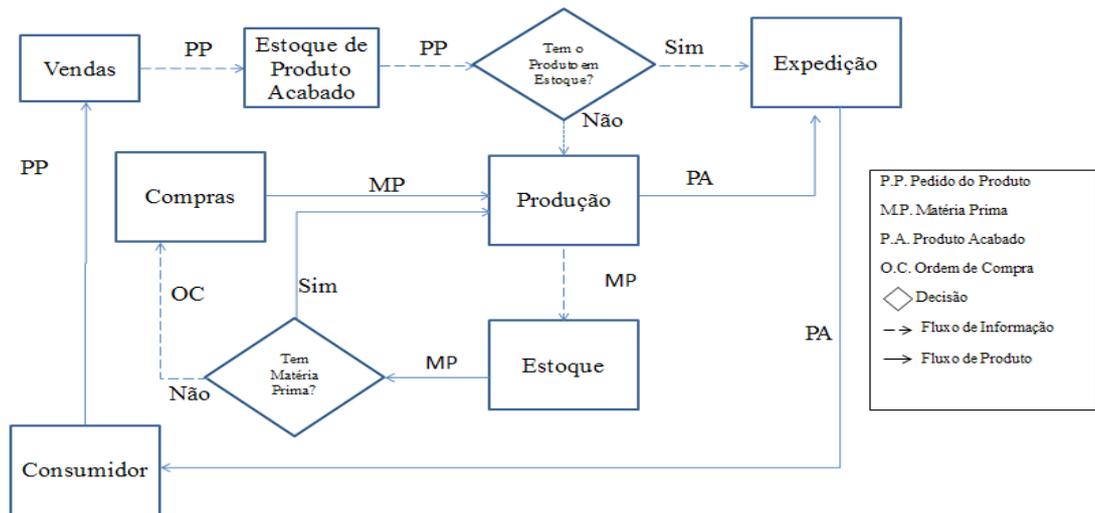


Figura 2: Fluxo de Informação

Pode-se observar na figura 2 que o processo inicia com o consumidor que faz o pedido do produto (PP) desejado. Este pedido é encaminhado para o estoque de produto acabado (PA), que verifica se há o produto solicitado. Se no estoque de (PA) tiver o mesmo, este é encaminhado para a expedição, que se encarrega de enviar o (PA) para o consumidor. Se no estoque de (PA) não tiver o produto solicitado, é emitida uma ordem de fabricação (OF) que é imediatamente encaminhada para a produção. A Produção verifica se possui matéria prima (MP) necessária, caso tenha a (MP) a produção inicia a fabricação. Se o estoque não tiver a quantidade necessária de (MP), é emitida uma ordem de compra (OC), assim que a (MP) chega à empresa é iniciado o processo de fabricação do produto, em seguida é enviado para a expedição o (PA), que o encaminha para o consumidor final.

#### 4.4 Classificações quanto ao sistema de produção

De acordo com a classificação dos sistemas e suas respectivas características de produção já conhecidos, foi possível elaborar o quadro 6 com a classificação do sistema de produção da empresa estudada.

Classificação do processo estudado	Característica	Descrição
Grau de padronização dos produtos	Produtos padronizados	A produção é realizada em lotes de produtos padronizados, não há flexibilização dos produtos dentro do mesmo lote, porém a empresa conta com uma família de produtos para atender as necessidades do mercado consumidor.

Tipo de operação	Repetitivos em lote ( <i>flow shop</i> , linha de produção)	Os produtos obedecem um roteiro de produção, cada um deles tem um fluxo de produção pré estabelecido, desde a inspeção das matérias primas até a embalagem e expedição.
Ambiente de produção	<i>Make-to-stock</i> (MTS)	A produção é mantida para atender os níveis de estoque de cada produto, o nível mínimo de estoque é chamado de estoque de segurança. O estoque de segurança varia de acordo com o produto e sua demanda. Deve-se manter sempre este número de produtos em estoque.
Fluxo dos processos	Processos em lote	A empresa utiliza ordens de produção para autorizar a fabricação dos produtos. Devido a grande variedade de produtos no mix de produção da empresa, estes são produzidos em lotes, pois produtos diferentes utilizam a mesma célula de produção.
Natureza dos produtos	Bens	Por se tratarem de equipamentos para salão de beleza são produzidos bens no processo.

Quadro 6: Classificação do sistema de produção

#### 4.5 Diagnóstico Do Pcp Na Empresa

A programação da produção no curto prazo é realizada de acordo com as vendas. O estoque de produtos acabado é determinado pela empresa de acordo com o histórico de vendas. Ou seja, não existe uma programação detalhada da produção.

No médio prazo, a empresa busca trabalhar com um estoque mínimo, definido pela vice-diretoria. A quantidade de produto acabado que o estoque mínimo contém é definida pelo gerente de compras que tem como base o histórico de demandas dos produtos. As decisões das quantidades necessárias para produzir são decididas pela diretoria em conjunto com a vice-diretoria, baseando-se unicamente no histórico de demandas. De acordo com este histórico, a diretoria possui informações das vendas ocorridas em cada mês, desta forma emite-se uma ordem de produção de acordo com esses valores de vendas, além de consultar o departamento de vendas para orientar-se sobre os volumes de vendas de cada produto em cada mês.

Por fim, no longo prazo é analisado a questão de expansão da produção. Atualmente decidiu-se aumentar a cartela de produtos, ou mix de produtos, aumentando 5% no horizonte de 2 anos. Para isso optou-se abrir uma outra unidade de produção na cidade de Manaus. Esta decisão foi por incentivos fiscais, além de uma pesquisa de mercado realizado pelo vice diretor. Assim as decisões de longo prazo são de responsabilidade do diretor e vice-diretor, por ocuparem uma posição mais estratégica na empresa.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do estudo realizado sugere-se a reestruturação de um fluxo de informação, considerando a formalização de um departamento PCP. Nota-se uma desorganização com relação às informações geradas de atividades de PCP. Alguns departamentos

acabam fazendo funções que muitas vezes não são de responsabilidades dos mesmos. Com esta reestruturação a empresa passaria a trabalhar de maneira mais organizada sem sobreposição de funções. Sugere-se devido ao tamanho da empresa e o nicho de mercado que a mesma esta inserida, a utilização da mão de obra já existente, porém, com capacitação dos mesmos, de formar a diminuir o custo do investimento inicial caso seja contratado uma mão de obra especializada.

## REFERENCIAS

BOIKO, P.J.T; TSUJIGUCHI, A.T.L; VAROLO, R.W.F.: *Classificação de Sistemas de Produção: uma abordagem de engenharia de produção*. IV Encontro de Produção Científica e Tecnológica (EPCT) 2009. Campo Mourão. Anais.

CHASE, R.B; JACOBS, R.F; AQUILANO, N.T.: *Administração da Produção para a vantagem competitiva*. 10ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CHIAVENATO, Idalberto, 1936-. *Introdução à teoria geral da administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações*. 7. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Elsevier, Campus, 2003. 634 p.

CHIAVENATO, Idalberto. *Teoria geral da administração*5. ed. Rio de Janeiro: Makron Books, 1998.

CORREA, H.L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M.: *Planejamento, programação e controle da produção*. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

DAFT, Richard L.: *Administração. 4ed. Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos*, 1999. Organizações: Teorias e projetos. Tradução: Cid.Knioel Moreira./ Revisão técnica: Reinaldo O. Silva . São Paulo : Pioneira Thomson Learning, 2002.

FERNANDES, C. A. : *TGA - Teoria Geral da Administração*. Uberlândia, 2010. Apostila. Disponível em: <<http://claudioconsultoria.files.wordpress.com/2010/02/apostila-de-tga-unipac.pdf>>. Acesso em 07 de abril de 2017.

FERNANDES, F.C.F.; GODINHO FILHO, M.: *Planejamento e Controle da Produção: dos fundamentos ao essencial*. São Paulo: Atlas, 2010.

FILHO, Moacyr P. *Gestão da Produção Industrial*. 1ª Edição. Curitiba - PR: IBPEX, 2007

GAITHER, N.; FRAZIER, G.: *Administração da produção e operações*. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

GIL, A.C.: *Como elaborar projetos de Pesquisa*. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HAMPTON, DAVID R.: *Administração Contemporânea: Teoria, Prática e Casos*. São Pualo:McGraw Hill, 1981.

KWASNICKA, E. Lacava.: *Introdução à administração*.6 ed.São Paulo: Atlas, 2010.

KYRILLOS, L.S.; SACOMANO, B.J.; SOUZA, D.J.; MILREU, S.J.F.: *Planejamento e Controle da Produção nas Empresas Inseridas no Ambiente de redes: implicações para ocorrência de um desenvolvimento com bases sustentáveis. Iniciativas de produção mais limpas e desafios para um mundo sustentável*.3ed.São Paulo 2011. Anais.

LUSTOSA, L.; MESQUITA, M.A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. J.: *Planejamento e Controle da Produção*. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2008.

LYLES, M.A.; BAIRD, I.S.; ORRIS, J. B.; KURATKO, D. F.: *Formalized Plannign in Small Business, increasing strategic*. *Journal of Small Business Management*, v31, n2. Global p38-50.1993

MARTINS; LAUGENI. *Administração da Produção*. São Paulo . Saraiva. 2006.

MAXIMIANO, Antonio C.A.: *Teoria Geral da Administração: da escola científica à competitividade na economia globalizada*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MIGLIATO, T.L.A.: *Planejamento Estratégico Situacional Aplicado à Pequena Empresa. Estudo de Caso Comparativo de Casos em Empresas do Setor de Serviço (hoteleiro) da Região de Brotas -SP*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSCAR. São Carlos 2004.

OLIVEIRA, Djalma P.R.:*Sistemas, Organização e Métodos: Uma Abordagem Gerencial*. 10ed. São Paulo: Atlas, 1998.

PEINALDO, I. Jurandir; GRAEML, Alexandre R.:*Administração da Produção:Operações Industriais e de Serviços*. Curitiba: UNICENP, 2007.

SCHULTZ, R.; SANTOS, A. S. R.: *Análise de Implantação do Planejamento e Controle da Produção da Empresa Satiare Alimentos*. Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas de Cascavel (UNIVEL, Cascavel, 2014. Anais.

SLACK, Nigel;CHAMBERS, Stuart, JOHSTON, ROBERT.: *Administração da Produção* .3. São Paulo: Atlas, 2009. Tradução de Henrique Luiz Corrêa.

TUBINO, D.F.: *Planejamento e Controle da produção: Teoria e Prática*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

ZOCHE, L.; POSSAN, E.;TRAVESSINI, R.; FRANCISCO, A. C.; KOVALESKI, J. L. *Fluxo de informações em uma indústria moveleira: um estudo de caso*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (II CONBREPO), 2012. Ponta Grossa- PR. Anais.

## GESTÃO DE SERVIÇOS POR MEIO DO USO DE TÉCNICAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO: APLICAÇÕES NOS SETORES DE SAÚDE, CONSTRUÇÃO CIVIL E ALIMENTÍCIO

### **Lucas Guedes De Oliveira**

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI),  
Instituto de Engenharia de Produção e Gestão  
(IEPG)  
Itajubá - Minas Gerais

### **Paulo Henrique da Silva Campos**

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI),  
Instituto de Engenharia de Produção e Gestão  
(IEPG)  
Itajubá - Minas Gerais

### **André Xavier Martins**

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI),  
Instituto de Engenharia de Produção e Gestão  
(IEPG)  
Itajubá - Minas Gerais

### **John Anthony do Amaral Oliveira**

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI-  
ITABIRA), Instituto de Engenharia de Produção e  
Gestão (IEPG)  
Itabira - Minas Gerais

### **Anderson Paulo Paiva**

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI),  
Instituto de Engenharia de Produção e Gestão  
(IEPG)  
Itajubá - Minas Gerais

**RESUMO:** Atualmente, grande parte da literatura sobre Planejamento e Controle da Produção contém estudos voltados à utilização de técnicas, ferramentas e outros conceitos para a gestão de operações industriais em

diferentes segmentos. No entanto, dadas as novas orientações da economia brasileira, com crescente fração do PIB formada por contribuições de serviços, torna-se importante suscitar conceitos gerenciais aplicáveis a esse proeminente setor. Nesse sentido, o presente trabalho visa levantar aspectos relevantes sobre o tema e formar uma nova base conceitual para discussões concernentes ao gerenciamento de serviços. Para isso, foi realizada uma pesquisa exploratória por meio do estudo de casos recorrentes na literatura. Como resultados, foram destacadas as principais características dos sistemas de gestão de serviços e as ferramentas típicas de cada aplicação. Além disso, também foram apontadas as adaptações tipicamente adotadas pelos autores investigados. Ao final, discutiram-se possíveis extensões da análise para aspectos estratégicos, conforme sugerido pela literatura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Planejamento e Controle da Produção; Gestão de Serviços; Gestão de Operações.

**ABSTRACT:** Currently, most of the literature on Manufacturing Planning and Control contains studies focused on the use of techniques, tools and other concepts for the management of industrial operations in different segments. However, the new orientations of the Brazilian economy, with a growing portion of GDP formed

by contributions of services, it becomes important to raise managerial concepts to this prominent sector. In this sense, the present work aims to raise relevant aspects on the topic and to form a new conceptual basis for discussions concerning the management of services. For that, an exploratory research was carried out through the study of recurrent cases in the literature. As a result, the main characteristics of service management systems and the typical tools of each application were highlighted. In addition, adaptations typically adopted by the investigated authors were also identified. At the end, possible extensions of the analysis for strategic aspects were discussed, as suggested in the literature.

**KEYWORDS:** Manufacturing Planning and Control; Services Management; Operations Management.

## 1 | INTRODUÇÃO

O estudo do Planejamento e Controle da Produção (PCP), desde suas primeiras conceituações, tem dado foco a indústrias de variados setores, como, por exemplo, automotivo, plástico, metalúrgico e minerador. Entretanto, a aplicação de suas metodologias ao setor de serviços tem se apresentado, recentemente, como uma temática a ser explorada (Carvallari & Machado, 2016). Isso porque empresários e pesquisadores do ramo de serviços têm dado a devida atenção ao planejamento e controle nos empreendimentos, como forma de aperfeiçoar seus sistemas gerenciais.

Segundo dados do IBGE, o setor de serviços brasileiro somou mais de 72% do valor adicionado do PIB a preços básicos de 2015 (IBGE, 2016a, p.21). No ano de 2014, o Brasil foi sede da copa do mundo de futebol e em 2016 sediou os jogos olímpicos, o que viabilizou a ampliação de alguns ramos do setor, como hotelaria e gastronomia, por exemplo. Atualmente, o governo federal também possui oito ações e programas de incentivo ao turismo (Brasil, 2017). Isso demonstra a relevância da área para o crescimento do país, que se apresenta como um dos países em desenvolvimento com maior destaque internacional, fazendo parte de grupos econômicos importantes, tais como G20 e Mercosul.

Tendo em vista tamanha contribuição do setor de serviços a economia do país e a grande participação do Brasil externamente, o interesse de empresários em utilizar métodos em serviços, que, outrora eram aplicados somente em indústrias, tem se dado com maior vigor. Esse interesse tem sido voltado ao atendimento de prazos e níveis de qualidade exigidos nacional e internacionalmente, a maximização da eficiência e da produtividade das organizações e a tentativa de obter maiores lucros (Cavalcanti, Aquino, & Mecchi, 2013).

Nesse contexto, o presente artigo visa realizar um levantamento dos principais aspectos que envolvem o PCP aplicado a serviços, evidenciando casos relevantes da literatura e formando uma base conceitual para discussões e inferências sobre a moderna gestão de serviços. Por este motivo, este trabalho classifica-se como um

estudo exploratório, de natureza qualitativa, do gênero estudo de caso (Cauchick Miguel, 2007; Gil, 2002).

A fim de conduzir o presente estudo ao máximo entendimento, o desenvolvimento deste trabalho foi organizado em três seções centrais: revisão de literatura (seção 2), método adotado (seção 3) e resultados e discussões (seção 4). Por meio dessa estrutura, observou-se a apresentação da base disposta na literatura acerca dos principais assuntos tratados ao longo da análise. Em seguida, foram expostos os pontos indicados nos casos adotados para o estudo e realizadas as discussões correspondentes.

## **2 | REVISÃO DE LITERATURA**

Esta seção expõe os conceitos que fundamentam o presente trabalho. Por esse motivo, esta foi organizada em três subseções, a fim de tratar desde os elementos básicos do PCP até suas aplicações mais recentes na área de serviços.

### **2.1 Fundamentos do Planejamento e Controle da Produção (PCP)**

O Planejamento e Controle da Produção constitui a base gerencial dos setores produtivos de uma indústria. Acerca desse tema, a literatura pontua diferentes dimensões do PCP. Como conceito inicial, Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 283) defendem que “o planejamento e controle diz respeito a conciliação entre o que o mercado requer e o que as operações podem fornecer”, fazendo referência à manutenção do equilíbrio entre indústria (força fornecedora) e clientes (força consumidora).

Do lado dos consumidores, cada requisição é chamada demanda, ou seja, pedidos de compras de produtos e/ou serviços da empresa. De acordo com Tubino (2007), determinar com acurácia a demanda é de extrema importância, uma vez que é desta forma que serão feitos os pedidos de compra de materiais, elaborado o planejamento de efetivo e liberadas as ordens de produção. Além disso, a previsão de demanda permite aos gestores planejarem adequadamente suas ações frente às necessidades da produção.

Do lado industrial, a quantidade máxima fornecida pelo setor de operações é denominada capacidade. Para Slack, Chambers e Johnston (2009), o planejamento da capacidade determina a capacidade efetiva da operação produtiva, de forma que a mesma possa responder e atender a demanda. Nesse sentido, o nível de utilização emerge como outro conceito atrelado à capacidade. Especificamente, as partes que estão trabalhando em sua capacidade máxima são conhecidas como restrições ou gargalos e, portanto, requerem atenção especial, uma vez que determinam o fluxo de material da produção como um todo (Goldratt & Cox, 2011).

Em uma visão mais pontual, Tubino (2000) indica que, para conciliar demanda e capacidade, é necessário haver um fluxo de informações que envolva seis fatores:

estrutura do produto; tempos de atravessamento (*lead times*); previsões de vendas; plano de manutenção de máquinas; datas de entrega das compras e fluxo de caixa. Dada a amplitude do PCP, assim, muitos autores fornecem métodos práticos para a realização de um gerenciamento eficaz.

Guerra, Silva e Tondolo (2014), por exemplo, discutem a importância do MRP (*Material Requirements Planning*) para a eficiência operacional do Planejamento e Controle da Produção (PCP) em uma empresa do setor metal mecânico. Com isso, os autores evidenciam aspectos inerentes ao planejamento e controle da produção, como imprevisibilidade da demanda, flexibilidade de produção, tempo de entrega, fluxo de material, níveis de estoques, cumprimento dos prazos de entrega e produtividade do sistema.

Como resultado, o estudo Guerra, Silva e Tondolo (2014) fornece uma melhor sequência de produção para a empresa, minimizando os desperdícios e aumentando a produtividade a partir da determinação de níveis ótimos para datas de entrega, capacidade alocada e grau de prioridade.

Em outra abordagem, Ardalan e Diaz (2012) explicitam os conceitos do PCP fazendo uso de *kanbans* como meio de favorecimento do *just-in-time*. Nesse caso, porém, são tratados de temas como tempos de espera de clientes internos, estoque total, *work-in-process* (WIP) e demanda de produção.

Com base na análise, constata-se a possibilidade de se diminuir os estoques com a redução do número de *kanbans*. Além disso, tem-se que o número de *kanbans* é inversamente proporcional ao tempo de espera do cliente; isto é, “reduzindo o número de *kanbans* de dois para um, diminui o estoque em curso, entretanto aumenta substancialmente o tempo de espera” (Ardalan & Diaz, 2012, p. 617).

Por tudo isso, nota-se a aplicação do planejamento e controle em diferentes setores de produção. Com o intuito de demonstrar as diferentes aplicações do PCP, os tópicos subsequentes se atêm à importância e aplicação desta temática em serviços.

## 2.2 Desenvolvimento dos serviços no ramo de negócios nacional

Enquanto país emergente, o Brasil recebeu, nos últimos anos, diversos investimentos de países desenvolvidos como Estados Unidos, Alemanha, França e Reino Unido possibilitando a alavancagem de diferentes setores. De fato, a literatura aponta que “o setor de serviços vem ampliando sua participação na economia em relação aos demais setores” (Jacinto & Ribeiro, 2015, p. 422).

Além de investimento externo, o governo brasileiro, assim como governos europeus e norte-americanos, também possui programas de incentivo à economia interna com o intuito de elevar a quantidade e a qualidade dos serviços prestados perante seus concorrentes internacionais. A exemplo disso, em 2014, a Secretaria de Comércio e Serviços do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (SCS/MDIC) apresentou dois novos projetos, a saber: “Apoio à Internacionalização

do Empreendedorismo Jovem” e “Atração Transfronteiriça de Recursos Humanos Altamente Qualificados” (Brasil, 2015).

Nesse sentido, torna-se mais evidente a importância do setor para o Brasil em diferentes aspectos. Segundo o Cadastro Central de Empresas do IBGE (Cempre), em 2014, a seção “Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas” superou a seção “Indústrias de transformação” em mais de um milhão de pessoas ocupadas assalariadas, atingindo a marca de 9,3 milhões (IBGE, 2016b, p. 26-27). No terceiro trimestre de 2016, o ramo de serviços no Brasil cresceu, em valores aproximados, de 71,9% para 72,5% do valor adicionado do PIB (IBGE, 2016a, p. 20) em comparação ao mesmo período de 2015. Comparativamente, em dez anos, os serviços cresceram em torno de cinco pontos percentuais – de aproximadamente 67,2% em 2006 para 72,7% em 2015 (IBGE, 2016a, p. 21).

### 2.3 Aplicações do Planejamento e Controle em serviços

O Planejamento e Controle da Produção, em vista de sua sólida base conceitual, possibilita a adaptação de seus métodos aos mais diversos ramos de aplicação. Por esse motivo, o setor de serviços tem aplicado esses conceitos e desenvolvido novas ferramentas na tentativa de garantir que as etapas de planejamento e controle sejam estendidas a suas diferentes tipologias.

A exemplo disso, Peltokorpi (2011) aplica os conceitos de decisão estratégica e PCP a setores de operação clínica em hospitais (salas de cirurgia). Dessa forma, o autor remonta a diferentes níveis de planejamento e controle, envolvendo o volume de atendimento, por meio de previsões de demanda; a quantidade de recursos, como tempo de especialistas e número de sessões de apoio; e a programação de casos individuais nas salas.

No estudo, o pesquisador avalia onze hipóteses a fim de obter em que proporção a aplicação desses conceitos podem impactar a produtividade das salas de operação cirúrgica. Como resultados, Peltokorpi (2011) constata que as práticas operacionais como gestão de pessoal, programação de casos e medição de performance afetam a produtividade do setor de forma mais evidente do que questões estratégicas como tamanho, escopo e *status* acadêmico da unidade (relativo à responsabilidade de ensinar e pesquisar aspectos específicos de cirurgia).

Também na área de saúde, Salvatore, Boscolo e Tarricone (2013), ao avaliarem o processo de tomada de decisão de unidades públicas, tratam a contabilidade de custos e o orçamento como ferramentas do sistema de planejamento e controle. A partir de um estudo bibliográfico, a análise conclui a necessidade de bases quantitativas para investimentos em equipamentos médicos. Assim, as autoras expressam que os conceitos de planejamento e controle permitem às autoridades públicas “aperfeiçoar os processos de decisão desencadeados pelo uso de tecnologias emergentes cada vez mais caras” (Salvatore, Boscolo, & Tarricone, 2013, p. 140).

Antonialli *et al.* (2010), por sua vez, estudam as práticas de planejamento e controle financeiro adotadas por dentistas de duas cidades brasileiras. Nessa análise, os autores suscitam aspectos relativos ao planejamento e controle, envolvendo tópicos como controle de contas a pagar e a receber, apuração de custos e formação de preços e controle de estoque. Deste modo, constata-se a ineficiência na gestão dos consultórios odontológicos sob o ponto de vista financeiro, classificando o modelo geral como “mais focado no passado (finalidade de controle) do que no futuro (finalidade de planejamento)” (Antonialli *et al.*, 2010, p. 14).

Drupsteen, Vaart e Donk (2013), em uma perspectiva mais ampla, investigam as práticas integradas de planejamento e controle utilizadas em hospitais. Além disso, a partir dos dados obtidos, avaliam o impacto dessas práticas no fluxo de pacientes. Como resultados, os pesquisadores acabam por concluir que os “hospitais que empregam práticas mais integradas atingem um desempenho melhor no fluxo de pacientes” (Drupsteen, Vaart & Donk, 2013, p. 926, tradução nossa).

Com isso, os autores destacam os quatro mecanismos essenciais utilizados pelos três hospitais analisados, sintetizando todas essas práticas a partir do compartilhamento de informações das listas de espera e de planejamento (isto é, dados de quando o paciente é esperado para um processo), do planejamento interdepartamental e da combinação de procedimentos.

### 3 | MÉTODO ADOTADO

O presente trabalho utiliza-se de um estudo de múltiplos casos para compor um panorama conceitual sobre a aplicação do Planejamento e Controle da Produção em serviços. Para isso, são reunidas informações de diferentes casos disponíveis na literatura a fim de obter novas evidências sobre o tema (Cauchick Miguel, 2007). A Figura 1 detalha os passos para condução do estudo, em conjunto com a seção do trabalho em que cada um deles é apresentado.

Em primeiro lugar, as seções 1 e 2 viabilizaram a caracterização do problema de pesquisa. Com base nele, esta seção estabelece três critérios para a seleção dos trabalhos, a saber: (i) tratar de casos reais da aplicação do planejamento e controle em serviços; (ii) reportar problemas típicos ou peculiaridades desse setor; e (iii) fornecer sugestões que contribuam para a elaboração de um *background* sobre o tema.

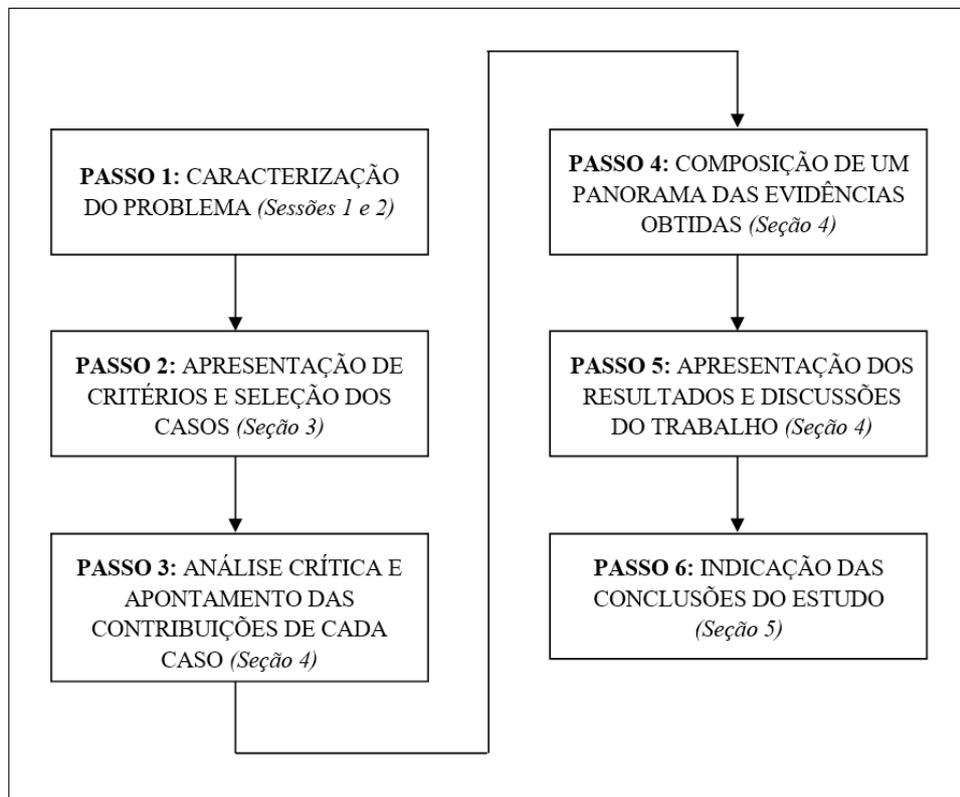


Figura 1: Método adotado e seções específicas do trabalho

Fonte: Os autores.

Por meio desse procedimento, foram selecionados oito casos, apoiando-se nos critérios estabelecidos. Assim, pode-se realizar uma profunda análise a partir do conteúdo disponíveis nas obras adotadas para discussão.

Na sequência do método, foi conduzida uma análise crítica dos casos e realizados os apontamentos de suas principais contribuições. Desse modo, os artigos selecionados foram organizados segundo a autoria, principal tema tratado e resumo das evidências, a fim de facilitar a análise e a obtenção de conclusões (seção 4.1). Posteriormente, foram apresentados os resultados e as conclusões do estudo a partir da integração das múltiplas pesquisas escolhidas (seções 4.2 e 5).

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tendo em vista a base conceitual apresentada na seção 2 e a estrutura metodológica da seção 3, foi realizada uma análise dos principais elementos suscitados na literatura acerca do planejamento e controle aplicado à serviços. Por esse motivo, a presente seção foi organizada em dois subtópicos, quais sejam: mecanismos aplicados do planejamento e controle de serviços (4.1) e análise crítica (4.2). Por meio deles, foram conceituadas as principais diferenças entre o PCP tradicional e aquele aplicado à área de serviços. Além disso, foi realizada uma análise global abordando o escopo básico deste conceito, enquanto delineamento mais recente.

#### 4.1 Mecanismos aplicados do Planejamento e Controle de serviços

Esta seção dedica-se a apresentar os principais pontos do planejamento e controle de serviços. Isto é, busca-se elucidar, a partir do levantamento dos casos, os direcionamentos mais relevantes quanto a este tipo de aplicação.

CASO INVESTIGADO	TEMA PRINCIPAL DO ESTUDO	RESUMO DAS EVIDÊNCIAS APRESENTADAS PELOS AUTORES
Antoniali <i>et al.</i> (2010)	Planejamento e controle financeiro em consultórios odontológicos.	Há uma tendência entre os consultórios analisados focarem mais no passado, controlando as atividades do que no futuro, planejando-as. Em geral, dos casos estudados, o cenário é formado por grandes ineficiências.
Cabral, Morais e Carvalho (2013)	Composição nutricional e custos de matéria-prima em restaurantes.	A Ficha Técnica de Preparação, que fornece informações sobre ingredientes e quantidades, é indicada como ferramenta do Planejamento e Controle da Produção em restaurantes. Em todos os estabelecimentos analisados, porém, nenhum utilizava esta metodologia.
Drupsteen, Vaart e Donk (2013)	Práticas integradas de planejamento e controle utilizadas em hospitais.	O fluxo de paciente é melhorado a partir de práticas de planejamento e controle que envolvam o compartilhamento de informações entre setores, planejamento interdepartamental e a combinação de procedimentos.

Quadro 1: Trabalhos selecionados para o estudo de planejamento e controle de serviços

CASO INVESTIGADO	TEMA PRINCIPAL DO ESTUDO	RESUMO DAS EVIDÊNCIAS APRESENTADAS PELOS AUTORES
Gasparetto, Prodócimo e Schnorrenberger (2010)	Utilização de instrumentos do planejamento e controle de obras em empresas prestadoras de serviços de construção civil.	Instrumentos utilizados pela empresa analisada são insuficientes, uma vez que não informam sobre o lucro obtido nem sobre o desempenho das obras. A cultura da empresa está voltada para ações imediatistas. De forma geral, o sistema de planejamento e controle da empresa é considerado empírico, não sendo identificada nenhuma técnica de gestão formal.
Peltokorpi (2011)	Impacto de questões estratégicas e práticas operacionais sobre a produtividade de salas de cirurgia.	Gestão de pessoal, programação de casos e medição de performance afetam a produtividade dos setores de forma mais evidente do que questões estratégicas como tamanho e escopo.

Salvatore, Boscolo e Tarricone (2013)	Planejamento e controle aplicado à investimentos em equipamentos médicos.	Contabilidade de custos e orçamento constituem-se de ferramentas importantes do planejamento e controle para a tomada de decisão sobre a compra de equipamentos médicos.
Son e Rojas (2011)	Impacto de previsões otimistas no planejamento e controle de projetos da construção civil.	Na falta de compreensão e acomodação das circunstâncias de projeto, podem ocorrer inúmeras perdas. Previsões otimistas são, de fato, comuns na construção civil. Processos de criação do conhecimento e desenvolvimento organizacional são direcionamentos para práticas mais realistas desse tipo de planejamento e controle.
Villa e Bellomo (2010)	Avaliação do desempenho de sistemas locais de saúde.	As unidades locais dependem de recursos planejados pelos gerentes gerais do sistema de saúde. No entanto, é de responsabilidade dos gerentes locais controlar os insumos, conforme a demanda. Nesse cenário, os pacientes tomam “decisões autônomas” de acordo com suas necessidades. A solução proposta de integração dos agentes deve envolver três tipos de análises: características do território; performance das unidades e fluxo de pacientes.

Quadro 1: Trabalhos selecionados para o estudo de planejamento e controle de serviços (Continuação)

Fonte: Os autores.

O Quadro 1 expõe esses casos por meio de informações básicas sobre os trabalhos adotados, envolvendo autoria, principal assunto tratado e contribuições para a análise crítica do presente estudo (resumo das evidências). Como o objetivo deste trabalho é extrair de maneira orientada as principais ideias dos casos investigados, a escolha das obras apresentadas no Quadro 1 se deu em função de três aspectos principais, conforme exposto na seção 3.

Por meio da seleção de artigos proposta, podem-se distinguir diferentes áreas de aplicação do planejamento e controle na área de serviços. Dessa forma, também podem-se identificar ferramentas e tendências deste novo desdobramento do PCP em hospitais, salas de cirurgia, consultórios odontológicos, restaurantes e projetos da construção civil. A partir do quadro apresentado nesta seção, foi realizada uma análise crítica dos diversos aspectos que moldam o PCP aplicado a serviços. A seção 4.2 discorre sobre esses aspectos e expõe os principais resultados do presente trabalho.

#### 4.2 Análise Crítica

Com base no Quadro 1 da seção 4.1, foi elaborado um esquema que descreve os resultados obtidos pela análise dos casos selecionados (Figura 2). A partir dele, é possível realizar várias inferências. Isso ocorre porque o Quadro 1 expõe um resumo

das contribuições de diferentes trabalhos para o presente estudo, envolvendo, em especial, constatações acerca dos direcionamentos atuais das aplicações e ferramentas práticas do planejamento e controle utilizadas em cada uma delas.

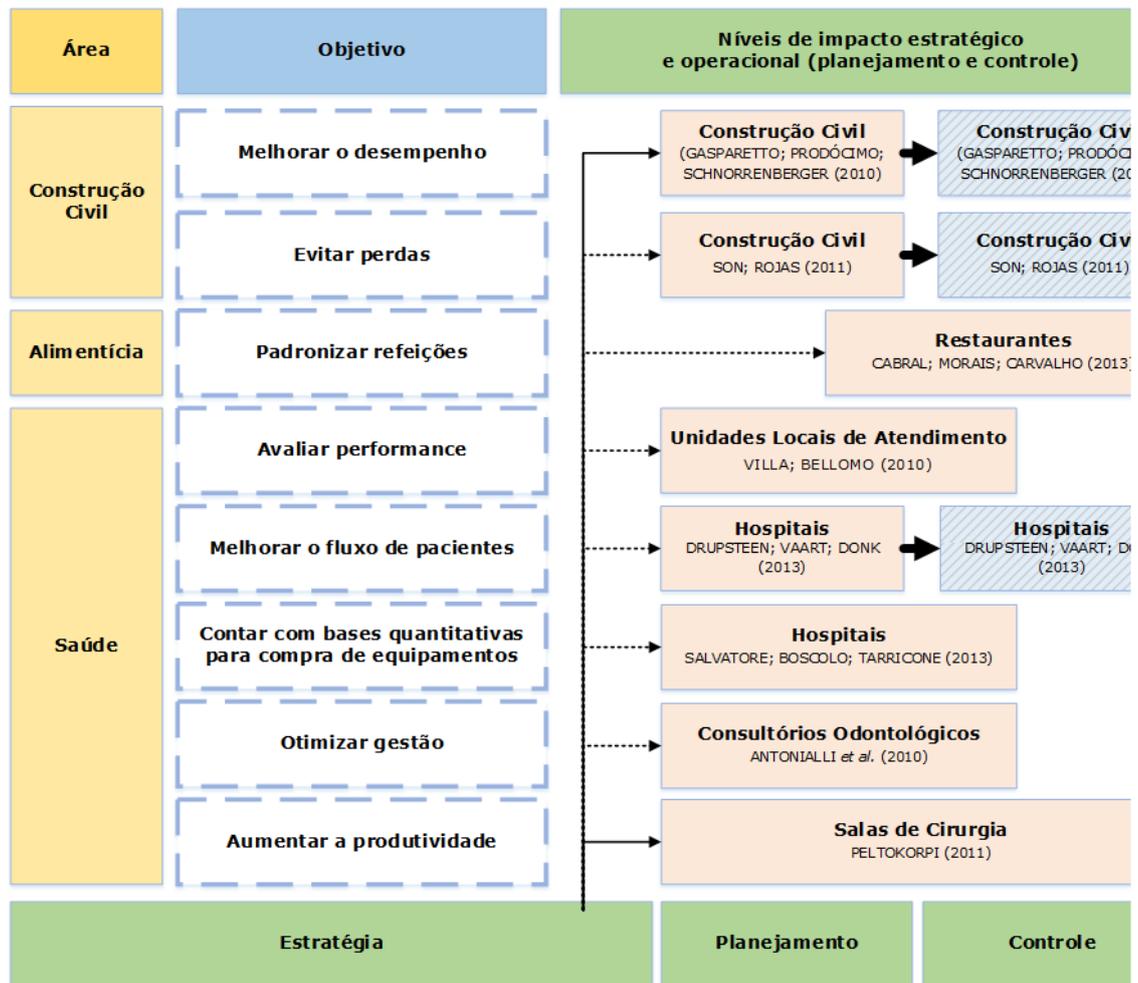


Figura 2: Quadro de análise sobre o planejamento e controle de serviços

Fonte: Os autores.

Por tudo isso, a Figura 2 traduz-se em um *background* sobre a gestão de serviços do ponto de vista do planejamento e controle. Assim, por meio dela, avaliam-se os níveis de impacto estratégico e operacional deste tipo de gerenciamento, bem como os objetivos da utilização destes conceitos pelas organizações. Além disso, pode-se estender o estudo para além das fronteiras centrais destes trabalhos, a fim de conduzir uma análise relacional entre as diferentes abordagens.

Neste contexto, pela avaliação das funções de planejamento e controle, pode-se destacar o posicionamento de todas as aplicações em um *continuum* entre ambas. Isto é, desde as salas de cirurgia até a construção civil, é destacada a presença das duas funções no gerenciamento dos serviços. Entretanto, em todos os casos, indica-se a preponderância de um dos dois tipos (ou por tendência atual identificada ou por recomendação em resposta à natureza do serviço).

Para melhor entendimento do leitor, esta seção foi dividida em três partes, a fim de apresentar de forma mais detalhada os diferentes aspectos da análise. Dado o

destaque e as particularidades da área de saúde, a seção 4.2.1 dedica-se a apresentar todos os trabalhos associados a esse tema. A seção 4.2.2, por sua vez, discute as outras aplicações encontradas. Finalmente, a seção 4.2.3 explora desdobramentos adicionais do trabalho.

#### 4.2.1 Aplicações do planejamento e controle na área de saúde

No caso das salas de cirurgia, evidencia-se o enfoque a ambas as funções (planejamento e controle) como fator de sucesso no aumento da produtividade. Isso porque, como foi apontado no Quadro 1, a gestão de pessoal, programação de casos e medição de performance contribuem de forma mais evidente para a obtenção deste cenário. Considerando-se esses três pontos, constata-se, de fato, o primeiro e o terceiro como ações mais ligadas ao controle, ao passo em que o segundo volta-se ao planejamento.

Os consultórios odontológicos, ao contrário, apresentam uma inclinação maior a atividades de planejamento. Isto é, pela análise de Antonialli *et al.* (2010), são essenciais medidas para estabelecer cursos de ação que viabilizem a gestão dos consultórios de forma planejada, orientando-os como negócio. Por outro lado, constata-se uma realidade oposta a este princípio: em geral, os consultórios focam mais no passado, controlando as atividades do que no futuro, planejando-as. Além disso, esta realidade dispõe de inúmeras ineficiências que confirmam a necessidade de se utilizar ferramentas de planejamento e controle na tentativa de otimizar a gestão do serviço.

No caso dos hospitais, como pode ser verificado na Figura 2, há duas aplicações distintas. A primeira delas orienta-se a utilizar ferramentas como base quantitativa para a tomada de decisão. Neste sentido, incorpora mais elementos do planejamento, apontando o orçamento e a contabilidade de custos como técnicas associadas. Além disso, até mesmo amplia a visão sobre o planejamento e controle, colocando-os ao centro de toda a gestão da aquisição de equipamentos médicos.

Na segunda aplicação, apesar de se tratar também de hospitais, a abordagem conduz a diferentes conclusões. Isto é, como o objetivo é utilizar métodos para melhorar o fluxo de pacientes, Drupsteen, Vaart e Donk (2013) acabam por indicar que o controle será aperfeiçoado a partir da estruturação do planejamento. Isso é indicado por duas caixas “hospitais” conectadas por seta (a segunda delas hachurada) na Figura 2, o que nos remete ao impulsionamento de um controle eficiente por meio de três iniciativas: compartilhamento de informações entre setores, planejamento interdepartamental e combinação de procedimentos.

Todas as ações mencionadas referem-se a medidas de como serão realizadas as atividades no hospital. Desse modo, pode-se, inclusive, aproximá-las de questões estratégicas, como será tratado ao final da análise, em complemento às funções operacionais de planejamento e controle.

Em relação às Unidades Locais de Atendimento, há uma maior preponderância

das atividades de planejamento, em um sentido próximo ao apresentado na primeira aplicação do PCP em hospitais. No entanto, nesse caso, o enfoque repousa sobre a necessidade de diferentes tipos de análise, haja vista o objetivo de avaliar o desempenho do sistema de saúde. Assim, os autores propõem a determinação das características do território, como distribuição da população; a análise de desempenho das unidades, a fim de definir seus níveis de eficiência e eficácia e o mapeamento do fluxo de pacientes, para estabelecer claramente suas preferências em relação às unidades locais.

Da mesma forma que no trabalho de Drupsteen, Vaart e Donk (2013), são encontradas evidências em Villa e Bellomo (2010) de que, somente a partir de um planejamento detalhado, pode-se promover o controle. Por esse motivo, a segunda caixa referente às Unidades Locais também foi hachurada na Figura 2. De fato, os autores destacam inúmeros métodos de gestão da produção para a realização do controle baseado nas análises. À exemplo disso, é sugerido um modelo que descreva as escolhas dos pacientes (elaborado na fase de planejamento) para a adaptação das unidades no fornecimento de serviços (realizada na fase de controle).

#### *4.2.2 Aplicações do planejamento e controle em diversas áreas*

Na sequência mostrada na Figura 2 (da base ao topo do esquema), tem-se o primeiro caso fora da área de saúde. Neste, encontra-se a aplicação dos conceitos de PCP em restaurantes. De forma geral, esse estudo se dá pelo fato da definição de quantidades de ingredientes e modo de preparo depender, em sua totalidade, dos cozinheiros em todos os restaurantes analisados por Cabral, Morais e Carvalho (2013) e não haver qualquer tipo de padronização.

Tendo em vista o objetivo de padronizar refeições, esta aplicação enquadra-se mais na função de controle, apesar de envolver certo grau de planejamento. Além disso, uma vez que esta abordagem permeia, especificamente, o acompanhamento de quantidades bem definidas de ingredientes, o controle é preponderante para este caso. Entretanto, a função planejamento estabelece-se quando da elaboração da Ficha Técnica de Preparação, ferramenta sugerida para a gestão operacional dos estabelecimentos a partir do cálculo da composição nutricional e controle de custos.

Nos dois últimos casos selecionados para a análise, tem-se o planejamento e controle aplicado a projetos da construção civil. De modo semelhante ao segundo caso dos hospitais (melhorar o fluxo de pacientes), surge o indicativo, na aplicação de Son e Rojas (2011), de que a função planejamento funciona como propulsão para um controle satisfatório (como ilustram as caixas conectadas por seta na Figura 2). Por este motivo, esses autores concluem a falta de compreensão e acomodação do projeto como responsáveis por perdas, bem como as previsões otimistas como obstáculos

a execuções mais eficientes. Em ambas as considerações, os autores referem-se de forma mais evidente a função planejamento (notem-se os termos compreensão, acomodação e previsões).

No trabalho de Gasparetto, Prodócimo e Schnorrenberger (2010), tem-se a análise de uma empresa brasileira de prestação de serviços de obras. Neste caso, os autores evidenciam total empirismo na condução das etapas de planejamento e controle, não sendo constatada nenhuma técnica de gestão formal. Por outro lado, sugerem uma desorganização maior no controle das atividades, quando comparado ao planejamento das obras. Isso ocorre porque, na fase de planejamento, apesar de não serem utilizadas ferramentas efetivas de gerenciamento, são elaborados documentos básicos para fechamento de contratos, como planejamento financeiro (com o orçamento das obras) e planejamento operacional (com a descrição dos recursos necessários para execução dos serviços).

Na etapa de controle, porém, é verificada a ausência de informações elementares à gestão dos projetos, tais como o desconhecimento do custo real da obra e de sua compatibilidade com o custo orçado. Além disso, nem mesmo os demonstrativos oriundos do escritório de contabilidade são destinados à gestão de recursos da empresa. Em vista disso, Gasparetto, Prodócimo e Schnorrenberger (2010) acabam por sugerir alguns instrumentos de controle, na tentativa de orientar o gerenciamento das obras, como o Orçamento de Caixa, a Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) e um comparativo entre custos orçados e realizados.

De modo geral, os autores demonstram a importância do planejamento na construção de um controle efetivo. Por esse motivo, a Figura 2 também ilustra a caixa “Construção Civil” referente ao planejamento impulsionando a caixa associada à fase de controle.

#### *4.2.3 Panorama estratégico e análises adicionais*

Em todas as organizações, os aspectos estratégicos impactam nas decisões de planejamento e controle em nível operacional. Em vista disso, esta seção aborda as relações de causa e efeito apontadas nos trabalhos analisados, bem como traz inferências a partir de um comparativo entre eles.

Pelo esquema da Figura 2, é possível destacar várias tendências de caráter estratégico. Dentre os trabalhos estudados, porém, apenas os trabalhos de Gasparetto, Prodócimo e Schnorrenberger (2010) e Peltokorpi (2011) esboçam conteúdos mais sólidos. Por esse motivo, estes foram indicados por linhas cheias na Figura 2, ao passo em que as linhas indicativas dos demais estudos foram representadas em tracejado.

Essa simbologia também representa a forma de análise apresentada nesta seção. Isto é, para os trabalhos mais robustos, foram encontradas evidências suficientes para a realização de inferências isoladas. Nos demais trabalhos, porém, foram realizadas análises mais amplas, envolvendo expectativas inter-relacionais das

diferentes aplicações. Em outras palavras, foi discutido como o conteúdo estratégico de um estudo pode ser estendido à outra tipologia de serviço. Em trabalhos futuros, serão abordadas questões estratégicas de forma mais detalhada, a fim de aprimorar os resultados obtidos com a presente análise.

No trabalho de Gasparetto, Prodócimo e Schnorrenberger (2010), apesar de se destacar a importância do nível estratégico, apenas o contexto operacional é analisado. Nesse caso, ainda, em função do diagnóstico gerencial realizado pelos autores, pode-se inferir a inexistência de mecanismos de administração estratégica na empresa de construção civil avaliada. Isso porque os autores descrevem uma situação gerencial caótica, constatando a ausência de qualquer ferramenta formal de planejamento e controle, como foi apresentado na seção 4.2.2. Assim, ainda que exista alguma orientação estratégica, esta não se traduz em termos operacionais.

No trabalho de Peltokorpi (2011), é indicada uma maior influência dos aspectos operacionais de planejamento e controle no aumento da produtividade, em detrimento de aspectos estratégicos, como tamanho e escopo. Apesar de não mencionarem questões estratégicas, Drupsteen, Vaart e Donk (2013) acabam por corroborar para uma visão mais operacional em hospitais. Sob esse viés, pode-se inferir que há uma tendência das administrações tentarem otimizar modelos pré-existentes a partir de práticas operacionais, em vez de proporem mudanças sistêmicas.

Por meio do trabalho de Villa e Bellomo (2010), essa dedução se torna mais fundamentada, visto que os autores propõem análises mais robustas para tratar de um problema oriundo de um modelo estratégico previamente estabelecido. Assim, são feitas duas considerações básicas para administração das unidades de saúde locais. Em primeiro lugar, são propostas análises para compreender melhor como é o processo de escolha do paciente e, com isso, planejar a demanda das unidades. Em segundo, são sugeridos estudos para mensurar a capacidade de processamento das unidades. Todos esses aspectos, porém, debruçam-se sobre o nível operacional, tendo destaque para a etapa de planejamento.

Para os demais casos propostos, pode-se estender a menção ao escopo e ao tamanho do serviço prestado apresentados por Peltokorpi (2011). Isto porque, em todos eles, é necessário definir a carteira de serviços e atividades prestados em todas as suas dimensões. Nos consultórios odontológicos, por exemplo, pode-se citar a definição da tipologia de serviços dentários prestados (Antoniali *et al.*, 2010). Nos restaurantes, por outro lado, pode-se mencionar a determinação da quantidade e das principais características dos itens do cardápio (Cabral, Moraes, & Carvalho, 2013). Para esses casos, porém, não foram encontradas evidências que envolvam o nível estratégico.

Em um panorama dos trabalhos analisados, tem-se o fato de a maioria deles estar incluído na área de saúde. Isso pode ser justificado pela maior responsabilidade do setor na prestação de serviços. Por outro lado, não há evidências de que os demais segmentos não apresentem preocupação semelhante, tendo em vista que os artigos

selecionados para esta análise figuram entre os que atenderam aos critérios definidos pelo presente estudo. Assim, de um universo de outras abordagens presentes na literatura, aquelas da área de saúde se apresentaram com um direcionamento mais próximo da temática analisada no presente trabalho.

## 5 | CONCLUSÕES

Em vista da enorme base teórica sobre Planejamento e Controle da Produção, bem como a significativa participação dos serviços no PIB brasileiro, emerge a necessidade de se avaliar de que forma a aplicação dos conceitos de PCP tem se revelado neste ramo de negócios. Nesse contexto, o presente trabalho, ao explorar a temática do planejamento e controle aplicado a serviços, permitiu a formação de um *background* sobre o tema, ao buscar na literatura apontamentos conceituais e informações práticas relevantes para a análise. Dessa forma, vislumbrou diversas constatações importantes para a condução deste novo desdobramento, tendo em vista a apresentação de casos de diferentes segmentos.

A partir desses casos, foi possível identificar o estabelecimento das aplicações em um *continuum* entre as funções planejamento e controle, bem como avaliar falhas quanto aos cenários práticos atuais. A exemplo disso, o caso dos consultórios odontológicos elucidou sua ineficiência gerencial, em parte devido a falta de planejamento que, em teoria, deveria estabelecer-se como preponderante frente a função controle.

Por outro lado, o estudo também permitiu a extensão da análise para o levantamento de questões estratégicas. Entretanto, o presente trabalho apenas dispôs de possíveis expectativas quanto às diversas aplicações avaliadas. Assim, uma das limitações do estudo encontra-se na falta de elementos de caráter estratégico para contraposição com as contribuições operacionais voltadas a gestão de serviços. Isso se deve, principalmente, pela dificuldade de se encontrar casos práticos que apresentem abordagens integradas envolvendo esses atributos. Em vista disso, esta poderá ser uma temática abordada em trabalhos futuros.

De forma geral, a presente análise garantiu a compreensão da dinâmica do planejamento e controle de serviços, especialmente com vistas à gestão financeira – evidente em grande parte dos casos estudados. Além disso, a utilização de uma visão esquemática dos principais aspectos suscitados na literatura permitiu percorrer as variadas tendências e particularidades das aplicações, demonstrando como o PCP ajuda a identificar falhas gerenciais e a prevenir as empresas da ocorrência de ineficiências e desperdícios.

## 6 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, ao CNPq, à FAPEMIG e à UNIFEI pelo apoio

para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ANTONIALLI, Luiz Marcelo *et al.* Planejamento e Controle Financeiro dos Serviços Prestados por Profissionais Liberais: O Caso dos Dentistas da Região Sul de Minas Gerais. In: Seminário em Administração, 13, 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2010, p. 1-15.

ARDALAN, Ali; DIAZ, Rafael, NERJIT. Using net requirement data in Kanban-controlled jumbled-flow shops. **Production and Operations Management**, v. 21, n 3, p. 606-618, 2012. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1937-5956.2011.01268.x>

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Estudos e Publicações de Relevância para o Setor de Serviços**, 2015. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/comercio-servicos/a-secretaria-de-comercio-e-servicos-scs-10>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

BRASIL. Ministério do Turismo. **Ações e Programas**, 2016. Disponível em: <<http://www.turismo.gov.br/acoes-e-programas.html>>. Acesso em: 06 fev. 2017.

CABRAL, Helia Cristina do Couto; MORAIS, Mariana Patricio de; CARVALHO, Ana Clara Martins e Silva. Nutritional composition and cost of preparations of commercial restaurants. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 8, n. 1, p. 23-38, 2013.

CAUCHICK, Miguel, P. A. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, 17(1), 216-229 2007.

CAVALCANTI, A. M., AQUINO, J. T., & MECCHI, T. M. L. Análise da percepção dos usuários dos serviços oferecidos pelas companhias aéreas sob a ótica do modelo SERVQUAL. **Exacta – EP**, 11(3), 249-258, 2013.

DRUPSTEEN, Justin; VAART, Taco van der; DONK, Dirk Pieter van. Integrative practices in hospitals and their impact on patient flow. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 33, n. 7, p. 912-933, 2013. <http://dx.doi.org/10.1108/IJOPM-12-2011-0487>

GASPARETTO, Valdirene; PRODÓCIMO, Raquel; SCHNORREBERGER, Darci. Instrumentos de planejamento e controle de obras em uma empresa prestadora de serviços ao setor da construção civil. In: Congresso Brasileiro de Custos, 17, 2010, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Associação Brasileira de Custos, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLDRATT, Eliyahu M.; COX, Jeff. **A Meta**: um processo de melhoria continua. 2. ed. São Paulo: Nobel, 2011.

GUERRA, R. M. A.; SILVA, M. S. TONDOLO, V. A. G. Planejamento das necessidades de materiais: ferramenta para a melhoria do planejamento e controle da produção. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 9, n. 3, p. 43-60, 2014. <http://dx.doi.org/10.15675/gepros.v9i3.1075>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas Nacionais Trimestrais: Indicadores de Volume e Valores Correntes**, 2016a. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas\\_Nacionais/Contas\\_Nacionais\\_Trimestrais/Fasciculo\\_Indicadores\\_IBGE/pib-vol-val\\_201603caderno.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Contas_Nacionais_Trimestrais/Fasciculo_Indicadores_IBGE/pib-vol-val_201603caderno.pdf)>. Acesso em: 05 fev. 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas do Cadastro Central de Empresas**, 2016b. Disponível em:<<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv97205.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2017.

JACINTO, Paulo de Andrade; RIBEIRO, Eduardo Pontual. Crescimento da produtividade no setor de serviços e da indústria no Brasil: dinâmica e heterogeneidade. **Economia Aplicada**, v. 19, n. 3, p. 401-427, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-8050/ea119450>

PELTOKORPI, Antti. How do strategic decisions and operative practices affect operating room productivity? **Health Care Management Science**, v. 14, n. 4, p. 370-382, 2011. <http://dx.doi.org/10.1007/s10729-011-9173-8>

SALVATORE, Claudia; BOSCOLO, Paola R; TARRICONE, Rosanna. Planning and control of medical device investments by Italian public health authorities: A means to improve the decision-making process. **Journal of Medical Marketing: Device, Diagnostic and Pharmaceutical Marketing**, v. 13, n. 3, p. 135-141, 2013. <http://dx.doi.org/10.1177/1745790413498410>

SAMPAIO, R.F.; MANCINI, M.C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552007000100013>

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SON, JeongWook; ROJAS, Eddy M. Impact of Optimism Bias Regarding Organizational Dynamics on Project Planning and Control. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 137, n. 2, p. 147-157, 2011. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000260](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000260)

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007.

VILLA, Agostino; BELLOMO, Dario. Performance evaluation of local healthcare systems by applying industrial management methods. In: IEEE Workshop on Health Care Management, 2010, Venice. **Proceedings of the Health Care Management**. Venice: IEEE, 2010. <http://dx.doi.org/10.1109/WHCM.2010.5441253>

## PARAMETRIZAÇÃO DO MRP E IMPLANTAÇÃO DE TEMPO DE SEGURANÇA NO SETOR DE PROGRAMAÇÃO DE MATERIAIS EM UMA EMPRESA MULTINACIONAL DO SETOR AERONÁUTICO

**Ferdinand van Run**

Universidade de Araraquara, Engenharia de  
Produção  
Araraquara – São Paulo

**RESUMO:** O aumento de concorrência entre as empresas e a formação de alianças entre fornecedores e empresas tem influenciado a estabilidade do sistema de Planejamento das Necessidades de Materiais – *Material Requirements Planning* (MRP) das indústrias e este é fundamental para o cumprimento de prazos. Com relação ao planejamento de materiais dois conceitos se destacam para esse trabalho que são: os tempos de segurança (que se refere ao tempo incorporado ao *lead time* dos itens que é calculado pela média de dias atrasados de cada fornecedor) e a parametrização do sistema (que se refere à antecipação da verificação de disponibilidade de materiais para ordens planejadas, ou seja, vinculadas a aeronaves que ainda não estão em execução). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi implantar tempos de segurança no Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP) para melhorar o desempenho do setor de programação de materiais em uma empresa aeronáutica de grande porte. O trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica para sustentar uma pesquisa-ação na empresa

do estudo. O tratamento dos dados foi qualitativo. Os principais resultados foram o aumento na confiabilidade dos resultados, melhora no gerenciamento das faltas de materiais e a redução do número de falta de materiais.

**PALAVRAS CHAVE:** Tempo de Segurança, Ordem Planejada, Parametrização MRP, Fornecedores.

**ABSTRACT:** The increased competition among companies and the coalition with suppliers has affected the stability of the Material Requirements Planning (MRP) system, that's factors affect the accuracy of meeting deadlines. In material planning requirement, two concepts stand out for this analysis: safety time (lead time integrated into delivery time of material, calculated by the average of delivery delay each suppliers), and system parameter (refers to dealings and forecasting of planned orders which is linked to planned operations that are not in progress). The objective of this analysis was to deploy safety times on supply chain, to improve the performance of Material Requirements Planning (MRP) for a multinational aerospace company. The study was conducted based in literature and an action-research on company at hand. The data analysis was qualitative and quantitative. The main results were: the increase in confidence of results, improvement

in the management of potential glitches and reduce the delivery delay.

**KEY-WORDS:** Safety Time, Planned Order, MRP parameterization, Suppliers.

## 1 | INTRODUÇÃO

Diante do aumento na competitividade e expansão de grandes empresas, estratégias envolvendo a formação de alianças, fusões, aquisições e parcerias com a finalidade de aumentar suas chances de sucesso no mercado tornaram-se comuns. Em muitos segmentos empresariais como aeronáutica e automobilística, essas estratégias contribuíram para o aumento da concentração na medida em que os grandes competidores atingiram maiores parcelas de mercado. (MINTZBERG e QUINN, 2001).

Segundo Carvalho (2008) esta nova forma de relacionamento provoca uma hierarquização na estrutura de suprimentos da matéria-prima, reduzindo o número de fornecedores e torna-se importante a localização destes com relação à proximidade das indústrias.

Os sistemas de planejamento e controle da produção (SPCP) são sistemas responsáveis por prover informações utilizadas para um gerenciamento eficaz do fluxo de materiais, determinação da carga-capacidade, coordenação das atividades internas relacionadas a fornecedores e distribuidores, além da comunicação e da interface com os clientes, referente à necessidades operacionais (CORRÊA e GIANESI, 1996).

Para Zonta et al. (2010), o sistema Planejamento das Necessidades de Materiais - *Material Requirements Planning* (MRP) é uma ótima ferramenta utilizada na gestão dos estoques, pois é capaz de integrar diversas áreas e analisar informações essenciais para a gestão da produção. Porém a integração deve ir além do fato de estar operando o mesmo sistema, ela deve ser considerada pelo impacto que cada variável ajustada no MRP tem em todos os demais departamentos da empresa. Desta maneira o Planejamento das Necessidades de Materiais se mostra como uma ferramenta ideal para empresas que possuam como objetivo estratégico a redução de estoques e o cumprimento de prazos. Mas para alcançar estes objetivos não é fácil, pois deverão ser tratados diversos problemas enfrentados pelos usuários do MRP, como as falhas na parametrização do sistema, abordagem de capacidade infinita com a qual estes sistemas trabalham e a instabilidade do sistema, propiciando resultados satisfatórios (CORRÊA & GIANESI, 1996).

A parametrização do MRP permite informar ao Planejamento e Controle da Produção (PCP) possíveis restrições e características da realidade consideradas pelo sistema; como o nível de confiança de um fornecedor, o que torna possível reagir à sua baixa eficiência com a criação de um pequeno nível de estoque de segurança frente a esta incerteza, adaptando o cálculo do MRP às necessidades específicas da organização (CORRÊA, GIANESI & CAON, 2001).

Nesse cenário esse trabalho tem como norteador a seguinte questão: como parametrizar o planejamento da necessidade de materiais a fim de aumentar sua eficiência perante a falha de fornecedores com relação a prazo de entrega?

Um conceito importante para o trabalho é o de tempo de segurança que segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2001) é uma variante lógica frente às incertezas dos fornecedores com relação ao tempo de entrega é equivalente a criação de estoques de segurança em uma empresa. A visualização dos tempos de segurança permitem a reprogramação das ordens planejadas, impedindo que o atraso do fornecedor se propague por todas as etapas de planejamento e produção da empresa.

Quanto ao termo parametrizar nesse trabalho refere-se a antecipar a verificação de disponibilidade de materiais relacionados a ordens de produção indicadas no sistema ERP com o *status* planejada e a determinação de tempos de segurança para cada fornecedor, por meio do cálculo da média de atrasos, tendo como parâmetro o tipo de material.

Uma correta parametrização do sistema juntamente a uma abordagem do MRP no curto prazo, levam a uma redução do *system nervousness* e, conseqüentemente, melhoria no desempenho do sistema, como a redução dos estoques e o cumprimento dos prazos. Ressaltando desta maneira a aplicabilidade em indústrias de diversos setores, visto que foram feitas as adaptações necessárias para a obtenção de resultados promissores (GODINHO FILHO e FERNANDES, 2005).

O objetivo deste trabalho foi implantar tempos de segurança no Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP) para melhorar o desempenho do setor de programação de materiais em uma empresa aeronáutica de grande porte.

Os sistemas que possuem baixos níveis de incerteza necessitam de baixos níveis de estoque de segurança, pois as incertezas de fornecimento devem ser eliminadas com o desenvolvimento dos fornecedores, tornando-os mais confiáveis e deste modo tornar a empresa e suas alianças mais competitivas diante do mercado (CORRÊA, GIANESI & CAON, 2001).

Nesta pesquisa a empresa estudada será denominada empresa Beta, sendo esta uma indústria de forte concorrência no mercado aeronáutico, tendo comércio disponível em grande parte do mundo e todo o território brasileiro, com aumento crescente em seu mercado. Tendo em vista o aumento na competitividade da empresa, a estratégia foi reduzir o *lead time* de entrega do produto acabado, com o auxílio dos programadores de materiais.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O sistema de parametrização do MRP

Analisando-se o fluxo de materiais é possível perceber que para ocorrer a execução das operações de montagem, cada ordem de produção deve possuir um conjunto

específico de materiais a serem utilizados, denominado de Lista de Materiais, ou em inglês “*Bill of Material*” (BOM), sendo classificados em matérias-primas, componentes e produtos semiacabados; os quais podem ser obtidos por meio de diferentes tipos de fornecedores e diferentes modos: externamente ou através de fabricação própria, (VOLLMANN et al., 1997).

Orliky (1975 apud LAURINDO e MESQUITA, 2000) relata que a demanda de materiais na produção de maneira intermitente tende a ser irregular (“*lumpy*”), devido a uma irregularidade no plano mestre de produção e da política de formação de lotes, sendo o modelo MRP uma solução por permitir calcular as necessidades destes materiais ao longo do tempo e gerar uma redução dos níveis de estoque.

Pozo (2004) define o MRP como um sistema responsável por simplificar a gestão de estoques, de modo que o fator principal do sistema é ajudar o administrador ou o comprador a comprar e produzir o necessário e no momento correto, a fim de eliminar a criação de estoques.

Quanto à demanda, esta pode ser classificada em dependente e independente. A demanda dependente está relacionada às matérias-primas, submontagens e montagens que compõem os produtos finais, já a demanda independente está voltada para os produtos acabados e está ligada diretamente às condições de mercado. O MRP faz o cálculo para a demanda dependente, considerando os tempos de compra e de produção (*lead time*), determinando as quantidades e os instantes em que deverão ser produzidos ou comprados os produtos.

A parametrização é a forma pela qual se faz uma adaptação no cálculo do MRP, tomando por base as necessidades específicas de cada organização; uma vez que estas necessidades e características estão em constante mudança, torna-se necessário que haja a revisão da parametrização periodicamente, de modo a refletir fielmente a realidade da organização (CORRÊA, GIANESI e CAON, 2001).

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), o MRP só consegue calcular corretamente as necessidades de materiais ou as quantidades a serem produzidas pela empresa, se além do tempo de produção, a empresa mantiver os dados atualizados em seus sistemas. Conhecida como *system nervousness*, a instabilidade do sistema MRP, uma das dificuldades mais enfrentadas por usuários do sistema, é definida como sendo a modificação de datas e quantidades de ordens planejadas que causam uma mudança no planejamento de prioridades das mesmas, sendo quanto maior a incidência de reprogramação maior será a instabilidade do MRP (HO & HO, 1999).

## 2.2 Parametrização do MRP e tempo de segurança

Segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2001) os “tempos de segurança”, possuem uma influência positiva a respeito da instabilidade do MRP, sendo estes os períodos arbitrariamente adicionados ao *lead time* dos materiais, de modo a calcular a abertura de ordens planejadas com um tempo de antecedência, relacionado ao tempo médio,

de modo que se não houver atrasos por parte do fornecedor, terá como impacto a formação de um estoque temporário, do contrário o atraso do fornecedor não se propagará, sendo este dentro do tempo de segurança.

Godinho Filho e Fernandes (2005), afirmam que a correta parametrização do MRP leva a uma redução da instabilidade do sistema, e conseqüentemente leva a melhorias no desempenho do mesmo; como a redução dos estoques e o cumprimento dos prazos. Ressaltando desta maneira a aplicabilidade em indústrias de diversos setores, dado que sejam feitas as adaptações necessárias permitindo a obtenção de resultados promissores.

### 3 | MÉTODO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi realizada por meio de uma pesquisa bibliográfica e pesquisa-ação em uma empresa do setor aeronáutico, mais especificamente, envolvendo o setor de programação de materiais.

A pesquisa bibliográfica trata-se de um estudo exploratório ou uma pesquisa ideológica, com análise de diferentes opiniões sobre um tema, no qual se baseia em um material já elaborado, constituído normalmente por livros e artigos científicos (GIL, 2008).

Segundo Thiollent (1986), desde a década de 40 a pesquisa-ação é um método eficaz para conhecer e modificar a organização, sendo este um tipo de pesquisa social com base empírica que é realizada por meio de uma ação ou a resolução de um problema coletivo de modo que todos os participantes envolvidos estejam se relacionando de maneira cooperativa e participativa. Tripp (2005), apresenta que a pesquisa-ação pode ser dividida em quatro partes, como pode ser observado na Figura 1.

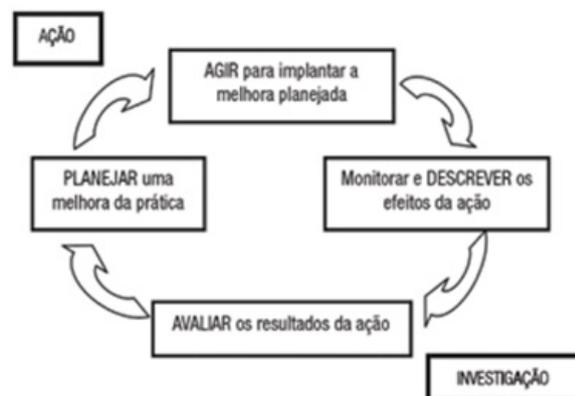


Figura 1- Representação em quatro etapas do ciclo de Pesquisa-Ação

Fonte: Tripp (2005, p.4)

As quatro etapas definidas por Tripp (2005) podem ser vistas no quadro 1, neste se pode visualizar a fundamentação teórica do método com a aplicação no cenário

abordado por esse trabalho.

Fases	Definição	Fases da Pesquisa-Ação dentro do ambiente de pesquisa
<b>Planejar</b>	De acordo com Thiollent (1997), a fase de planejamento é explicada como exploratória na qual se efetua a análise do cenário, o modo de coleta de dados, de monitoramento, e como serão determinadas as ações corretivas.	Foi elaborada uma análise da empresa Beta, no setor de Programação de Materiais, no qual se pretende definir qual a base de dados e a ferramenta de apoio a ser utilizada para apontar a atual eficiência do setor. Com esse levantamento, deseja-se determinar as quantidades de pendências e faltas de cada fornecedor por tipo de material, permitindo a elaboração dos planos de ação.
<b>Agir</b>	A fase da ação trata-se de implantar ações corretivas, estabelecidas na fase de planejamento e dos problemas levantados no momento de análise, de modo a apresentar os objetivos e as propostas. Estas originarão as ações de mudanças que serão iniciadas após aprovação (THIOLLENT, 1997)	Por meio de reuniões com a supervisão foi possível o desenvolvimento de planos de ação que permitiram a implantação dos tempos de segurança e o replanejamento de ordens Planejadas. As ações passaram a ser executadas e analisadas pelos responsáveis do projeto; ações estas que serão detalhadas na Pesquisa da Empresa no processo de implantação.
<b>Monitorar</b>	Avaliar os parâmetros das melhorias implantadas e analisar os indicadores de controle de desenvolvimento da eficiência das respectivas melhorias implantadas (TRIPP, 2005)	O monitoramento foi algo essencial no projeto, pois é necessário controlar os dados e certificar-se de que não estão sendo considerados dados discrepantes e problemáticos, que possam interferir nas mudanças diárias e no resultado.
<b>Avaliar</b>	Segundo Thiollent (1997), após implantada as melhorias e decorrido um determinado período de tempo, analisar a efetividade das melhorias e a situação do cenário final.	Por fim, a equipe envolvida no projeto avaliará através de uma gestão visual a ser elaborada durante a implantação, visualização esta com uma abrangência mais global do processo, no qual pretende-se identificar quais foram as melhorias alcançadas durante e após os planos de ação da implantação.

Quadro 1 - Descrição das quatro etapas do ciclo de Pesquisa-Ação e descrição no ambiente da pesquisa

Fonte: O próprio autor.

## 4 | PESQUISA NA EMPRESA

### 4.1 Planejar

Com o crescimento da empresa e a disseminação da filosofia *Lean Manufacturing* em diversos de seus setores além da busca pela excelência, foram identificados alguns setores com oportunidades de melhorias, nesse trabalho será abordado o setor de Programação de Materiais, que possui uma necessidade de parametrização do sistema MRP.

A empresa tratada neste artigo não possuía tempos de segurança relacionados a cada um de seus fornecedores além de não haver uma tratativa de faltas relacionadas a ordens planejadas, ficando em função dos Programadores de Materiais a responsabilidade de manter a eficiência dos fornecedores referente às faltas efetivas.

Partindo deste princípio, foi identificada a necessidade de antecipar a verificação de disponibilidade de materiais ou o andamento das requisições dos mesmos para ordens planejadas no ERP, ou seja, ordens que ainda não entraram em execução, além de melhorar o indicador de falta de materiais, que é um indicador-chave de desempenho conhecido por *Key Performance Indicator* ou KPI, pois o mesmo permitia a visualização da eficiência do Planejamento das Necessidades de Materiais (MRPI) de cada linha produtiva, porém não de maneira diária.

Por isso foi discutido juntamente à supervisão a necessidade de criar um banco de dados no *Microsoft Office Access*, que fizesse o download do sistema SAP e armazenasse todas as faltas cometidas por fornecedores e que estivessem devidamente descritas no ERP em um histórico anual e de maneira diária.

Sendo de suma importância a atualização dos dados e o *startup* automático das macros, além da elaboração de uma interface prática, exibindo por meio de gráficos a eficiência das linhas produtivas e a confiabilidade de cada fornecedor juntamente de seu tempo de segurança, que serão acrescidos aos prazos estabelecidos pelos programadores de materiais acordado com os fornecedores.

## 4.2 Agir

Por meio de uma análise detalhada do painel de faltas por parte da supervisão, foi possível a distribuição da carga-capacidade das linhas produtivas entre os programadores, com o objetivo de aumentar suas respectivas capacidades produtivas de modo a incorporar as Ordens Planejadas antecipadas em suas rotinas de trabalho evitando gerar hora-extra, ou novas contratações.

Para que houvesse o perfeito funcionamento das macros criadas no *Microsoft Office Access* foi preciso estabelecer junto aos programadores de materiais quais seriam as diretrizes a serem consideradas ou desconsideradas, permitindo o uso de dados confiáveis.

O conhecimento de programação *Visual Basic for Applications* (VBA) foi de extrema relevância entre os implantadores do aplicativo em Access, para que fosse possível a criação de uma “*frontend*” (interface) mais prática e a atualização automática dos dados de maneira diária e por meio de macros acionadas através do *Task Scheduler* em períodos fixos definidos durante o turno de trabalho.

Para se calcular os tempos de segurança, os dados foram agrupados de acordo com seus respectivos planejadores MRP e filtrados apenas os materiais que se encontravam com prazos vencidos, contando-se a quantidade de dias de cada atraso comparando a data estabelecida pelo fornecedor como prazo e a data de atualização do banco de dados.

Sendo estabelecidos suas respectivas médias e desvios padrão, tornando os dados mais confiáveis por meio do escore padronizado de cada dado, utilizando a fórmula 1.

$$Z = (\text{valor} - \text{media}) / \text{desvio padrão} \quad (1)$$

Onde:

Valor – quantidade de dias de atraso referente a cada fornecedor;

Média – valor da media aritmética da quantidade de dias de atraso de toda a amostra;

Desvio-padrão – desvio padrão calculado sobre toda a amostra;

$Z >$  ou igual a 3 em valor absoluto, considerado um *outlier* e retirado dos cálculos, gerando uma tabela normalizada.

Calculados as novas médias e os novos desvios padrões sobre os dados da tabela normalizada, utiliza-se as informações na fórmula 2.

$$T = (\text{Fator} \times \text{Desvio Padrão}) + \text{Média} \quad (2)$$

Onde:

- T – quantidade de dias a ser utilizado como tempo de segurança.

- Fator – valor fixo encontrado na tabela de distribuição normal, de acordo com o nível de confiança desejado.

Porém por se tratar de períodos de atraso, não se pode desconsiderar totalmente os *outliers*, pois ainda assim continuam impactando de forma grave o processo, sendo necessária a sua tratativa separada.

### 4.3 Monitorar

Os dados são controlados periodicamente, para verificar a confiabilidade da informação e verificar se não foram alteradas ou acrescentadas novas diretrizes em cada linha produtiva, além de retirar dados equivocados gerados por algum erro sistêmico do SAP.

Semanalmente a eficiência do Key Performance Indicator (KPI) de faltas é apresentado para todo o PCP e discutido de modo a explicar os motivos de alguns atrasos e o posicionamento do fornecedor, justificando também a eficiência do setor de programação de materiais, que influencia positivamente ou não sobre a eficiência de toda a célula, gerando cobranças por parte da supervisão.

Por sua vez a eficiência do KPI de Faltas é controlado diariamente pelos programadores de materiais e utilizado juntamente com o nível de confiabilidade de cada fornecedor em reuniões denominadas “Pregões”, para cobrar dos fornecedores um posicionamento e um maior comprometimento no momento de cumprir os prazos de entrega.

### 4.4 Avaliar

Por meio de uma visão mais global e detalhada foi possível identificar os pontos críticos e impactantes no processo, e foram tomadas as ações corretivas sobre as causas raízes, tratando das ordens planejadas de modo eficiente, gerando por sua vez visibilidade diária e resultados positivos, como o aumento na eficiência do setor

de programação de materiais e de toda a célula além da determinação dos tempos de segurança de maneira dinâmica.

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a criação de um *software* que não depende de operadores para fazer o *download* dos dados do sistema ERP e processar estes dados, de modo a efetuar uma atualização automática do indicador de falta de materiais, foi possível aumentar a confiabilidade das informações resultantes, pois reduziu o intervalo entre as atualizações dos dados, consolidou todas as informações em um único local e não permitiu mais alterações pelo usuário, evitando resultados tendenciosos.

Esse novo indicador permitiu uma melhor gerencia por parte do supervisor por possuir uma interface prática, com visões dinâmicas e comparativas entre as linhas produtivas, é possível identificar a quantidade de faltas e suas respectivas informações cadastrais do ERP.

Sendo possível iniciar a tratativa das ordens planejadas e a implantação dos tempos de segurança nos prazos dos fornecedores, identificando as reais melhorias no painel de faltas, como a redução na quantidade de faltas sem prazo e vencidas, mesmo com um aumento na quantidade total de faltas, resultante do aumento da demanda.

Como se pode observar na Tabela 1, comparando o período de 2015, no qual não havia a antecipação da verificação de disponibilidade de materiais das ordens planejadas, com 2016 quando se iniciou a parametrização, obteve-se uma redução significativa na quantidade de faltas de materiais que estavam sem prazo e com *status* vencido, ou seja, materiais que eram para estar no estoque, mas o fornecedor ainda não efetuou a entrega.

Mês	Status	2015	2016
Ago	No Prazo	1054	2964
Ago	Sem Prazo	107	63
Ago	Vencido	34	5

Tabela 1 – Comparação da quantidade de faltas de matérias no período entre 2015 – 2016

Fonte: O próprio autor.

O gráfico 1 apresenta a eficiência geral do setor de programação de materiais, nota-se em 2016 uma queda no percentual devido a um erro de duplicidade ocorrido no ERP somado a inclusão de novas aeronaves no painel de faltas, que aumentou o numero de faltas efetivas e planejadas.

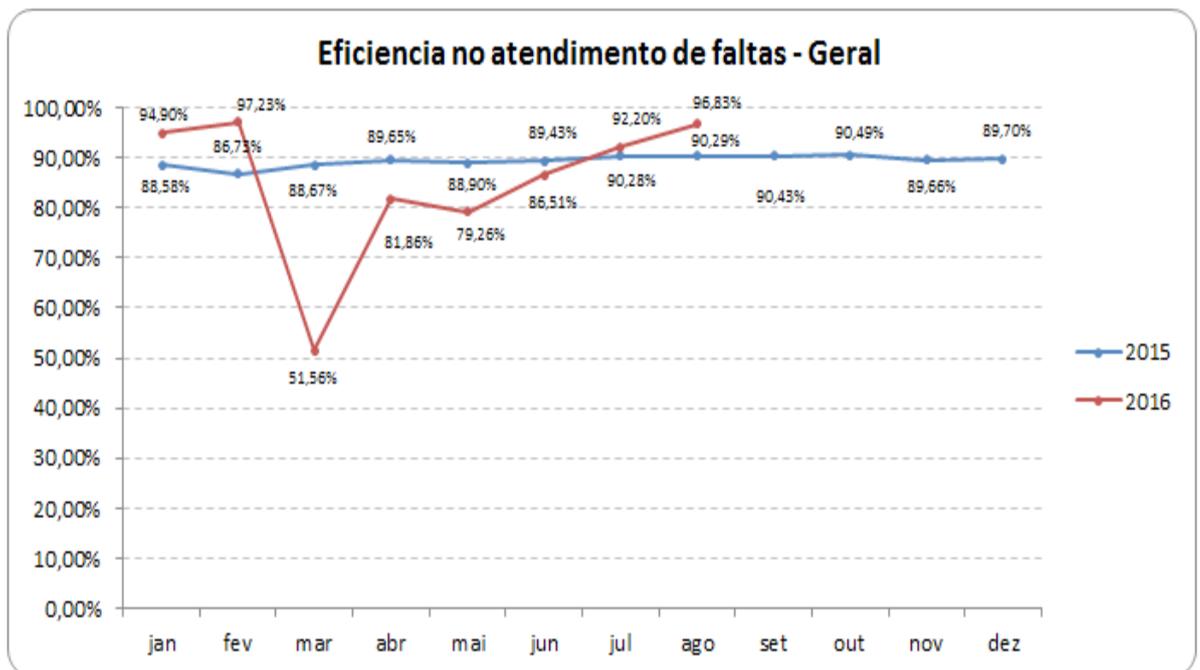


Gráfico1 - Comparação de eficiência entre 2015 - 2016

Fonte: O próprio autor.

## 6 | CONCLUSÕES

Com a parametrização do sistema ERP por meio da implantação dos tempos de segurança e a antecipação da verificação e acompanhamento das ordens de compra de materiais relacionadas às ordens de produção com *status* de planejada no sistema ERP, ou seja, de aeronaves que ainda não entraram na linha de produção, pode-se concluir que anteriormente os programadores de materiais possuíam uma alta responsabilidade em atender os prazos produtivos e garantir o material em estoque, contudo sem um poder de ação sobre os fornecedores e as imprevisões, porém por meio do novo indicador de faltas e a parametrização do ERP, a empresa adquiriu um maior controle e robustez no setor de programação de materiais, por deixar de depender diretamente da confiabilidade dos fornecedores para atender aos prazos de entrega dos materiais e possuir uma melhor e mais rápida tomada de decisão sobre as faltas críticas.

Um dos resultados foi a redução no número de falta de materiais, deixando de impactar no andamento da linha produtiva, ou seja, na postergação das datas de mudança de fase produtiva (movimentação da aeronave para uma próxima montagem, uma vez que o sistema produtivo adotado é através de montagem em doca) e na acurácia da carga-capacidade, melhorando a eficiência do PCP.

Destaca-se a importância da participação de todos os setores envolvidos no processo, de modo a elaborar um sistema prático, eficiente, que seja robusto permitindo uma melhor supervisão da gerência e contribuindo para uma maior competitividade da empresa no mercado.

## REFERÊNCIAS

- CARVALHO, E.G. *Inovação tecnológica na indústria automobilística: características e evolução recente*. Economia e Sociedade v. 17, n. 3 (34), p. 429-461, 2008.
- CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N. *Just in Time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico*. Ed. Atlas, 2. ed. 1996.
- CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. *Planejamento, Programação e Controle da Produção*. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2001.
- GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F.C.F. *Redução da instabilidade e melhoria de desempenho do sistema MRP. Produção* v. 16 n. 1, 2005.
- GIL, A.C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- HO, C.; HO, S.J.K. *Evaluating the effectiveness of using lot- sizing rules to cope with MRP system nervousness*. Production Planning and Control, v. 10, n. 2, p. 150-161, 1999.
- LAURINDO, F.J.B.; MESQUITA, M.A. *Material Requirements Planning: 25 Anos de História: Uma revisão do passado e prospecção do futuro*. Gestão & Produção, São Paulo, v.7, n.3, p.320-337, dez. 2000.
- MINTZBERG, H.; QUINN, J.B. *O processo da estratégia*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- ORLICKY, J.A. *Material Requirements Planning: the new way of life in Production and Inventory Management*. McGraw-Hill, 1975.
- POZO, H. *Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística*. 3 ed. São Paulo: Atlas 2004.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- TRIPP, D. *Pesquisa ação: Uma introdução metodológica*. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, set./dez. 2005, pp. 443-466.
- THIOLLENT, M. *Metodologia da Pesquisa-ação*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.
- THIOLLENT, M. *Pesquisa-ação nas Organizações*. São Paulo: Atlas, 1997. 164p.
- VOLLMANN et al. *Manufacturing Planning and Control Systems*. 4ed, McGraw-Hill, 1997.
- ZONTA, L; BIANCHINI, V. K; MOTTA, G. A; TRULHA, L. C. *Sistemas MRP, MRPII e ERP: Parametrização correta e acurácia nos dados*. Revista Ingepro, 2010.

## VALUE STREAM MAPPING (VSM); COMO ENXERGAR AS PERDAS NOS PROCESSOS PRODUTIVOS PARA EFICÁCIA DA MELHORIA CONTINUA

### **Alexandro Gilberto da Silva**

Faculdades Kennedy  
Belo Horizonte - MG

### **Eduardo Gonçalves Magnani**

Faculdades Kennedy  
Belo Horizonte - MG

### **Geraldo Magela Pereira Silva**

Faculdades Kennedy  
Belo Horizonte - MG

### **Nelson Ferreira Filho**

Faculdades Kennedy  
Belo Horizonte - MG

### **Ricardo Antônio Pereira da Silva**

Faculdades Kennedy  
Belo Horizonte - MG

**RESUMO:** Este estudo procura mostrar com base no conceito do VSM (Value Stream Mapping), como um processo identifica e trata os “desperdícios” manufatureiros aplicando este também conhecido Mapa de Fluxo de Valor fazendo uma análise da diferença entre sistemas tradicionais de manufatura e sistemas de produção enxuta em células de manufatura e utilizando soluções de produção enxuta.

O projeto foi realizado em campo na empresa denominada Alfa, situada em Minas Gerais do seguimento de fundição, usinagem e pintura de peças de grande tonelagem em aço nodular

e cinsento. E os processos estudados foram usinagem e pintura de hubs eólicos.

O foco é a redução do lead time e eliminação de perdas, visto que o balanceamento de linha produtiva é denominado a essencia basica da excelência operacional em toda cadeia de fluxo de informações, materiais e pessoas.

Inicialmente foram medidos os tempos de ciclo e movimentação dos funcionários e da peça fundida a ser processada ao longo do fluxo de valor, para uma demanda semanal de quatro peças. Os inventários ao longo do processo também foram medidos e identificados juntamente com o lead time pelo mapa do estado atual das células de usinagem e pintura. Através da implementação do sistema enxuto de produção, foi proposto um novo mapa do estado futuro das células produtivas, onde foram instalados três supermercados para balanceamento de linha e a eliminação das inspeções dimensionais com alta capacidade ao longo do processo produtivo.

**PALAVRAS CHAVE:** Mapeamento, Fluxo, Valor, Lead time, Perdas.

**ABSTRACT:** This research aims to enlight, based on the VSM (Value Stream Mapping), how the process identifies and treats the “manufacturing losses” applying the Value Stream Mapping, doing the traditional manufacturing system versus lean manufacturing system analysis, on

manufacturing cells, using lean methodology solutions.

The project has been applied in the field within a company called Alfa, in Minas Gerais, in the Foundry, Machining and Painting Business, for heavy ductile and grey iron castings. The studied processes were machining and painting of Hubs for wind turbines.

The focus is the reduction of lead time and elimination of manufacturing losses, as the balancing of the productive line is denominated as the basic essence of the operational excellence in all production chain of materials and personal.

Initially, metrics were taken based on cycle times, employees movements as well as the casted parts on the value chain, for a weekly demand of four parts. The inventory along the process has also been measured and identified along with the lead time of the machining and painting cells.

Throughout the implementation of the lean manufacturing system, it was proposed a new future state mapping of the production cells, where three supermarkets were installed for production line balancing and high capability dimensional inspections eliminations through the productive process.

**KEYWORDS:** Value, stream, mapping, lead time, losses.

## 1 | INTRODUÇÃO

O VSM, mais conhecidamente Mapa de Fluxo de Valor de acordo com o conceito de Produção Enxuta é eliminar o desperdício com o objetivo de criar valor Murman; Allen (2002), em termos de tempo, trabalho em processo e rejeitos. Em todas as áreas ao longo da cadeia que cria valor, independentemente se é sobre um conceito de logística para toda a produção ou a otimização de uma área de trabalho definida, porque o desperdício ocorre em todas as etapas do processo. Através de uma implementação consistente do sistema Lean em células de usinagem e pintura de eólicos, esse potencial pode ser identificado e desenvolvido para a melhoria da eficiência das operações de acabamento. Como citam Chiaverini; Vicente (1914), os processos de usinagem possibilitam o acabamento de superfícies de peças fundidas ou conformadas mecanicamente, de modo a obter-se melhor aspecto superficial e dimensões mais precisas. Obter fontes de eficácia sobre este processo é irraizar a cultura Lean. O resultado é a redução de custos e um simultâneo melhoramento da eficiência da produção, conjuntamente com aumento da qualidade. E como definem Womack; Jones (1996), o mapeamento de fluxo de valor é mais que uma técnica na gestão de empresas líderes. Ela traduz respeito aos clientes e acionistas que não aceitam pagar pelos custos dos desperdícios.

Atualmente o setor de energia eólica esta em uma crescente notória, trazer recursos de melhoria para produção destes equipamentos é o mesmo que buscar eficiencia para ordem conjunta das necessidades de se produzir energia sustentável.

A empresa estudada neste artigo é do seguimento de fundição de aço nodular e cinsento, sendo denominada empresa alfa, a aplicação de seus processos de fabricação é extremamente complexa por ser uma planta que cobre uma demanda de produtos

desde a formação dos moldes até o acabamento final. Os hubs fundidos, conformados e acabados vão diretamente para serem montados nas torres dos parques eólicos. Apartir de estudos aplicados no chão de fábrica, esta pesquisa visa detectar fontes de melhoria no processamento de usinagem e pintura através do mapeamento de fluxo de valor.

## 2 | EMBASAMENTO TEÓRICO

Rother; Shook (1999) definiram o Value Stream Mapping - VSM ou mapeamento do fluxo de valor como uma ferramenta gráfica, baseada num mapa, que permite visualizar o percurso de um produto ou serviço ao longo do fluxo de valor. Trabalhar a partir do fluxo de valor permite ter uma visão global dos processos e não estar apenas focado nos processos individuais. Este método é muito simples e eficaz, uma vez que ajuda a identificar o desperdício ao longo do processo e as suas causas (ROTHER; SHOOK, 1999).

No sistema Lean de produção, o fluxo de informação deve ser tratado com tanta importância quanto o fluxo de material. Emprega-se a palavra Lean a (magreza, ausência de gordura) porque esta filosofia concentra-se na eficiência, com o objetivo de produzir produtos e serviços com o menor custo e o mais rápido possível. E como afirma Antony (2010), o compromisso com o Lean Thinking deve começar ao nível da gestão de topo e deve desenvolver-se em cascata para todos os níveis da organização com o objetivo de melhorar o fluxo de materiais e informação e a eficiência dos processos.

A abordagem científica da filosofia Lean foi inicialmente divulgada nos trabalhos de Womack; Jones; Roos (1992) e Shingo (1981), sendo posteriormente transposta para o processo de desenvolvimento de produtos. Pesquisas de Sohal; Egglestone (1994), Bauch (2004) e Machado (2006) que tiveram como foco a avaliação das potencialidades da aplicação da filosofia Lean na área de pesquisa e de desenvolvimento, verificação das dificuldades de implementação do *lean development*, proposição de desperdícios para o *lean development* e uma sistemática para a implementação da filosofia *lean*, seguindo a estrutura de projetos, respectivamente. As pesquisas citadas mencionam o uso do mapeamento do fluxo de valor como meio para identificação dos desperdícios do desenvolvimento de produtos.

Liker (2005) obteve a resposta de Fujio Cho, então presidente da Toyota Motor Company, que aprendeu o Modelo Toyota com um dos seus criadores, Taiichi Ohno para o notável sucesso da Toyota. “A chave para o modelo Toyota, e o que a faz sobressair, não é nenhum dos elementos individuais... Mas o importante é ter todos os elementos unidos como um sistema. Eles devem ser postos em prática em todos os dias de uma maneira muito sistemática e não isoladamente.”

Conforme Womack; Jones (1992) a produção enxuta é como um processo de cinco passos: criar valor na óptica do cliente; identificar a cadeia de valor; fazer o

valor fluir para a cadeia; o cliente puxa a produção e gerenciamento rumo à perfeição. No trabalho diário de uma empresa, rotinas que consigam manter a organização e a ordem são essenciais para um fluxo regular e eficiente das atividades (BAYO; BELLO; CERIO, 2010). Então um gestor enxuto não se limita a utilizar apenas análises de demanda e capacidade produtiva para determinação de sequenciamento, ele procura sempre a incansável melhoria contínua através do sistema Lean Manufacturing porque é utilizado atualmente pelas grandes indústrias e é o sistema mais eficaz de toda a história do Japão, hoje é utilizado em todo o mundo.

## 2.1 Mapa de fluxo de valor

Com o decorrer dos anos as empresas veem trabalhando com fluxo de material em processos discretos de produção e implementação do sistema enxuto ao invés de processos isolados de melhoria, significando que as pessoas em todas as funções do negócio podem ter que mudar os seus hábitos. Onde quer que haja um produto para um cliente, há um fluxo de valor (SHINGO, 1981).

Segundo Emerim; Simões (2015), a análise inicia se pela identificação da função de uso que representa o processo. Devendo ela, ser composta por um verbo (ação realizada) e um substantivo mensurável que sofrera a ação. As atividades desenvolvidas deverão estar atreladas à função principal e poderão ser classificadas como necessárias ou desnecessárias.

O mapa do fluxo de valor é uma poderosa ferramenta de comunicação e planejamento, além de servir para que as pessoas conheçam detalhadamente seus processos de fabricação. Aborda a forma simples do fluxo de materiais e informações desde fornecedor até o cliente final (FERREIRA; ROCHA; LOPES; SANTOS; SANTOS, 2015).

Essa metodologia estimula a participação, permitindo que pessoas tímidas não se omitam do grupo (EMERIM; SIMÕES, 2015).

Com ele, se estabelece uma linguagem comum entre os colaboradores, conforme figura 1 a seguir.

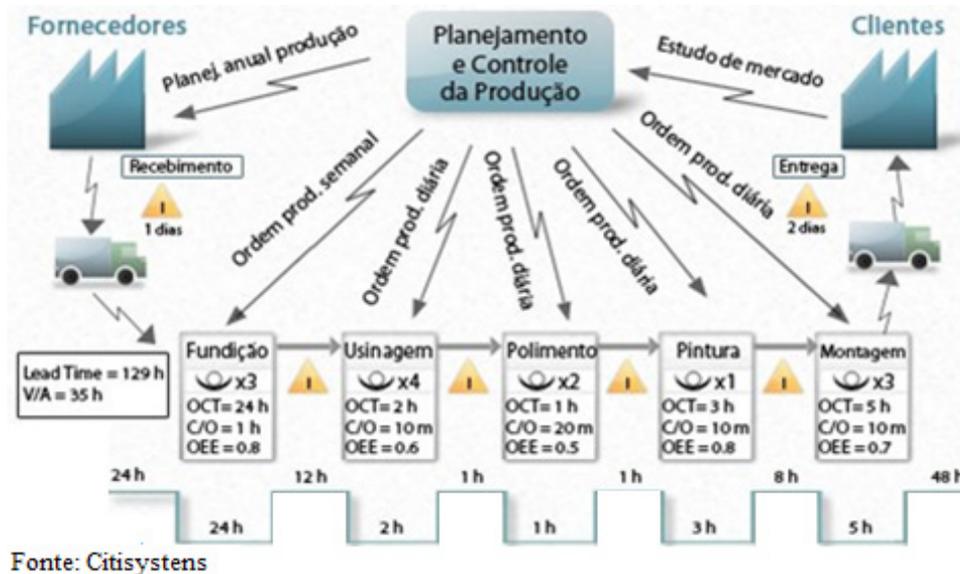


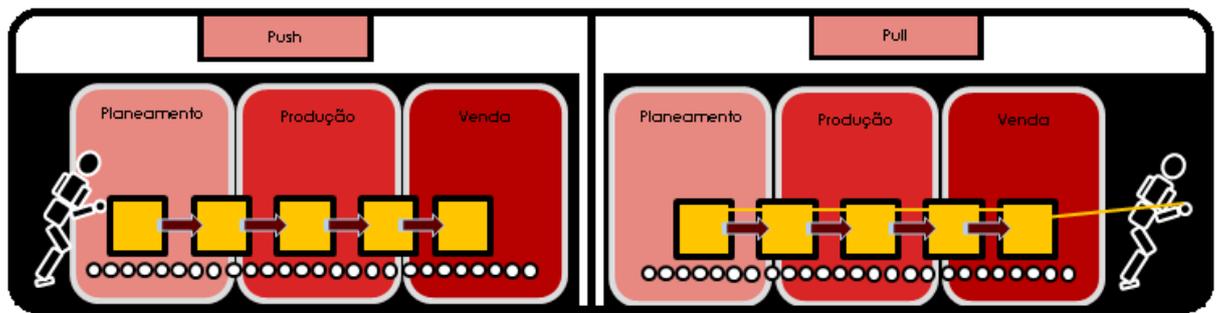
Figura 1- Exemplo de mapa de fluxo de valor

Assim fica explícito o processo produtivo de uma forma simples de interpretar por qualquer membro da equipe, mas para que este mapeamento ocorra é preciso que haja um trabalho ao qual se predomina sob uma investigação continuada no chão de fábrica, é a detecção destes números através das cronoanálises ou cronometragem de todas as operações nestas células. Porque conforme afirmam Rother; Shook (1999) o "Fluxo de Valor" deve ser um novo termo em seu vocabulário. Um fluxo de valor é toda ação, agregando valor ou não, necessária para fazer passar um produto por todos os fluxos essenciais de cada produto: 1º O fluxo de produção desde a matéria prima até os braços do consumidor e 2º o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento.

## 2.2 Sistema Pull

Pull é um processo de reabastecimento de material controlado pelo consumo. O sistema pull de reabastecimento procura eliminar a Super produção, alinha os processos com os requisitos do cliente reduzindo a super produção, uma das maiores perdas no fluxo de valor, porque cliente não é somente aquele externo, cliente é qualquer processo seguinte (ANTONY, 2010).

O pull regula a produção com o trabalho para reabastecer somente o que o cliente consome. Em contraste, uma estratégia push promove a super produção otimizada, fabricando de acordo com uma programação prevista ou maximizando a relação base-hora, mesmo se corrente abaixo as operações ou os clientes não necessitam dos produtos conforme figura 2 a seguir, pode se verificar a diferença da produção em ritmo de empurrada (push) para o sistema de produção puxada ou sistema pull.



Fonte: 4 Lean 2011

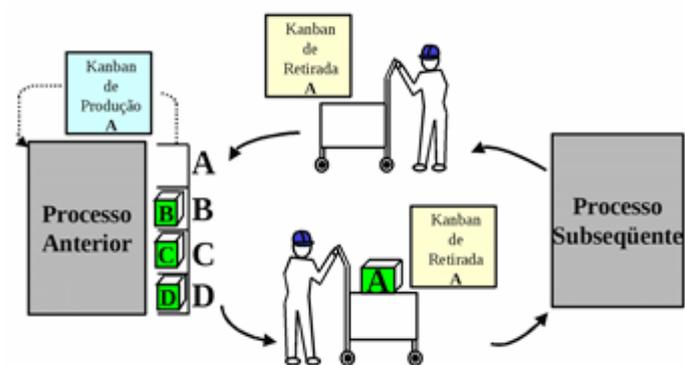
Figura 2- Demonstrativo de sistemas Push x Pull

Conforme Rother; Shook (1999) afirmam, o objetivo de colocar um sistema puxado entre dois processos, é ter uma maneira de dar a ordem exata de produção ao processo anterior, sem tentar prever a demanda posterior e programar o processo anterior. Puxar é um método para controlar a produção entre dois fluxos.

### 2.2.1 Kanban

O sistema Kanban assegura que toda a produção seja reabastecida com método de gestão de pessoal pelos estoques, procura revelar e reduzir pessoal e equipamentos em excesso, com isso promove a eliminação de estoque -ideia de emissão de cartão kanban (WOMACK; JONES, 1996)

E conforme mencionam Rother; Shook (1999), sua especial obtenção de otimização de carga de trabalho esta na racionalização da produção. Utilizara-se de semelhanças Just in time para a origem no sistema de prateleira do supermercado Kanban, ou seja, produção por demanda enxuta, que permite se dizer que nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes da hora exata. Ex: compra do carro – encomenda à montadora – produção (apenas peças necessárias). Colocando o fluxo da ordem de fabricação conforme figura 3 a seguir.



Fonte: Marketergizmo

Figura 3- Reabastecimento de supermercado kanban

## 2.3 As sete perdas do sistema Lean manufacturing

Segundo Sohal; Egglestone (1994), perda é qualquer atividade que consome recursos mas não cria nenhum valor para o produto e para o cliente. Elas têm grande impacto no mapa de fluxo de valor por se tratar de desperdícios, o que torna as operações ineficazes.

São estas:

- Falhas; Produção ou retrabalho ou retrabalho de produtos fora de especificação.

Isto é percebido quando se tem uma célula com colaboradores que não conseguem identificar as não conformidades do produto em processo, e aplica somente sua função (trabalho) neste, conseqüentemente quando descobrem o defeito, este, já se devia ser refugado ou até mesmo retrabalhado no caso de um produto com alto valor agregado.

- Inventário; Excesso de produto em processo, matéria prima e bens acabados.

Esta perda é muitas vezes mal interpretada pelos agentes de mudança, motivo pelo qual, deve-se ter um treinamento eficiente para tal entendimento, visto que podem ter razões positivas dependendo do seguimento da empresa.

\*Razões positivas de um inventário: Oportunidade de flexibilidade de atendimento ao cliente, cobrir possíveis falhas dos equipamentos, poder de barganha e economia nos transportes, atender a demanda em determinada época, contribuir para redução do Lead time, cobrir imprevistos como greve de operários e desastres naturais.

\*Razões negativas de um inventário: Valor agregado do estoque, dinheiro parado, espaço físico ocupado, filas no processo, retrabalho gerado pelo controle de estoque, custos de manutenção ou a própria perda do produto se tratando de perecíveis.

\*Tipos de inventários: Estoques no canal (WIP), produto acabado ou semi-acabado, estoques para especulação,(manter o produto em estoque até que esteja em falta no mercado), estoques de natureza regular ou cíclica (usual) e estoques de segurança, além do usual.

- Super produção; Fornecimento excessivo, além dos requisitos do processo seguinte.

Esta perda se relaciona com o trabalho não balanceado, ou seja, uma célula não controlada começa a produzir quantidades além das quantidades ideais de produção, ou seja, além dos requisitos seguintes.

- Espera; Tempo perdido devido ao fraco fluxo de produto (faltas), estrangulamentos e ou máquinas paradas.

Esta perda é um dos desperdícios mais comuns nas pequenas, médias e grandes indústrias, o grande problema é que muitas empresas adotam a visualização desta, como natural, quando que para o sistema Lean, grande quantidade do tempo não agregado está relacionado diretamente com a espera.

- Excesso de movimento; Movimentos perdidos feitos durante o trabalho.

Os movimentos de operários tem grande influência no que toca o processamento das transformações de materiais. Com isto, não simplesmente se deve eliminar estes movimentos, mas sim, aperfeiçoar as operações de forma que estes movimentos se tornem os mínimos possíveis.

- Excesso de transporte; Excesso de movimento de trabalho em processo.

Tem grande influência no que toca o processamento dos transportes internos de materiais.

- Super processamento; Trabalho que não agrega valor para o cliente ou ao negócio.

Esta perda é conhecidamente a mais difícil de ser enxergada, muitas vezes a própria cultura operacional permite que esta aconteça. Desta forma, o sistema Lean aplica o trabalho padrão.

De acordo com o Caterpillar production system, uma oitava perda é adotada como a principal.

- Criatividade e capacidade não utilizadas; Oportunidades perdidas devido a pouca segurança e a uma força de trabalho subutilizada.

Identificar esta perda é chamar esforços no que tange o treinamento dos operários, sendo assim, uma oportunidade excelente de melhorar o PQVC ( produtividade, qualidade, velocidade e custo). Um operador necessita ter tempo de pensar as melhores formas de se fazer suas funções, do contrário trabalha como máquina.

## 2.4 Calculo takt time

De acordo com Womack; Jones (1996) o takt time é o tempo em que se deve produzir uma peça ou produto, baseado no ritmo das vendas para atender a demanda dos clientes. É calculado dividindo se o volume da demanda do cliente (em unidades) por turno, pelo tempo disponível de trabalho (em segundos) por turno.

Resumidamente, pode se concluir que o takt time sincroniza o ritmo da produção para acompanhar a velocidade das vendas (ROTHER; SHOOK, 1999). É um número de referência que dá uma noção do ritmo em que cada processo precisa estar produzindo e ajuda a enxergar como está o andamento manufatureiro e o que precisa se melhorar.

Para Rother; Shook (1999), produzir de acordo com o takt parece simples, mas requer um esforço concentrado para:

- 1° Fornecer resposta rápida (dentro do takt) para problemas.
- 2° Eliminar as causas de paradas de máquinas não planejadas.
- 3° Eliminar tempos de troca em processos posteriores, setups e processos de montagem.

O que se tenta realmente fazer na produção enxuta, é obter um processo para fabricar somente o que o próximo processo necessita e quando necessita. As tentativas estão concentradas em ligar todos os processos desde o consumidor final até a matéria prima em um fluxo regulador sem retornos que gera o menor lead time,

mais alta qualidade e o menor custo WOMACK; JONES, 1996). O takt time é uma ferramenta que regula e dá ao fluxo de valor sua definição conforme figura 4.

$$\text{Takt time} = \frac{\text{tempo de trabalho disponível por turno}}{\text{volume da demanda do cliente por turno}}$$
$$\text{Takt time} = \frac{27.000 \text{ seg.}}{455 \text{ peças}} \Rightarrow \text{Takt time} = 59 \text{ seg./peça}$$

Figura 4- Calculo takt time

Fonte: Elaborado pelo autor

Em algumas indústrias, tais como as de distribuição, produtos por encomenda e de processo contínuo, pode ser necessária alguma criatividade para definir as unidades de demanda dos clientes. Uma solução conforme afirmam Roth; Shook (1999), é definir uma unidade como sendo quanto trabalho pode ser feito no seu processo gargalo em um takt de, por exemplo 10 minutos. Então divide se seus pedidos neste intervalo takt.

## 2.5 Hub eólico

Um hub eólico é a peça que conecta as três “hélices” ou “pás” que giram por força do vento e movimentam geradores elétricos que produzem energia. Na linha de produção ele é apelidado de “nariz da turbina”. Conforme fotografias 1 e 2 a seguir:



Fotografia 1- Naris da turbina

Fonte: GE- Reports Brasil



Foto 2- Hub eólico

Fonte: Éolica Acciona

As peças produzidas pela empresa Alfa neste estudo, são exatamente semelhantes aos hubs apresentados pela foto 2. Ele é responsável por automatizar o movimento das pás eólicas para a melhor captação possível de energia, advinda do vento.

### 3 | OBJETIVO

Apresentar de uma forma ampla e sistêmica, os princípios de gestão da produção enxuta em um setor de usinagem e pintura de hubs eólicos como base de sustentação para as técnicas e ferramentas para acelerar os processos, reduzir perdas e melhorar a qualidade.

### 4 | METODOLOGIA

Esta pesquisa é resultado de uma ação em campo obtida através de um estagio supervisionado na área de melhoria contínua e aplicação da metodologia lean manufacturing. O estudo metodológico teve como foco o mapeamento de fluxo de valor, para alcançar resultados de eficiência operacional em processos produtivos de usinagem e pintura de eólicos em uma empresa denominada Alfa neste artigo.

### 5 | ESTUDO DE CASO

Aplicando as ferramentas de produção enxuta e implementando soluções de produção enxuta, inicialmente foram medidos os tempos de ciclo e movimentação dos funcionários e da peça fundida a ser processada ao longo do fluxo de valor, para uma demanda semanal de quatro peças. Os inventários ao longo do processo também

foram medidos e identificados juntamente com o lead time pelo mapa do estado atual do processo, isto é, uma peça tem um tempo total de produção de 3254 minutos. Através da implementação do sistema enxuto de produção, foi proposto um novo mapa do estado futuro onde foram instalados três supermercados para balanceamento de linha e a eliminação das inspeções dimensionais ao longo do processo produtivo resultando em uma redução do lead time para 2949 minutos com quatro dias de inventário.

## 5.1 Análise e interpretação de dados

Quanto menor o lead time de produção, menor o tempo entre pagar pela matéria prima e receber pelo acabado feito com estas matérias. Mas para que se tenha um lead time enxuto é preciso que se faça a cronoanálise do processo e suas operações ao longo da cadeia produtiva, um dos primeiros passos para formatação do estado atual do mapa de fluxo de valor. São destas análises e investigações em campo que se formam os primeiros takts da linha, inclusive onde se pode empenhar mais esforços de melhoria devido a clareza em que se manifesta os valores não agregados dentro do processo conforme planilha 1 a seguir.

<b>Total Ciclo Time</b>	<b>3254</b>	<b>Total lead time</b>	
Usinagem operações gerais	1205	<b>3254</b>	
Furação manual	600	Minutos	
Traçagem/particula/dimencional	210		
Lavagem	88	<b>VA</b>	<b>NVA</b>
Secagem	137	<b>1734</b>	<b>1520</b>
Jateamento	155	<b>53%</b>	<b>47%</b>
Metalização	175		
Pintura Primer	307		
Pintura Top Coat	167		
Expedição/embalagem	210		

Planilha 1- Demonstrativo de ciclo time

Fonte: Elaborado pelo autor

O mapa completo do estado atual com as barras do lead time e dados sugere identificar as áreas de superprodução, o esforço necessário para criá-lo é um extremo “desperdício”, a menos que se use o mapa para rapidamente criar e implementar um -mapa do estado futuro- que elimine as fontes de desperdício e agregue valor ao produto e principalmente ao cliente, porque ele não quer pagar por “fluxos gordurosos” cheios de perdas por processos ineficazes.

Neste caso, para o mapeamento do fluxo de valor, designa-se duas etapas: O desenho do estado atual. E posteriormente o desenho do estado futuro, construindo uma cadeia de produção por meio de fluxo ou puxada. As figuras 5 e 6 demonstram o estado atual e o estado futuro em um processo de usinagem e pintura de Hubs eólicos.



Figura 5- Mapa de fluxo de valor estado atual  
 Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se que esta fabrica não utiliza nenhuma das ferramentas do sistema de produção enxuta, as informações de produção são soltas pelo PCP em todos os setores de empresa, o que não permite um controle eficiente das operações não balanceadas. Sua programação é semanal, e mesmo assim não permite um bom fluxo de materiais e informações. Enxerga se também, células com gargalos e um Lead time de 3.254 minutos para cada remeça de produto pronto, com um inventário de seis dias.

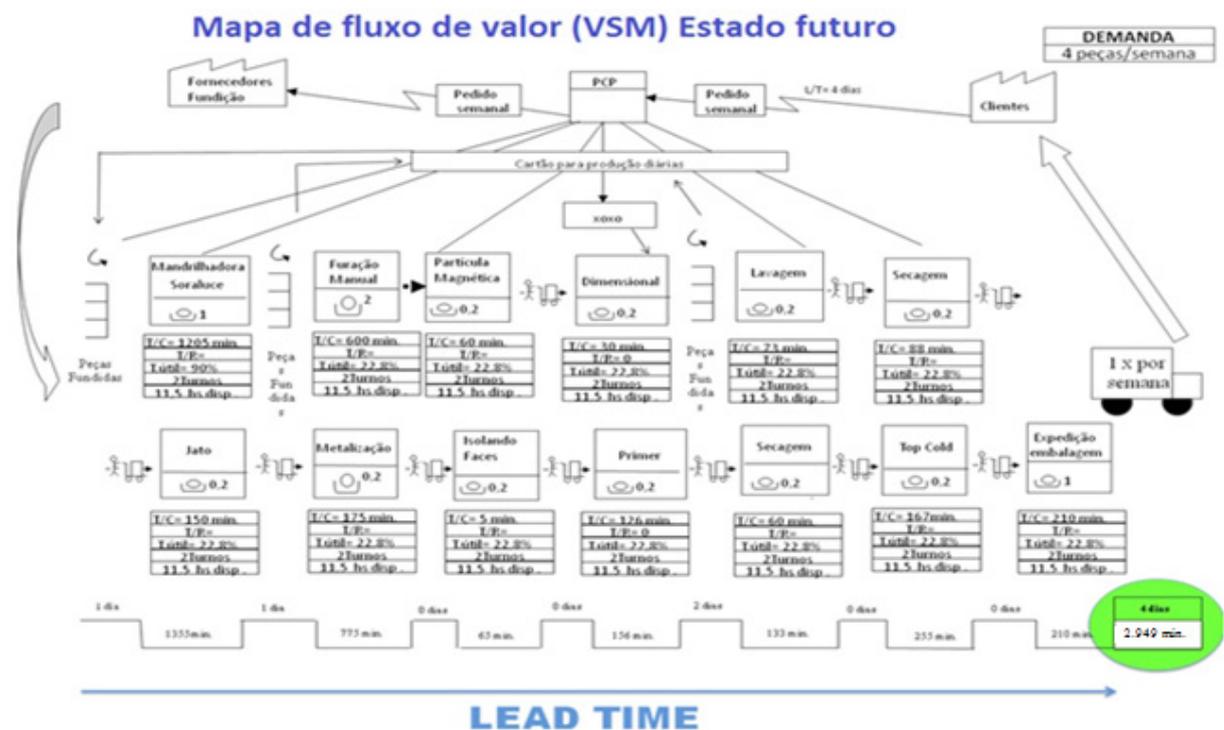


Figura 6- Mapa de fluxo de valor estado futuro  
 Fonte: Elaborado pelo autor

Com a aplicação das ferramentas do sistema de produção enxuta, nota-se a importância de um processo de produção eficaz que permite o avanço da “puxada” ( sistema pull). As informações são buscadas no fim da linha, sempre obedecendo aos cartões Kanban, mesmo tendo uma previsão semanal as informações para os processos ocorrem diariamente obedecendo é claro o FIFO, onde a obtenção de um Milk Run é de extrema importância para o sustento da linha que foi balanceada pelo calculo Takt Time. Os três supermercados de hubs eólicos foram montados antes da linha de produção, o que garante o reabastecimento da linha. Operações de valor não agregado como inspeção com alta capacidade foram eliminadas, modificando as células de processamento e eliminando o excesso de movimentação e transporte, tornado o PQVC mais aplicável. Conseguindo portanto reduzir o Lead time de 3.254 minutos para 2.949 minutos.

## 6 | RESULTADOS

Analisando o mapa do estado futuro, foram eliminadas todas as inspeções visuais ao longo do processo para melhor fluxo de produtos e serão realizadas nos supermercados antes da operação de lavagem por um operador enquanto o produto estiver aguardando para entrar na próxima operação, eliminando perdas ao longo do fluxo de valor. Com a eliminação da operação de visual e traçagem podemos reduzir em 10% do tempo total de ciclo, passando de um ciclo de 3254 minutos para 2949 minutos.

Outra melhoria implementada foi à redução de um turno de trabalho, o 3º turno aproveitando o tempo de disponibilidade do equipamento que não era utilizado totalmente de acordo com o mapa do estado atual. O tempo takt time que sincroniza o ritmo da produção para acompanhar a velocidade das vendas foi dado:

$$\text{Tempo takt time} = 248.400 \text{ seg.} / 4 \text{ peças} = 62.100 \text{ segundos} / \text{peça.}$$

### 6.1 Aplicação de valor financeiro

Os clientes estão comprando este produto na razão de um a cada 62.100 segundos, isto é, um produto a cada 17 horas e 25 minutos. Mostrando este ganho em valor capital podemos considerar que o custo operacional para a transformação deste produto é R\$ 9.600,00 reais de usinagem e R\$ 860,00 reais de pintura por unidade de cada HUB. “Todos os custos relacionados a hora/homen, depreciação e manutenção foram levantados a partir de dados da controladoria da empresa Alfa neste artigo apresentada”.

Tem se um custo operacional atual de R\$ 10.460,00 reais/peça.

O tempo operacional atual é de 814 min/peça, para uma redução de um tempo operacional futuro de 564 min/peça.

A planta registra um custo operacional/minuto neste setor de R\$12,85 reais, chegando a um custo operacional atual de R\$10.460,00/peça.

Diminuindo para um custo operacional futuro de R\$ 7.247,40 reais/peça. A redução de custo mensal foi de R\$ 51.401,60 reais/mês, representando no final de 12 meses um ganho anual de R\$ 616.819,20 reais conforme planilha 2 a seguir.

Simples conferência de ganho na aplicação do VSM no setor de acabamento eólico					
	custo op./min.	Tempo Op./ Peça- min.	Custo Op/ peça	Demanda/mês	Evolução
VSM Atual	R\$ 12,85	814	R\$ 10.459,90	16	R\$ 167.358,40
VSM Futuro	R\$ 12,85	564	R\$ 7.247,40	16	R\$ 115.958,40
<b>Ganho mês</b>		<b>250</b>	<b>R\$ 3.212,50</b>		<b>R\$ 51.400,00</b>
<b>Ganho anual em reais</b>					<b>R\$ 616.800,00</b>

Planilha 2- Ganho financeiro na aplicação de VSM

Fonte: Elaborado pelo autor

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

Este trabalho procurou mostrar que a implementação dos conceitos do pensamento enxuto e das ferramentas que nele se aplicam pode ser realizada no processo de desenvolvimento de produtos. A pesquisa permitiu verificar que a ferramenta de mapeamento do fluxo de valor é útil para ser aplicada ao processo de fabricação e auxiliar na identificação dos desperdícios.

Desenvolver um fluxo enxuto de valor expõe as fontes do desperdício em um processo de usinagem e pintura de hubs eólicos. Acredita-se que todos engenheiros e colaboradores têm um papel importante na implementação do sistema de produção enxuta. Os principais benefícios após as mudanças no estado futuro é um aumento de competitividade da companhia e um melhor ambiente de trabalho.

## REFERÊNCIAS

**BAUCH, C.** *Lean Product Development: Making waste transparent*. Munich, 2004. 140 p. Tese (Doutorado) - Technical University of Munich.

**EMERIM, T.; SIMÕES, W.** *A Combinação de Esforços Entre Mapeamento de Fluxo de Valor e A nálise de Valor: Um Caso na Indústria de Artefatos de Borracha Automotiva*. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, CE. ENEGEP, 2015.

**FERREIRA, D.; ROCHA, M.; LOPES, V.; SANTOS, R; SANTOS, J.** *Mapeamento do Fluxo de Valor: Uma Abordagem de Melhoria Contínua em Uma Indústria Montadora de Computadores*. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, CE. ENEGEP, 2015.

**HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N.** *Learnig to envolve. A review of contemporary lean thinking*. International Journal of Operations & Production Management, v. 24, n. 10, p. 994-1011, 2004.

**LIKER K.J.**, *O Modelo Toyota*. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2005.

**MACHADO, M. C.** *Princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos: proposta de uma metodologia para implementação*. São Paulo, 2006. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da

Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo.

**MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R.J.** *Forecasting Methods and Applications*. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.

**MURMAN, E. M.; ALLEN, T.J, Et al.** *Lean Enterprise Value: Insights from MIT's Lean Aerospace Initiative*, London: Palgrave, 2002.

**PELLEGRINI, F.R.; FOGLIATTO, F.** *Estudo comparativo entre modelos de Winters e de Box-Jenkins para a previsão de demanda sazonal*. Revista Produto & Produção. Vol. 4, número especial, p.72-85, 2000.

**ROTHER, M.; SHOOK, J.** *Aprendendo a Enxergar*. Lean Enterprise Institute do Brasil, 1998.

**SHINGO, S.** *A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint*. [S.l.]: Productivity Press, 1981.

**SOHAL, A. S.; EGGLESTONE, A.** *Lean production: experience among australian organizations*. International Journal of Operations & Production Management, v. 14, n. 11, p. 35-51, 1994.

**WOMACK, J.P.; JONES, D. T.** *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Nova York: Simon & Schuster, 1996.

**WOMACK, J.P.; JONES, D. T.; ROOS, D.** *A máquina que mudou o mundo*. Ed. Campus: Rio de Janeiro, Brasil, 2004.

## ANÁLISE DA CAPACIDADE PRODUTIVA DOS EQUIPAMENTOS ATRAVÉS DO INDICADOR OEE EM UM SETOR DE SALGADINHO DE UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

**Carina Lemos Piton**

Universidade de Cuiabá

Cuiabá – Mato Grosso

**Aline Ramos Duarte**

Universidade de Cuiabá

Cuiabá – Mato Grosso

**José Alfredo Zoccoli Filho**

Universidade de Cuiabá

Cuiabá – Mato Grosso

**Marcos Cesar da Silva Almeida**

Universidade de Cuiabá

Cuiabá – Mato Grosso

**RESUMO:** O objetivo deste documento é apresentar a análise e avaliação que foram realizadas e desenvolvidas através dos cálculos de capacidade produtiva em um setor de salgadinho numa indústria alimentícia no estado de Mato Grosso. Atualmente o setor não tem alcançado a meta estabelecida pela previsão de demanda, desta maneira, surgiu-se a oportunidade de avaliar onde se encontra a razão pela qual o setor não consegue atingir sua meta. Vendo seu grau de eficiência baixo, fez-se uso da ferramenta para indicar qual a eficiência das máquinas empacotadeiras, sendo possível então avaliar qual fator tem maior peso para a taxa de OEE estar abaixo da média considerada 68%, de modo a propor melhorias para que

o setor aumente sua capacidade produtiva e atinja um índice de OEE satisfatório.

**PALAVRAS-CHAVE:** OEE, Capacidade Produtiva, Indicadores de Desempenho, Eficiência.

### 1 | INTRODUÇÃO

O termo capacidade considera a quantidade máxima ou o volume que pode ser produzido em um determinado período de tempo em uma unidade produtiva, ou seja, em uma indústria, armazém, departamento, setor ou máquina, que será a base para o estudo e desenvolvimento deste trabalho. Moreira (2004) define capacidade produtiva como a quantidade máxima de pacotes/produtos e/ou serviços que podem ser produzidos.

O presente trabalho foi realizado em uma indústria do ramo alimentício, localizada no município de Cuiabá, Mato Grosso atuando 23 anos no mercado, com o tema voltado para análise e avaliação da capacidade produtiva das máquinas empacotadeiras do setor de salgadinho através do cálculo OEE (Overall Equipment Effectiveness – Eficiência Global do Equipamento).

A empresa pesquisada atende os clientes localizados na região Centro Oeste e os

estados Amapá, Acre, Rondônia, Amazonas e Pará na região Norte do país. O setor de salgadinho tem alta demanda, trabalhando em torno de 20 dias ao mês em um turno de 10 horas, onde possui quatro máquinas para empacotarem o produto.

A intensificação da concorrência tem exigido cada vez mais que as empresas de manufatura disponibilizem seus produtos com flexibilidade, agilidade, porém sem perder a confiabilidade da qualidade do produto e um menor custo. A demanda para salgadinho tem aumentado em relação ao ano anterior, a previsão de demanda mensal corresponde em média 1.740.000 (um milhão setecentos e quarenta mil) pacotes.

Nesse sentido, entende-se como problema de pesquisa a baixa eficiência das máquinas por não estarem, atualmente, atingindo a meta estabelecida, tendo como objetivo avaliar o desempenho, a disponibilidade e a qualidade dos produtos que são produzidos neste setor buscando otimizar o processo a fim de alcançar uma percentagem considerável do OEE.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Capacidade Produtiva

A capacidade produtiva começa com a previsão de demanda, pois é em cima das previsões que as quantidades a serem produzidas são calculadas, e assim, a indústria se prepara para atender seus clientes. Existem dois tipos de previsões, a previsão quantitativa e a previsão qualitativa. As duas combinadas podem dar a melhor previsão possível, quanto mais exata forem melhor será aceitável que a produção ocorra na quantidade desejada.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2007) define capacidade de produção como o máximo de atividade de valor adicionado em determinado período que a produção pode realizar em condições normais de operação. Então, o processo adiciona valor ao produto, onde cada etapa vai criando transformação de matéria-prima em produto, que de fato o consumidor vai usar.

Para Moreira (2004), capacidade de produtiva trata-se da quantidade máxima de produtos e serviços que podem ser produzidos em uma unidade de tempo. Como, peças/hora, automóveis/hora, toneladas/hora, armazém ou uma loja. A produção não está ligada somente a bens físicos, mas também em serviços, como números de lugares por seção de um cinema ou hotel, aonde possui os números de quartos por dia.

De acordo com Reid e Sanders (2005), planejamento da capacidade é o processo de estabelecimento da taxa de saída que pode ser atingida por uma organização. Caso a empresa não planeje corretamente seus recursos, poderá vir a descobrir que não dispõe da capacidade suficiente de saída para atender a demandas do mercado consumidor, ou que tem excesso de capacidade.

Peinado e Graeml (2007), entretanto, apresentam a capacidade em 4 categorias diferentes:

Capacidade Instalada – é a capacidade máxima de uma unidade produtiva trabalhando ininterruptamente e não considerando perdas;

Capacidade Disponível – é a quantidade máxima que um processo pode produzir durante a jornada de trabalho disponível. Também não considera as perdas;

Capacidade Efetiva – representa a capacidade disponível subtraindo as perdas planejadas (paradas de setup, manutenção preventiva, etc.);

Capacidade Realizada – é obtida subtraindo da capacidade efetiva as perdas não planejadas.

Observa-se que a capacidade instalada é igual à velocidade da máquina vezes o tempo de operação dessa máquina, porém, a linha não funciona todo o tempo na mesma velocidade da máquina, logo, temos o tempo disponível, que não leva em consideração as perdas, apenas a quantidade máxima que o processo pode produzir dentro da jornada de trabalho. Dentro deste tempo, são feitas as programações de produção, ou ordem de produção que é encaminhado para o setor onde nesta contém informações a respeito da meta a ser alcançada, levando em consideração o tempo para paradas de setup, limpeza, troca de produtos ou manutenção preventiva, na qual é chamada de capacidade efetiva.

Então a capacidade efetiva é menor do que a capacidade instalada, e refletem as paradas existentes durante o processo. Mas ainda há ocorrências de paradas que não são programadas, e que se não controladas e solucionadas podem ocasionar em grandes perdas no processo de produção, como quebra de máquinas, devido à falta de manutenção preventiva, falta e/ou atraso de pessoal no trabalho, entre outros.

Capacidade Realizada é aquela que ao chegar ao final do dia, vai ser de fato o volume real de produção, logo esta é menor do que a capacidade efetiva, pois é a quantidade real produzida.

## **2.2 OEE – Overall Equipment Effectiveness (Eficácia Global do Equipamento)**

O Índice de Eficiência Global do Equipamento (OEE – Overall Equipment Effectiveness) é um indicador importante na linha de produção para se conhecer o desempenho de seus equipamentos. Com um adequado tratamento de dados, verifica-se a evolução do índice, o reflexo das ações implementadas nos equipamentos e eventuais falta de peças ou retrabalhos, permitindo assim uma análise crítica e detalhada sobre os processos de produção. (MOELLMAN, ALBUQUERQUE, CONTADOR, MARINS, 2006).

O OEE é uma ferramenta prática e simples descrita na metodologia TPM (Manutenção Produtiva Total) como sendo capaz de mensurar o processo, monitorando e melhorando sua eficiência e eficácia, através da quantificação do percentual de utilização de um equipamento em relação a uma situação de velocidade nominal,

sem paradas e com qualidade, ou seja, reflete a relação entre o desejável com o que realmente acontece na indústria. Esta ferramenta é mensurada a partir de seis grandes perdas dos equipamentos, sendo elas ocasionadas por avarias; mudança, ajustes e outras paradas; pequenas paradas; redução de velocidade; defeitos de retrabalho; perdas de arranque. (ZATTAR, RUDEK, TURQUINO, 2011).

De acordo com Nakajima (1989) as empresas com um indicador OEE maior que 85% podem ser premiadas com o prêmio TPM Award, mas para que a empresa atinja este valor é necessário que os índices de disponibilidade, performance e qualidade sejam de 90%, 95% e 99% respectivamente, desta maneira, um indicador de 85% tem-se como meta ideal para os equipamentos.

Para calcular a eficiência global corretamente e fornecer melhorias adequadas nos equipamentos, são recomendados alguns procedimentos, como registrar todas as perdas da produção, anotando-se hora, data, motivo da parada e o tempo de ocorrência. Logo, é possível realizar uma estratificação para as perdas, visualizando os fatores que mais causaram paradas. Seus indicadores geralmente são dados em porcentagem. Sendo, taxas de disponibilidade do equipamento, desempenho e qualidade.

Disponibilidade é relação em que o equipamento deveria estar disponível para a produção, o tempo total em que esse equipamento ou processo está efetivamente produzindo. A performance ou desempenho, considera as pequenas paradas e a velocidade que o equipamento ou processo produtivo está atuando, mostra se a máquina está trabalhando conforme desejado. (ANDRADE E SCHERER, 2009).

### 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento da presente pesquisa se iniciou com a finalidade de analisar e avaliar a capacidade produtiva do setor de salgadinho a fim de obter resultados para identificar a razão pela qual a meta não está sendo alcançada, se o setor não tem capacidade para atender a demanda atual ou, se não está produzindo com sua capacidade total e verificar quais motivos levam para esta razão.

Para dar continuidade no trabalho, foi necessário coletar dados referente as paradas programadas e não programadas nas quatro máquinas empacotadeiras, a velocidade de produção das máquinas, a quantidade total de pacotes produzidos, incluindo retrabalho, perdas e também, a quantidade de pacotes consideravelmente bons que foram produzidos.

Os dados foram coletados diariamente em um intervalo de tempo de 30 dias, para avaliar se durante este tempo o setor conseguiria alcançar a meta que foi estabelecida pelo setor comercial, com uma demanda previsível de 1.740.000 pacotes que deveriam ser produzidos nas quatro máquinas empacotadeiras, as quais tem uma média de produção de 50 pacotes por minuto ou 3 mil pacotes/h o que equivale a 12 mil pacotes/h para as quatro máquinas.

Primeiramente foram realizados os cálculos de capacidade instalada, disponível, efetiva e realizada para identificar o grau de disponibilidade, utilização e eficiência do setor, para saber se o mesmo utiliza de toda sua capacidade disponível e então buscar meios para aumentar o grau de utilização. Para isto, foram utilizados os seguintes cálculos:

<b>Capacidade Instalada</b>	
30	Dias/mês
24	horas/dia
3000	Pacotes/hora

Tabela 1 - Cálculo da Capacidade Instalada para uma Máquina

Fonte 1 - Adaptado pelos autores

$$Cap.Instalada = \text{Dias}/\text{Mês} * \text{Horas}/\text{Dia} * \text{Pacotes}/\text{Hora} \quad (1)$$

$$Cap.Instalada = 30 * 24 * 3000 = 2.160.000 \text{ pacotes/mês}$$

Na capacidade instalada sabendo-se que a máquina tem um ciclo de 3.000 pacotes/hora, considerando um mês com trinta dias e o dia possuindo 24 horas, trabalhando de forma ininterruptamente, ou seja, sem nenhuma parada, resultou em uma capacidade instalada de 2.160.000 pacotes/mês ou o equivalente para quatro máquinas de 8.640.000 pacotes/mês.

<b>Capacidade Disponível</b>	
20	Dias/mês
10	horas/dia
3000	Pacotes/hora

Tabela 2 - Cálculo da Capacidade Disponível para uma Máquina

Fonte 2 - Adaptado pelos autores

$$Cap.Disponível = \text{Dias}/\text{Mês} * \text{Horas}/\text{Dia} * \text{Pacotes}/\text{Hora} \quad (2)$$

$$Cap.Disponível = 20 * 10 * 3000 = 600.000 \text{ pacotes/mês}$$

A indústria trabalha um turno de 10 horas por dia, durante cinco dias na semana, logo é visto que para quatro máquinas, o setor tem uma capacidade disponível de 2.400.000 pacotes/mês.

<b>Paradas Planejadas</b>		
Setup	10,00	Horas/mês
Limpeza	10,00	Horas/mês
Troca de bobina	0,67	Horas/mês
Troca de produto	0,25	Horas/mês
Regulagem de embalagem	0,91	Horas/mês
<b>Total</b>	<b>21,82</b>	<b>Horas/mês</b>

Tabela 3 - Cálculo da Capacidade Efetiva para uma Máquina

Fonte 3 - Adaptado pelos autores

$$Cap. Efetiva = Cap. Disponível - (Paradas planejadas * Pacotes/Hora) \quad (3)$$

$$Cap. Efetiva = 2.400.000 - (21,82 * 12000) = 2.138.160 \text{ pacotes/mês}$$

Na tabela 3 consta todas as paradas programadas para as quatro máquinas do setor de salgadinho durante um mês, resultando em 21,82h de paradas, para isto o cálculo (3) foi feito em cima da capacidade disponível para as quatro máquinas, na qual equivale a 2.400.000 pacotes/mês.

Paradas não planejadas		
Manutenção corretiva	4,02	Horas/mês
Aguardando abastecimento	1,41	Horas/mês
Falha no datador	0,04	Horas/mês
Problema de dosador	1,27	Horas/mês
Falta de MP	2,01	Horas/mês
Regulagem de peso	1,77	Horas/mês
Selagem do produto	0,03	Horas/mês
Troca de resistência	0,14	Horas/mês
Sem água	1,32	Horas/mês
Falta de energia	0,92	Horas/mês
Correia de máquina quebrada	0,38	Horas/mês
Mordente quebrado	0,63	Horas/mês
Regulagem de colarinho	0,48	Horas/mês
Calibrar/Tara de balança	0,12	Horas/mês
Máquina parada	27,50	Horas/mês
Atraso de funcionário	0,50	Horas/mês
Elevador travado	3,37	Horas/mês
Troca de colarinho	0,50	Horas/mês
Atraso de Produção	4,75	Horas/mês
<b>Total</b>	<b>51,14</b>	<b>Horas/mês</b>

Tabela 4 - Cálculo da Capacidade Realizada para uma Máquina

Fonte 4 - Adaptado pelos autores

$$Cap. Realizada = Cap. Efetiva - (Paradas não planejadas * Pacotes/Hora) \quad (4)$$

$$Cap. Realizada = 2.138.160 - (51,14 * 12000)$$

$$Cap. Realizada = 1.524.480 \text{ pacotes/mês}$$

Após fazer o levantamento de todas as paradas não planejadas é possível obter a capacidade realizada, onde esta calcula a diferença da capacidade efetiva com as paradas não planejadas gerando uma capacidade realizada de 1.524.480 pacotes/mês.

Com a obtenção dos resultados das capacidades acima apresentadas inicia-se uma nova etapa para o cálculo da capacidade produtiva, com o objetivo de calcular o grau de disponibilidade, grau de utilização e por fim o índice de eficiência.

$$\text{Grau disponibilidade} = \left( \frac{\text{Cap. Disponível}}{\text{Cap. Instalada}} \right) * 100 = \left( \frac{2.400.000}{8.640.000} \right) * 100 = 27,78\%$$

$$\text{Grau utilização} = \left( \frac{\text{Cap. Efetiva}}{\text{Cap. Disponível}} \right) * 100 = \left( \frac{2.138.160}{2.400.000} \right) * 100 = 89,09\%$$

$$\text{Índice de eficiência} = \left( \frac{\text{Cap. Realizada}}{\text{Cap. Efetiva}} \right) * 100 = \left( \frac{1.524.480}{2.138.480} \right) * 100 = 71,30\%$$

#### 4 | RESULTADOS

Com os resultados obtidos, através dos cálculos realizados no procedimento metodológico é visível que a capacidade realizada do setor atualmente, não é possível atingir a meta proposta. Avaliando o índice de eficiência de 71,30% é visto que o setor possui uma eficiência média, em relação ao grau de utilização que é de 89,09%. Desta forma, pode-se dizer que está havendo altas perdas não programadas no seu processo de produção, perdas que afetam diretamente na eficiência produtiva do setor impossibilitando-o de alcançar a meta para atender a demanda. Com isto, será utilizado o indicador OEE, onde com este será analisado a eficiência dos equipamentos, neste caso, das máquinas empacotadeiras.

Cálculo de OEE-Eficiência Global					
FORMULAS	Abreviação	DESIGNAÇÃO OEE	VALOR	Unidade	
<b>A</b>		TT	Tempo Total	200,00	horas
<b>B</b>		TPNP	Tempo Planejado de Não Produção	0,00	horas
<b>C</b>	C=A-B	TTO	Tempo Total de Operação	200,00	horas
<b>D</b>		PP	Paradas Planejadas	21,82	horas
<b>E</b>	E=C-D	TPP	Tempo Planejado de Produção	178,18	horas
<b>F</b>		PNP	Paradas Não Planejadas	51,14	horas
<b>G</b>	G=F-E	TBP	Tempo Bruto de Produção	127,04	horas
<b>H</b>	H=G/Ex100	<b>D</b>	<b>FATOR DISPONIBILIDADE</b>	71%	%
<b>I</b>		TCN	Tempo de Ciclo Nominal	8,33E-05	pct/hora
<b>J</b>	J=G/I		Produção Teórica	1.524.510	unidades
<b>K</b>			Produção Total Real	1.251.469	unidades
<b>L</b>	L=KxI	TRP	Tempo Real de Produção	104,29	horas
<b>M</b>	M=G-L	PE	Perdas de Eficiência	22,75	horas
<b>N</b>	N=K/Jx100	<b>E</b>	<b>FATOR EFICIÊNCIA</b>	82%	%
<b>O</b>			Produção Rejeitada	16.504	unidades
<b>P</b>			Produção Retrabalhada	112.245	unidades
<b>Q</b>	Q=K-O-P		Produção Boa (De Primeira)	1.122.720	unidades
<b>R</b>	R=QxI	TUP	Tempo Útil de Produção	93,56	horas

<b>S</b>	$S=L-R$	PQ	Perdas de Qualidade	10,73	horas
<b>T</b>	$T=R/Lx100$ $U=R/Ex100$	<b>Q</b>	<b>FATOR QUALIDADE</b>	90%	%
<b>U</b>	Ou $U=HxNxT/100$	OEE	Eficiência Global do Equipamento	53%	%

Tabela 5 - Cálculo OEE das Máquinas

Fonte 5 - Adaptado pelos autores

De acordo com os cálculos realizados na tabela acima, obtém o resultado da eficiência global do equipamento de 53%, onde nota-se que teve um rendimento muito abaixo do padrão que é considerado uma média em torno de 68%. Devido aos fatores de disponibilidade, eficiência e qualidade terem ficado abaixo do desejável que é de 90%, 95% e 99%, o fator de eficiência apresentou um resultado melhor, devido sua taxa ser maior, do que realizado no cálculo do índice de eficiência, isso se deve porque na tabela 5, a eficiência é calculada em cima da produção teórica, a qual é a produção realizada relacionada com a produção efetiva, e na segunda está relacionada com o que realmente foi produzido.

Desta maneira, a taxa de disponibilidade se torna a maior responsável pela baixa eficiência global, o que corresponde as paradas planejadas e não planejadas. Porém, visto nos cálculos de capacidade efetiva e realizada, existe um acréscimo de mais de 50 horas de paradas do que já havia sido programado pela ordem de produção, ou seja, a taxa de ocorrências não programadas está alta, fazendo com que o setor se saia prejudicado na sua eficiência produtiva, afetando diretamente o fator de qualidade, devido a suas paradas não programadas estarem relacionadas com a qualidade do produto, ocasionando em produção rejeitada ou retrabalho, o que faz com o que fator de qualidade seja de 90%, sendo que o desejável é de 99%.

Algumas propostas de melhorias seria de investir em manutenção preventiva evitando que as máquinas fiquem paradas ao longo da produção, investir em treinamentos para os colaboradores melhor operarem as máquinas para que saibam lidar com pequenas ocorrências que venham a ocorrer na linha de produção que não tenham um grau de complexidade, evitando a chamada da manutenção e estendendo assim, seu tempo de parada.

## 5 | CONCLUSÃO

Durante o estudo de caso, foram levantados pontos negativos de perdas no processo produtivo, fazendo com que a eficiência do setor de salgadinho da indústria alimentícia e eficiência global do equipamento “OEE” ficasse abaixo da média aceitável.

Para minimizar as perdas e maximizar a produtividade, apresentam-se algumas sugestões de melhoria no decorrer do processo produtivo, em cada ponto dos resultados obtidos. Se tratando dos cálculos da capacidade produtiva, é possível

analisar que não para atingir a meta não é necessário abrir um segundo turno, mas investir que sua capacidade realizada esteja de acordo com sua capacidade efetiva, e que suas paradas não planejadas sejam minimizadas.

É possível aumentar o grau de utilização podendo diminuir o tempo de setup, além disso, elaborar procedimentos operacionais padrões, melhorando os desempenhos operacionais e evitando ociosidade dos colaboradores. E então, a fim de se ter um maior índice de eficiência. Devem-se diminuir as paradas não planejadas para que isso ocorra à sugestão, seria de adotar manutenção preventiva ao invés de utilizar somente manutenções corretivas.

Conseqüentemente, as sugestões acima abordadas irá contribuir de forma positiva para eficiência global do equipamento (OEE), o que hoje está abaixo da média, conforme já comentado, onde apresentou-se uma eficiência de apenas 53%.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. J. O. & SCHERER, C. S. **Estudo de caso da aplicação de indicador de eficiência global de equipamento (OEE) para diagnóstico e melhoria de produtividade em uma linha de produção automotiva.** XXIX ENEGEP, Salvador, BA, 13p, 2009.

MOELLMANN, A. H.; ALBUQUERQUE, A. S.; CONTADOR, J. L.; MARINS, F. A. S. **Aplicação da Teoria das Restrições e do Indicador de Eficiência Global do Equipamento para Melhoria de Produtividade em uma Linha de Fabricação.** v. 2, n. 1, 2006.

MOREIRA, A. D. **Administração da produção e operações.** 5.ed. São Paulo: Pioneira Thonson Learning, 2004. Acesso em: 06 de mai. 2016.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance.** São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba: UnicenP, 2007. Acesso em: 06 de mai. 2016.

REID, D. R. e SANDERS, R. N. **Gestão de Operações.** Rio de Janeiro: LTC, 2005. Acesso em: 06 mai. 2016.

SLACK, N., CHAMBERS, S. e JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 2.ed. São Paulo: Atlas, 2007. Acesso em: 06 de mai. 2016.

ZATTAR, Izabel Cristina; RUDEK, Samuel; TURQUINO, Geizy Siélly. **O uso do indicador OEE como ferramenta na tomada de decisões em uma indústria gráfica—um caso prático.** Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, v. 2, n. 4, p. 113-132, 2011.

## AUMENTO DA PRODUTIVIDADE NO SETOR DE TRATAMENTO TÉRMICO ATRAVÉS DA METODOLOGIA KAIZEN

**John Anthony do Amaral Oliveira**

**RESUMO:** O sequenciamento da produção se dá de fundamental importância em indústrias, uma vez que é através dessa metodologia que se constrói a melhor sequência de produção respeitando as restrições técnicas, gargalos, carga e capacidade de produção. De posse desses conceitos o presente artigo objetiva responder à seguinte questão: é possível aumentar a produtividade, no setor de tratamento térmico, sem ter a necessidade de contratar recurso extra, realizando um evento *Kaizen*? Como ferramenta fundamental ao projeto, o sistema APS (Advanced Planning Scheduling) foi utilizado, sendo necessário alimentá-lo com informações precisas e confiáveis sobre o processo. Os aspectos metodológicos seguidos foram os da pesquisa-ação e quanto a abordagem, esta foi quantitativa, por se basear em informações numéricas para as tomadas de decisões. Como resultado foi obtido uma redução de dois dias de ciclo de produção no setor resultando em um ganho de 250 mil dólares.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sequenciamento da Produção; *Kaizen*; APS

**ABSTRACT:** The sequencing of production is fundamental in industries; through this

methodology the best sequence of production is built, respecting the technical restrictions, bottlenecks, load and production capacity. With these concepts in mind, the present article aims to answer the following question: Is it possible to increase productivity in the heat treatment sector, without having to hire extra resources, performing a *Kaizen* event? As a fundamental tool for the project, the APS (Advanced Planning Scheduling) system was used, and it was necessary to feed it with accurate and reliable information about the process. The methodological aspects followed were those of action research and the approach was quantitative because it was based on numerical information for decision-making. As a result a reduction of two days of production cycle in the sector was obtained resulting in a gain of 250 thousand dollars.

**KEY WORDS:** Sequencing of Production; *Kaizen*; APS

### 1 | INTRODUÇÃO

Hoje em dia, um gestor dispõe de várias ferramentas para auxiliá-lo na melhoria de seu negócio, a saber: *Lean manufacturing*, *Six sigma*, Teoria das restrições (TOC) dentre tantas outras, porém o gestor deve ter uma visão holística da organização e informações não

enviesadas para que possa direcionar ações objetivando o crescimento da empresa.

Uma estratégia bastante interessante é o mapeamento do fluxo de valor do produto tal qual ele se dá, para que desta forma possa ser identificado onde valor é agregado ao produto e onde há oportunidades de melhoria. Para John Shook (2002), o fluxo de valor é toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a ele.

Além do mapeamento dos processos é necessário também se atentar ao bom gerenciamento da produção, ou seja, devem-se determinar corretamente os recursos principais para a produção como máquinas, mão de obra, restrições técnicas, *mix* de produção etc., para que esses recursos possam ser utilizados em suas capacidades máximas.

Assim sendo, a administração da produção se apresenta como um método indispensável na gestão da produção, pois este objetiva diminuir os desperdícios e aumentar o valor agregado ao produto. De maneira análoga, Slack, Chambers e Johnston (2009) fomentam que as empresas devem utilizar seus recursos eficientemente de maneira que satisfaça seus consumidores, garantindo, assim, vantagem competitiva sobre seus rivais.

De posse dos conceitos acima, o presente trabalho visa aumentar a produtividade do setor de tratamento térmico através da otimização do sequenciamento da produção sem ter a necessidade de adquirir recurso adicional. Para tanto a metodologia *Kaizen* serviu como base fundamental para a condução do projeto proposto.

Em termos metodológicos, o procedimento seguido foi a pesquisa ação caracterizado pela participação e modificação do objeto de estudo por parte do autor. Quanto à abordagem, esta foi a quantitativa por buscar resultados quantificáveis por meio de coleta de dados.

O desenvolvimento deste trabalho foi organizado em cinco seções: introdução (seção 1); procedimentos metodológicos (seção 2); conceituação teórica (seção 3); o projeto (seção 4) e por fim uma breve conclusão com os resultados obtidos (seção 5).

## 2 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Quanto aos procedimentos técnicos utilizados, o presente artigo fez o uso da pesquisa ação. A pesquisa-ação é a produção de conhecimento guiada pela prática, com a modificação de uma dada realidade ocorrendo como parte do processo de pesquisa (Mello *et al.*, 2012). Analogamente Thiollent (2007) e Gil (2002) pontuam que neste tipo de pesquisa há ação por parte dos pesquisadores simultaneamente à pesquisa sobre o tema. De fato, houve a implantação, por parte das pessoas que estavam estudando o problema, de ações que visaram à modificação da realidade dos processos estudados.

Quanto à abordagem este se caracteriza por ser quantitativa, uma vez que os

resultados e análises foram pautados em dados numéricos. Para (Denzin; Lincoln, 2005), a pesquisa quantitativa permite a mensuração de opiniões, reações, hábitos e atitudes, por meio de uma amostra que o represente estatisticamente.

Inicialmente foi proposto um diagnóstico da área como um todo para poder ter uma visão holística da mesma, bem como para ter uma real noção de onde havia as principais perdas de produtividade. Em seguida, três grandes projetos foram propostos visando a eliminação de desperdícios e uma melhora no sequenciamento da produção.

O trabalho se desenvolveu entre os meses de setembro e outubro no setor de tratamentos especiais onde foram contemplados três principais processos, tratamento térmico (projeto piloto), banhos e conformidade e pintura.

### 3 | PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

Slack, Chambers e Johnston (2009) sustentam que “o planejamento e controle diz respeito à conciliação entre o que o mercado requer e o que as operações podem fornecer”. Para tanto, se faz necessário administrar diversas informações, como: estrutura do produto, roteiros de fabricação, *lead times*, previsão de demanda, materiais em estoque entre outros (TUNIBO, 2007, p.2). Ishii et al. (2011) fomentam, ainda, que empresas que utilizam esse tipo de gestão possuem processos mais eficazes, acarretando produtos mais confiáveis e padronizados.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009) as atividades de planejamento e controle da produção estão sujeitas às seguintes limitações:

- a. Limitações de custos – os produtos e serviços devem ser produzidos dentro de custos determinados;
- b. Limitações de capacidade – os produtos devem ser produzidos dentro de limites de capacidade projetados para a operação;
- c. Limitações de tempo – os produtos devem ser produzidos em um intervalo de tempo no qual ainda têm valor para o cliente; e
- d. Limitação de qualidade – os produtos devem ter conformidade aos dados limites de tolerância projetados para o produto.

Tendo em vista a quantidade de restrições que o planejamento tem de lidar como: produtos com muitos níveis de componentes e personalização, demanda irregular, tamanhos diferentes de lotes, estratégias de fabricação sob encomenda, montar sob encomenda e fabricar para estocar, volumes mais baixos e intermediários com fluxos flexíveis (KRAJEWSKI et al., 2009, *apud* Guerra 2014), realizar a tarefa de planejamento e programação sem o uso de uma ferramenta computacional seria uma tarefa árdua e imprecisa.

Ao longo dos anos sistemas computacionais cujo funcionamento está atrelado a algoritmos para calcular essas limitações estão sendo usados. A exemplo desses

sistemas o MRP e APS (Material Requirements Planning e Advanced Planning Scheduling) são bastante usados nas indústrias, estes foram evoluindo para atender a essas limitações de planejamento, integrando necessidade de materiais e capacidade das operações (GIROTTI. MESQUITA, 2016, p.1).

O MRP se difere do APS em relação à lógica de cargas, ou seja, as limitações dos processos produtivos. No MRP, considera que os recursos produtivos têm capacidades infinitas, já no APS, considera uma carga finita (GIROTTI. MESQUITA, 2016, p.2).

Por não fornecer planos de produção confiáveis, o MRP causa sérios problemas no chão de fábrica, como cargas de trabalho imprecisas, alterações de gargalos, alto níveis de estoques intermediários, baixa utilização das máquinas e entregas atrasadas (ÖZTÜRK; ORNEK; 2014, p.1).

Por lidar com uma quantidade considerável de produtos e restrições, o APS constitui uma interessante solução para os problemas de planejamento para indústria (DAVID; PIERREVAL; CAUX; 2006, p.2), entretanto para suportar tais sistemas, a organização deve ter uma infraestrutura de TI de alto desempenho (LINEA, PATRIK; 2014).

David; Pierreval; Caux; (2006, p.3) elencam três funções do APS:

- a. Parâmetros de entrada: característica dos produtos, requisito dos clientes, ordens de produção planejadas, lista de materiais necessários (BOMs), estoques, custos, restrições de processos etc;
- b. Parâmetros de saída: a saída do APS é o planejamento que contém das datas de todas as operações, atribuições de cargas aos postos de trabalho, a sequência correta, hora de uso dos equipamentos; e
- c. Parâmetros de controle: Para que o APS dê soluções confiáveis, as entradas do sistema também devem ser confiáveis, para isso é necessário inserir a disponibilidade de materiais, capacidade de máquinas e homens, nível de serviço para o cliente, estoque de segurança, custos etc.

Nos últimos anos, os sistemas APS tornaram-se ferramentas de suporte à decisão do planejamento de capacidade finita ao planejamento baseado em restrições (DAVID; PIERREVAL; CAUX; 2006), sendo assim os sistemas APS proporcionam às empresas uma visão da capacidade viável e planos de produção em diferentes níveis de decisão cada vez mais confiáveis(ÖZTÜRK; ORNEK; 2014, p.2).

### 3.1 Evento *Kaizen*

*Kaizen* é uma palavra japonesa que significa mudança para melhor. Este termo foi bastante usado pela Toyota no meados dos anos 50 e elevou a empresa a níveis jamais vistos anteriormente.

O *Kaizen* é considerado uma metodologia que visa a melhoria dos processos de forma gradual objetivando a maximização da produtividade sem aumento do custo,

se valendo para isso de pessoas de várias áreas da empresa (CAMPOS *et al.* 2016).

Chiavenatto (2000) sugere algumas etapas fundamentais para a boa condução do *Kaizen*, são elas: escolha de equipe, definição da área a ser aplicada, verificação do processo atual e implementação das melhorias, para posterior medição da eficácia.

Durante o *kaizen* a equipe, dedicada, identifica e estuda as causas-raíz dos problemas encontrados, desenvolve soluções criativas, prioriza e executa, imediatamente, as ações propostas (CHAVES, 2010).

Na etapa de identificação do processo atual são mapeadas as atividades que agregam ou não valor, Hines e Taylor (2000) Reconhecem que existem três tipos de atividades:

- a. Atividades que agregam valor (AV): são aquelas que modificam o produto de alguma maneira, tornando-o mais valioso ao cliente final;
- b. Atividades que não agregam valor (NAV): são aquelas que não modificam o produto, não o tornando mais valioso ao cliente final; e
- c. Atividades que não agregam valor, necessárias (NAN): são aquelas que não modificam o produto, não o tornando mais valioso ao cliente final, porém são necessárias para o andamento das atividades.

Ainda na etapa de identificação dos processos, identificam-se os desperdícios em cada um, devendo estes ser eliminados. Shingo (1996) preconiza que os desperdícios (*muda*) podem ser classificados em sete categorias diferentes. O Quadro 1 abaixo ilustra as categorias.

<b>Desperdício (<i>Muda</i>)</b>	<b>Consequência</b>
<b>Movimentação</b>	Movimentação excessiva e problemas ergonômicos
<b>Transporte</b>	Aumento no tempo de execução e esforço
<b>Defeitos</b>	Alto custo de não qualidade
<b>Estoque</b>	Obsolescência e alto custo de manutenção
<b>Superprodução</b>	Excesso de inventário
<b>Espera</b>	Longos <i>lead times</i>
<b>Procedimentos inapropriados</b>	Baixa qualidade e produtividade

Quadro 1 - Os sete desperdícios

Fonte: adaptado de Shingo (1996)

Por ser um projeto que envolve mudanças operacionais de curto prazo e engajamento das pessoas, Liker (2009) defende que a liderança exerce fundamental influencia no sucesso do *kaizen*, devendo esta sempre apoiar esses eventos.

Variados são os setores e processos cuja aplicação é possível. A exemplo disso Glover *et al.* (2013) descrevem, em seu artigo, os resultados positivos de 16 empresas que utilizam a metodologia *kaizen* nos setores industriais, eletrônicos, aeroespacial, financeiro, entre outros.

Analogamente Barril *et al.* (2016) também reportaram resultados satisfatórios pela utilização do *kaizen*, não no setor industrial e manufatureiro, mas em um hospital, sendo observado uma redução do atraso do tratamento dos pacientes em 74%.

## 4 | O PROJETO

A empresa estudada é do ramo industrial aeronáutico, possui aproximadamente 600 funcionários e faz parte de um grupo, multinacional, mais amplo. Por ser de grande porte, a cultura de melhoria contínua já é bastante enraizada havendo, assim, um grande patrocínio da alta liderança.

A empresa é dividida em tratamentos especiais (que engloba a área estudada), usinagem, montagem e processos de apoio como engenharias, planejamento e controle da produção e logística.

O diretor da unidade demandou um diagnóstico objetivando a identificação dos principais pontos a serem melhorados visando aumento da produtividade para absorver a demanda futura dos novos produtos.

As áreas de usinagem, montagem e logística haviam tido projetos de melhoria em seus processos recentemente. Portanto, o setor de tratamentos especiais foi o escolhido para ser realizado o diagnóstico.

### 4.1 O diagnóstico

O tratamento especial é composto por três principais processos que são: tratamento térmico, banhos (cádmio, níquel, prata entre outros) e pintura e conformidade final. Esta área contempla 74 operadores em sua maioria em dois turnos.

Para compor o diagnóstico, foi reunido dez pessoas durante uma semana, das quais faziam parte: engenharia de processos e qualidade, operadores, supervisores, logística, planejamento da produção e especialistas *lean*.

A intenção primeira foi mapear o fluxo de valor dos produtos mais representativos, coletar todos os indicadores pertinentes aos processos e identificar os principais *gaps* dos mesmos, para então analisar e identificar os pontos a serem melhorados.

Duas famílias, de aço e alumínio, foram escolhidas por serem responsáveis pela maior demanda. Para a família do aço foram mapeados 25 processos e para a família do alumínio, 13 processos. Para todos os processos 16 Indicadores foram coletados e mapeados. Os dados foram plotados em dois painéis, na parede, de forma que ficasse de fácil visualização para todos.

A identificação dos pontos de agregação de valor se deu no *genba (in loco)*, ou seja, todos os 74 operadores, e todos os processos, foram acompanhados e suas atividades foram registradas nas categorias: agrega valor, não agrega valor e não agrega valor, porém necessário.

Depois de mapeado todos os processos, uma análise sobre os dados se fez

necessário. Para isso, todos os integrantes foram reunidos e cada processo foi analisado os *gaps* existentes entre o real e planejado. Os indicadores que apresentavam maiores discrepâncias foram os tempos de ciclo, os quais estavam excedendo o planejado afetando o restante da fábrica.

Para a família do alumínio os dados mostravam que o tratamento térmico estava praticando um ciclo acima do planejado (3,8 dias ao invés de 3) e que 68% dos materiais que passavam pelo tratamento térmico saiam com atraso, sendo assim responsável por aumentar em 26% o atraso para o restante dos processos da fábrica.

Para a família do aço os dados mostravam que o setor dos banhos também estava praticando um ciclo acima do planejado (3,7 dias ao invés de 1) e que 74% dos materiais saiam com atraso.

Como conclusão foi decidido que era necessário um projeto nas áreas de tratamento térmico e banhos e conformidade final (uma vez que mais materiais chegariam à essa etapa), cujo objetivo era a redução do ciclo de fabricação das peças. Outro fator importante era o sequenciamento da produção. Os recursos apresentaram uma baixa taxa de utilização havendo a oportunidade de utilizá-los em sua totalidade, assim, aumentando a produtividade.

Por ser de menor complexidade, se comparado aos banhos, o tratamento térmico foi o escolhido como o projeto piloto

## 4.2 Aplicação do *Kaizen*

O setor de tratamento térmico trabalha em três turnos e possui cinco funcionários responsáveis por seis fornos e duas estufas. Nesta área são feitos os processos de têmperas, revenimento, austenitização, alívio de tensão entre outros, sendo responsável pela entrada de toda a matéria prima que é enviada para a usinagem e de algumas peças enviadas para subcontratos.

Os fornos são circulares, fixos ao chão, onde as peças que são colocadas precisam de amarrações de arames para que possam ser içadas ao final do processo. Toda vez que é colocada alguma peça no forno é obrigatório um registro, por parte do operador, da hora, temperatura, quem o fez e as características da peça.

Para o *kaizen* os mesmos participantes do diagnóstico participaram durante duas semanas e foi dividido em três principais frentes:

- a. Planejamento da produção, analisando como era feito o sequenciamento dos fornos.
- b. Produção que analisou os desperdícios dos operadores em suas atividades diárias; e
- c. Qualidade, que mapeou os processos com maiores não conformidades.

Para a frente de planejamento, dois principais problemas tiveram destaque, foram eles: utilização dos fornos e estufas (sequenciamento do produção) e falta de

padronização das temperaturas.

As peças que entravam nos fornos tinham que seguir uma mesma receita, ou seja, devia respeitar certa temperatura, tempo de aquecimento, tipo de liga, tempo de resfriamento.

Antes ao *Kaizen* quem escolhia qual peça iria entrar no forno era o operador. Ele tinha que procurar a peça e agrupar de acordo com a receita. Muitas vezes por não completar o forno, o operador deixava a peça “esperando” até que outra da mesma receita chegasse para que o forno fosse utilizado em sua totalidade. Isso acarretava em fornos parados e consequentemente aumento do ciclo de produção.

O segundo principal problema eram as temperaturas. Entre as cargas, os fornos deviam esfriar ou aquecer e isso consumia um tempo considerável de produção. Como o operador montava as cargas com o que tinha disponível, ele não se atentava aos resfriamentos ou aquecimentos, perdendo tempo de *setup*. O tempo máximo mapeado chegou a quatro horas de resfriamento entre uma carga e outra.

A Figura 1 ilustra a variação de temperatura dos fornos entre os processos. Por não haver uma padronização, ora o processo é em uma temperatura elevada, ora em temperatura baixa, assim, havendo um tempo considerável de *setup* por conta dos aquecimentos e resfriamentos do forno.

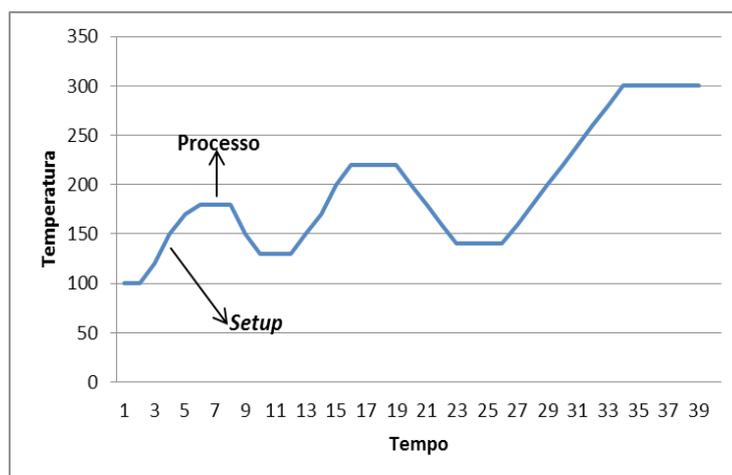


Figura 1 - Exemplificação das mudanças de temperatura

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados coletados

As ações de planejamento foram todas voltadas ao sequenciamento da produção para que esta não dependesse do operador. Para isso o sistema APS foi utilizado. Ele é capaz de calcular 35 restrições simultaneamente para realizar a priorização das peças a serem trabalhadas, bastando, portanto, alimentá-lo com informações relevantes e atualizadas.

Com relação às restrições encontradas e adicionadas ao sistema APS, estas foram: tamanho da peça, tamanho do forno, quantidade de cada peças nos fornos, liga dos materiais, tipo de material, tempo de processamento, tempo de resfriamento, sequencia de processos e dispositivos de inserção nos fornos.

Para todas as peças, foram inseridas essas informações no sistema e ele era encarregado de sequenciar e montar as cargas que poderiam ser processadas ao mesmo tempo, sempre visando a máxima utilização dos fornos e o mínimo *setup* entre elas.

Ainda com o intuito de maximizar os fornos, foram analisados os tempos de resfriamento e aquecimento dos mesmos, sendo esta lógica também inserida no APS. Para tanto se priorizou cargas que iriam aumentar, gradativamente, de temperatura para que depois fosse abaixando, obtendo ganho de *setup*, como mostrado na Figura 2.

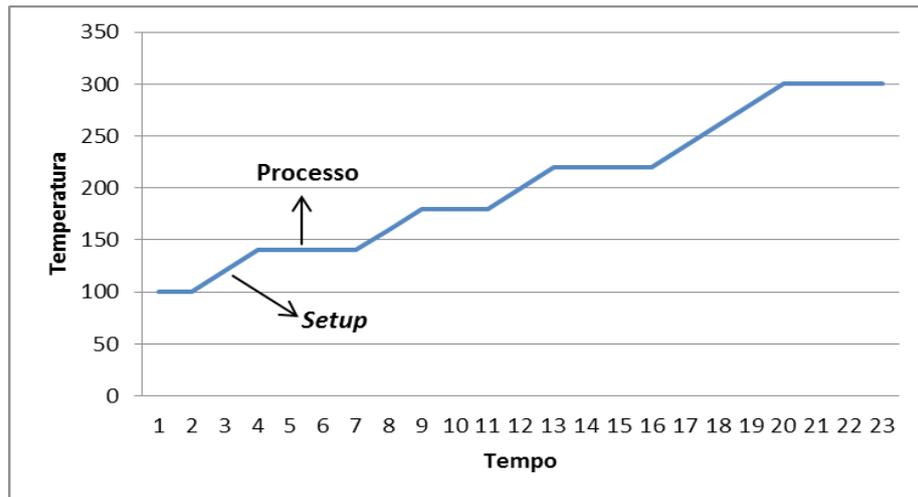


Figura 2 Aumento gradativo de temperatura

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados coletados

A frente produção teve início na análise dos desperdícios dos cinco operadores para saber onde eles perdiam mais tempo. A Figura 3, abaixo, demonstra os resultados obtidos. As três principais atividades (68%) tiveram foco durante o *kaizen* havendo ação para reduzir seus tempos, aumentando, assim, o tempo de agregação de valor por parte do operador.

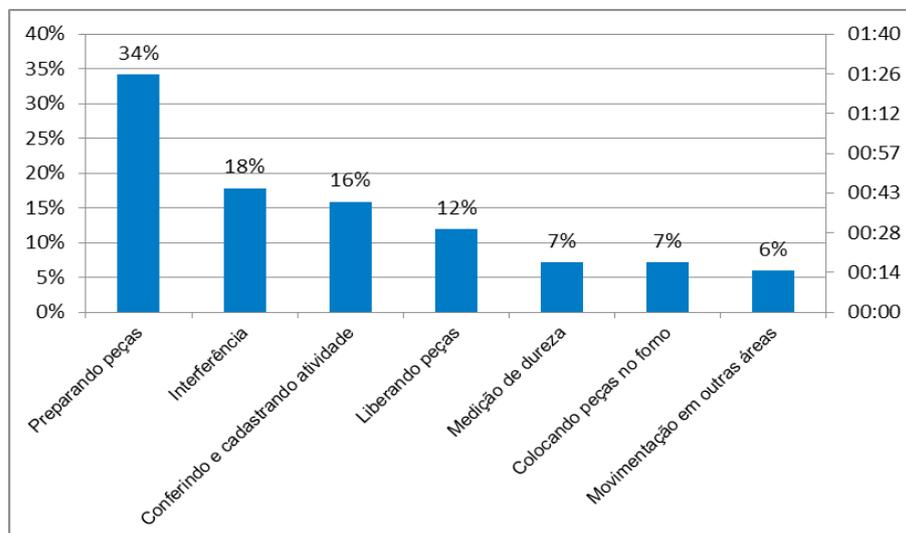


Figura 3 - Principais desperdícios

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados coletados

A preparação de peças (*setup*) ocupava uma parcela bastante considerável do tempo dos operadores, pois todas as peças deveriam ser amarradas, com arames, para então entrarem nos fornos. Tal atividade ainda era acompanhada por uma grande movimentação para pegar os arames e ferramentas, que muitas vezes não ficam próximas aos operadores. Além disso, algumas eram preparadas sem que o forno estivesse cheio, ocasionando não utilização do mesmo.

Outra atividade que prejudicava o operador eram as interferências. Elas eram devido à falta de priorização que havia, ou seja, de tempos em tempos, o monitor pedia para preparar uma peça que não estava em vias de entrar no forno, isso acarretava maior movimentação, para procurar a peça solicitada e baixa utilização do forno, pois este ficava parado esperando até que o operador encontrasse e preparasse a peça.

A terceira atividade que mais demandava tempo do operador era a conferência e cadastro das atividades no sistema. Como parte do trabalho padrão, todas as atividades deveriam ser cadastradas no sistema (suas temperaturas, horas, datas, chapa do operador etc.), para tal, o operador fazia essas atividades manualmente, ou seja, ele digitava todos os campos. Isso acarretava perda de tempo e um possível erro de cadastro que se não fosse percebido, poderia inutilizar a peça tratada, havendo, assim uma não conformidade.

O principal problema foi reduzido com a criação de uma área de preparação de cargas. Nesta área foram aproximados todos os recursos que o operador necessitava para a realização da preparação como: arames, alicates, carrinhos de movimentação, local para logística entregar peças e computador para o cadastro das entradas das cargas. Além da aproximação, uma pessoa dedicada a preparar as cargas, geradas pelo APS, antecipadamente também foi fundamental para o total funcionamento dos fornos.

Com a priorização feita pelo *software* as interferências feitas pelo monitor no sentido de priorizar outras peças, foram eliminadas, uma vez que o APS já sequenciava de acordo com as restrições do processo e de acordo com as necessidades dos próximos processos da fábrica. Desta maneira, o operador só preparava as peças que estava pedindo na lista.

Para o cadastro manual do operador, foi proposto um leitor de código de barras, em que o operador só precisava passar o leitor nos roteiros de produção para que as informações fossem transferidas para o sistema, evitando desta maneira a perda de tempo por parte do operador e garantindo a confiabilidade da informação inserida no sistema.

A frente qualidade ficou responsável em garantir que a área de tratamento térmico não gerasse não conformidade. Em média, em 2017, o tratamento gerava quase US\$7 mil de não qualidade. Os engenheiros da qualidade ficaram responsáveis em mapear os processos e prevenir os possíveis erros que poderiam ocorrer, assim foi desenvolvido um PFMEA dos processos de aço e alumínio buscando atacar os maiores riscos.

## 5 | RESULTADOS E CONCLUSÕES

Após ter proposto as ações para os problemas citados, um teste foi necessário para validar a eficácia. Para tanto, uma semana de teste foi transcorrido ao fim da semana de análise, assim os novos métodos foram postos em prática e validados pelos operadores.

Como ganho foi constatado uma redução de dois dias de ciclo para ambos os processos, com isso acarretando em uma redução de 250 mil dólares (resultado validado pelo setor de planejamento da empresa).

Ganho de movimentação dos operadores também foi observado, uma vez que foram aproximados todos os recursos para perto dos mesmos. Além disso, foi definido um local para a logística entregar os materiais separando por forno, facilitando, desta maneira, a procura por peça.

A utilização dos fornos também aumentou consideravelmente, pois o sistema APS passou a agrupar as receitas considerando o menor tempo de *setup* dos fornos.

Desta forma a problemática inicial foi respondida positivamente, ou seja, é possível aumentar a produtividade do setor, através do evento *kaizen*, sem haver a necessidade de adquirir recursos extras.

Como fatores que facilitaram a condução do *kaizen* foram a forte cultura para a melhoria contínua dos processos existentes na empresa, bem como o grande apoio dos líderes.

## REFERÊNCIAS

BARIL, C. ; GASCON, V. ; MILLER, J. ; CÔTÉ, N. **Use of a discrete-event simulation in a Kaizen event: A case study in healthcare**, European Journal of Operational Research, v.249,n. 1, p. 327-339. Fev. 2016.

CAMPOS, V. M. K.; et al. **Introduction of lean manufacturing philosophy by kaizen event: case study on a metalmechanical industry**, Independent Journal of Management & Production, v.7, n. 1, p. 151-167. Mar. 2016

CHAVES, J. **Melhores Práticas para Garantia de Sustentabilidade de Melhorias Obtidas Através de Eventos Kaizen**. 2010. 149 p. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção) Universidade de São Paulo, São Carlos.

CHIAVENATTO, I. **Administração, teoria, processo e prática**, São Paulo:Makron Books, 2000.

DAVID, F. ; PIERREVAL, H. ; CAUX, C. **Advanced planning and scheduling systems in aluminum conversion industry**. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, v.19, n. 7, p. 705-715. Out. 2006.

DENZIN, N. K. & LINCOLN, Y. S. **Handbook of Qualitative Research**. Thousand Oaks: Sage, 2005.

GIL, A., C. **Como elaborar projetos de pesquisa** – 4a ed. – São Paulo, Atlas, 2002.

GIROTTI, L.J. ; de MESQUITA, M.A. **Simulação e estudos de caso no ensino de planejamento e**

**controle da produção:** Um *survey* com professores da Engenharia de Produção, *Produção*, 1, v.26, n. 1, p.176-189. Jan. 2015.

GLOVER, W. J.; LIU, W.H.; FARRIS, J.A; AKEN, E.M.V., **Characteristics of established kaizen event programs: an empirical study**, *International Journal of Operations & Production Management*, v. 33, p.1166-1201. 2013.

GUERRA, R. M. A.; SILVA, M. S. & TONDOLO, V. A. G. **Planejamento das necessidades de materiais:** ferramenta para a melhoria do planejamento e controle da produção. *GEPROS: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 9, n. 3, p. 43-60. 2014.

HINES, P.; TAYLOR, D. **Going Lean.** A guide to implementation. Lean Enterprise Research Center. Cardiff, UK, 2000.

ISHII, F.T.; et al. **Ensino de Planejamento e Controle de Produção como ferramenta para inclusão social.** *GEPROS: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v.6, n. 4, p. 157-167. 2011.

LIKER, JEFFREY, **A cultura Toyota:** a alma do modelo Toyota; tradução Francisco Araújo da Costa. Porto alegre: Bookman, 2009.

LINEA K. I., PATRIK J., **When should advanced planning and scheduling systems be used in sales and operations planning?**, *International Journal of Operations & Production Management*, v. 34, n. 10, p.1338-1362, 2014.

MELLO, C., H., P.;et al.. **Pesquisa-ação na engenharia de produção:** proposta de estruturação para sua condução. *Produção*, v.22, n.1, p.1-13. 2012.

ÖZTÜRK, C.; ORNEK, A. M. **Operational extended model formulations for Advanced Planning and Scheduling systems**, *Applied Mathematical Modelling*, v.38, n.1, p.181-195, Jan. 2014.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**, 2a edição, Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** Atlas, 2009.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação.** 15. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

TUBINO, Dalvio. Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção.** 2.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

## REDUÇÃO DO CICLO DE MONTAGEM DE SUBSISTEMAS EM UMA INDÚSTRIA AERONÁUTICA ATRAVÉS DA METODOLOGIA KAIZEN

**John Anthony do Amaral Oliveira**

**PALAVRAS-CHAVE:** Lean Manufacturing; Desperdício; Kaizen.

**RESUMO:** O Lean manufacturing surgiu na Toyota logo após o término da segunda guerra mundial em um momento em que recurso era algo limitado, não podendo ser utilizado de forma descontrolada. Seu objetivo, portanto, era identificar e eliminar os desperdícios encontrados nos processos produtivos tornando-os mais eficientes, para que desta forma produtos com qualidade e com menor preço pudessem ser entregues a seus clientes. No presente artigo objetivou-se o aumento da eficiência do setor de montagem de subsistemas em uma indústria aeronáutica sem a necessidade de contratação de mão de obra. Para tanto foram identificados os desperdícios, bem como o layout do setor de montagem de subsistemas optando-se por dar enfoque no desperdício de movimentação, por obter um maior número de constatações, o qual obteve uma redução de 78%. Como consequência o kit de horas necessárias para realizar todas as atividades também foi reduzido em 22%. Os aspectos metodológicos seguidos foram os da pesquisa ação, uma vez que o autor atuou no projeto modificando a realidade estudada. Destaca-se, para a boa condução do projeto, a grande participação dos líderes e a forte cultura organizacional voltada à melhoria contínua.

### 1 | INTRODUÇÃO

Em uma sociedade cada vez mais exigente e ávida em ter produtos na hora em que desejam, com maior qualidade e pelo menor preço possível, empresas de todos os segmentos devem se adequar a essas novas exigências. Para tanto se deve não só investir com recursos financeiros, na obtenção de máquinas, mas também se deve investir na obtenção de um maior conhecimento sobre seus processos para manter-se no mercado e atrair novos clientes.

Considerando tais exigências e a grande limitação de recursos, nos anos subsequentes a segunda guerra mundial, uma empresa automobilística japonesa, Toyota, revolucionou com a qualidade superior de seus carros em relação aos do, até então, gigante americano: Ford, que possuía maior mercado, produção e número de vendas. Tal revolução teve como consequência, com o passar dos anos, acréscimo das vendas, maior produção, conquista dos mercados em outros continentes e até mesmo transferência de *know-how* aos, outrora, maiores concorrentes: Ford, General

Motors entre outras.

Sem dúvida o aporte de capital é de suma importância para o aumento da produção, da qualidade e da promoção do produto, entretanto, tendo perdido uma guerra e tendo sofrido com duas bombas atômicas, o capital era algo que os japoneses não poderiam se dar ao luxo de desperdiçar.

Tendo em vista essa escassez de recursos a, até então pequena, Toyota desenvolveu uma metodologia denominada, posteriormente, de Sistema Toyota de Produção (STP) que consiste em uma reestruturação da forma de realizar os processos sem haver grandes investimentos financeiros, atentando-se aos chamados muda (desperdícios) inerentes aos processos. Com a utilização dessa ferramenta, eles aumentaram o tempo disponível para produção, puderam flexibilizar a produção e possibilitaram a redução dos lotes de produção, respondendo, desta forma, mais rapidamente às mudanças do mercado.

Hoje em dia, a utilização dessa ferramenta é amplamente difundida não somente no ramo automobilístico, mas em diversos setores, como por exemplo: metalúrgico, plástico, madeireiro, aeronáutico e até hospitalar.

O presente trabalho se atém na aplicação do Sistema Toyota de Produção (STP) para identificação dos desperdícios no setor de montagem de subsistemas em uma indústria aeronáutica objetivando reduzir o ciclo de montagem do setor de subsistemas de uma indústria aeronáutica sem ter a necessidade de adquirir recurso adicional para cumprir as atividades.

A fim de conduzir o estudo ao máximo entendimento, o desenvolvimento deste trabalho foi organizado em cinco seções: introdução (seção 1); referencial teórico (seção 2) onde são explicitadas as bases do lean manufacturing; a metodologia (seção 3); aplicação do kaizen no setor de montagem de subsistemas (seção 4) e por fim uma breve conclusão com os resultados obtidos (seção 5).

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O termo *Lean manufacturing* ou manufatura enxuta foi popularizado no livro “A máquina que mudou o mundo” (Womack et al., 1990). Apesar de ter sido popularizada nos anos 90, seus conceitos e aplicações remontam à época do pós-guerra na Toyota *Motor Company*, Japão, e estes eram conhecidos como Sistema Toyota de Produção (STP) (Bhamu, 2014).

O STP foi desenvolvido por Taiichi Ohno (PRASHAR, 2014) e está focado na identificação e eliminação dos desperdícios (em japonês muda) o que impede o fluxo efetivo das atividades (FLESHNER et al., 2014). Para tanto, além de identificar e eliminar os desperdícios, o lean propõe a padronização dos processos para que seja criado fluxos de produção mais eficientes (FLESHNER et al., 2014) de modo a fornecer aos clientes tudo aquilo de que necessitam utilizando menos recursos (WOMACK, 1996).

Antes de fornecer, aos clientes, aquilo de que necessitam é necessário identificar o que é valor pela ótica dos mesmos (Womack e Jones, 1996), desta forma a identificação do que não agrega valor (muda) se dá de forma mais precisa, sendo, portanto, eliminado dando espaço às atividades necessárias aos fluxos de produção.

Hines e Taylor (2000) Reconhecem que existem três tipos de atividades, aquelas que agregam valor para o cliente, as que não agregam valor e as que não agregam valor, porém são necessárias:

- a. *Atividades que agregam valor (AV)*: são aquelas que modificam o produto de alguma maneira, tornando-o mais valioso ao cliente final;
- b. *Atividades que não agregam valor (NAV)*: são aquelas que não modificam o produto, não o tornando mais valioso ao cliente final;
- c. *Atividades que não agregam valor, necessárias (NAN)*: são aquelas que não modificam o produto, não o tornando mais valioso ao cliente final, porém são necessárias para o andamento das atividades.

As atividades que não agregam valor e as que não agregam valor, porém necessárias são consideradas desperdícios (muda) na perspectiva do Lean Manufacturing devendo haver um esforço para eliminá-las e, quando não for possível, reduzi-las ao máximo.

Essa preocupação com os desperdícios se dá pelo fato de consumirem recursos e tempo da empresa, sendo percebida pelo cliente através do alto preço do produto. A Figura 1 ilustra a proporção de cada atividade, nota-se que a porção que não agrega valor (NA e NAN) é a maior parte, merecendo atenção para sua eliminação.



Figura 1 - Categoria de atividades

. Fonte: adaptado de Prado, 2006 *apud* Shook, 2002.

É nesta eliminação dos desperdícios que o *Lean Manufacturing* se concentra (JASTI, 2015). Para Shingo (1996) os desperdícios (*muda*) podem ser classificados em sete categorias diferentes. O Quadro 1 abaixo ilustra as categorias.

<i>Muda</i>	<i>Conceito</i>	<i>Consequências</i>
<b>Super produção</b>	Produção além do necessário	Excesso de inventário
<b>Defeitos</b>	Produtos fora do especificado	Alto custo e baixa qualidade
<b>Estoque</b>	Produtos em excesso	Alto custo de manutenção e obsolescência
<b>Procedimentos inapropriados</b>	Execução de processos com ferramentas e/ou procedimentos fora do padrão	Demora na execução e baixa qualidade
<b>Transporte</b>	Movimento de bens e informação	Aumento no tempo de execução e esforço
<b>Espera</b>	Períodos de inatividade de pessoas e máquinas	Longos <i>leadtimes</i>
<b>Movimentação</b>	Movimentações de pessoas para buscar ferramentas, informações ou recursos	Problemas ergonômicos e movimentação excessiva

Quadro 1 - Os 7 desperdícios (*muda*).

Fonte: adaptado de Shingo (1996)

Além de identificar e eliminar o *muda*, a filosofia *Lean* também propõe o nivelamento da carga de trabalho entre os operadores, não permitindo que estes trabalhem com uma carga de trabalho excessiva por longos períodos. Este conceito de sobrecarga é conhecido como *Muri* (LEAN INSTITUTE, 2016). Assim como o *muda*, o *muri* também é uma preocupação do *lean*, pois quando as atividades não estão balanceadas, o fluxo normal dos processos é afetado, havendo uma redução na velocidade e acurácia do serviço executado, prejudicando a qualidade e aumentando os custos para o cliente final.

Ainda na Toyota, os gestores são estimulados a visitar e a sempre melhorar os processos para que possam atingir níveis de excelência cada vez maiores. Esse processo é conhecido como *Kaizen* que em português significa melhoria contínua que foca na eliminação das perdas com um mínimo de investimento.

A busca permanente por incrementos se dá em todas as áreas da organização, onde pequenas alterações no posto de trabalho ou na máquina implicam em melhoria da qualidade, aumento da produtividade e redução de custos (LOYA et al., 2016).

Para se realizar um *kaizen* de sucesso a liderança deve estar engajada apoiando a equipe (LOYA et al. 2016). Desta forma, a equipe se vê motivada, por seus líderes, favorecendo o resultado esperado. Outro fator de sucesso é a total participação dos operadores afetados pela melhoria, pois eles são os maiores conhecedores dos processos e serão os maiores afetados pela mudança proposta (ZAMMORI;

CARMIGNANI E BONACCORSI, 2011).

O kaizen não deve ser uma atitude isolada, pelo contrário, este deve fazer parte de uma cultura organizacional que favorece a cultura da melhoria (LOYA et al., 2016). Para tanto, desenvolvimento profissional e treinamentos devem ser constantemente aplicados para que os programas de mudanças organizacionais possam ser sustentados em longo prazo, fazendo parte da cultura organizacional (ZAMMORI; CARMIGNANI E BONACCORSI, 2011).

Uma série de autores têm documentado os benefícios, tanto quantitativos quanto qualitativos, da implementação do Lean (BHAMU, 2014). A exemplo disso, Tanco et al., (2013) obtiveram sucesso na implementação do lean em uma grande indústria alimentícia, reduzindo o tempo parado de máquinas e otimizando o layout. Analogamente Fleshner et al., (2014) aplicaram os princípios em um hospital e dobraram a agregação de valor de 30.6% para 66.3%, devido ao melhoramento do tempo de estadia do paciente, identificando desperdícios e eliminando atividade que não agregavam valor.

### 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente artigo foi desenvolvido utilizando a metodologia de pesquisa-ação, uma vez que o autor participou diretamente do projeto (GIL, 2002) como facilitador do kaizen.

A pesquisa-ação é caracterizada por uma produção de conhecimento com uma modificação intencional de uma dada realidade (Mello et al., 2012). De fato, a pesquisa teve cunho modificador na empresa, concomitante com o estudo apropriado sobre o tema e sua forma de aplicação e condução.

Para o desenvolvimento do método, Gil (2002) define nove etapas, das quais se sucederam da seguinte maneira:

- a. *fase exploratória: esta fase foi marcada por uma imersão, por parte dos facilitadores, ao local onde seria realizado o projeto kaizen, com o intuito de observar o modo de trabalho dos operadores e a disposição dos recursos.*
- b. *Formulação do problema: O problema fora definido pela diretoria no início do ano que visava o aumento da eficiência dos setores produtivos havendo, portanto, a necessidade de redução de ciclo sem a necessidade de adquirir novos recursos;*
- c. *Construção de hipóteses: a hipótese definida foi: é possível realizar todo o conteúdo de trabalho do setor de montagem de subsistemas mais rápido, sem a contratação de mão de obra?*
- d. *Realização do seminário: Foi neste ponto em que ocorreu o kaizen, em que todos os participantes foram reunidos em uma sala por 12 dias. Foi neste momento que ocorreu o treinamento, o levantamento das oportunidades e*

*as propostas de melhoria;*

- e. Seleção da amostra: a amostra selecionada foi todo o conteúdo de trabalho do setor de montagem de subsistemas, o que contemplavam atividades de mecânicos e eletricitistas;*
- f. Coleta de dados: todos os dados, o conteúdo de trabalho e o layout, foram coletados durante os primeiros dias do kaizen (seminário) havendo a participação de todos os operadores do setor, bem como de áreas de apoio;*
- g. Análise de dados: os dados que foram analisados foram os dados da situação atual e os da situação após as melhorias propostas e testadas. Para a situação atual os dados analisados foram o conteúdo de trabalho e o layout (estes foram mapeados na parede – vide próxima seção) e para a situação após as melhorias, foi analisado se as atividades foram executadas conforme planejado no seminário;*
- h. Elaboração do plano de ação: a definição do plano de ação foi feito durante o kaizen (seminário) após ser mapeado e analisado o conteúdo de trabalho do setor e o layout. Para tanto foram utilizados os princípios Lean que visam a identificação e eliminação dos desperdícios;*
- i. Divulgação dos resultados: A divulgação se deu para os diretores e gerentes das áreas envolvidas em dois momentos. O primeiro foi logo após a construção do novo formato de trabalho e layout e o segundo após as melhorias serem testadas e validadas pelo líder.*

A seguir o delineamento de cada fase é feito de forma mais elaborada para que possa ser mais bem entendido pelo leitor.

#### **4 | APLICAÇÃO DO KAIZEN**

Nesta seção será apresentada a definição da equipe envolvida, as etapas do projeto

kaizen, com a identificação dos desperdícios encontrados e o teste do novo método.

O Kaizen ocorreu no mês de junho de 2016 e teve duração de 12 dias úteis, tendo como abrangência a área de montagem de subsistemas da aeronave. Este setor continha atividades de duas tecnologias diferentes, mecânica, com 20 operadores e elétrica, com três, totalizando 23 operadores, divididos em bancadas em duplas.

A montagem de subsistemas tinha a particularidade de ser um setor onde só havia atividades realizadas em bancadas, ou seja, os subsistemas eram preparados para que fossem entregues à linha de produção onde seriam instalados no avião por outros operadores, não havendo, portanto, necessidade de grandes movimentações por parte dos operadores para buscar recursos.

Antes do Kaizen ter início, a equipe, o local e as metas foram definidos juntamente com o supervisor, gerente e diretor da área afetada. Foram definidos 14 participantes, dos quais um do setor de logística, PPCP, engenharia de manufatura, segurança do trabalho, o supervisor da área, o agente de melhoria contínua, quatro operadores, e três facilitadores. O local escolhido foi no próprio setor de montagem de subsistemas, facilitando o apoio dos outros operadores da área, bem como facilitando o mapeamento das atividades e do layout.

Para a meta, definiu-se a distribuição do conteúdo de trabalho para 18 operadores ao invés dos 23. O motivo por detrás da meta era o alto absenteísmo que o setor apresentava, acima de 30%. Esse absenteísmo era devido aos operadores com restrição médica, denominados mão de obra indireta. Esse fato acarretava atrasos para a linha de produção e sobrecarga aos demais operadores.

#### 4.1 Mapeamento das atividades

Após a validação dos participantes, do local e da meta, o *kaizen* foi iniciado com um treinamento para nivelar o conhecimento sobre *lean manufacturing*, os 7 desperdícios e nivelamento de atividades (*muri*). O treinamento também continha uma dinâmica visando a aplicação dos conceitos apresentados.

Após o treinamento, todos os participantes foram convidados a ir ao *genba* (local onde acontecem as atividades) por uma hora para verificar os 7 *muda* (desperdícios). No *Genba* proposto foram constatados 52 *muda* (desperdícios) que acarretavam em algum distúrbio na sequência normal das atividades. O Quadro 2 abaixo ilustra alguns dos *muda* e a quantidade encontrada.

Muda	Quantidade	Exemplos
Espera	12	Espera por material
Movimentação	12	Pegar material e ferramenta
Procedimentos inapropriados	10	Desembalar material
Defeitos	10	Retrabalho nas mantas
Super produção	5	Processamento de material para o dia seguinte
Estoque	1	Entrega de material antecipado
Transporte	1	Transporte de ferramentas

Quadro 2 - Muda encontrados no *Genba*

Fonte: Autor (2016)

Nos quatro dias subsequentes as atividades da equipe consistiam em mapear todo o conteúdo de trabalho e o *layout* do setor.

O mapeamento das atividades foi feito de 30 em 30 minutos em *post-it* na parede, conforme Figura 2, para que ficasse de fácil visualização para todos. Tendo todas as atividades mapeadas, todos os operadores do setor foram convidados a verificar a acurácia do que estava sendo feito e se requeria, ou não, alguma modificação.



Figura 2 - mapeamento do conteúdo de trabalho

Fonte: Autor (2016)

No mapeamento do *layout* foi observando onde se localizava as ferramentas, os materiais, onde a logística abastecia, assim como as movimentações dos operadores para pegar os materiais. Na Figura 3 é ilustrado o *layout* e as movimentações dos operadores, destacando, com pontos coloridos, os locais das ferramentas, materiais inflamáveis e descarte das caixas.

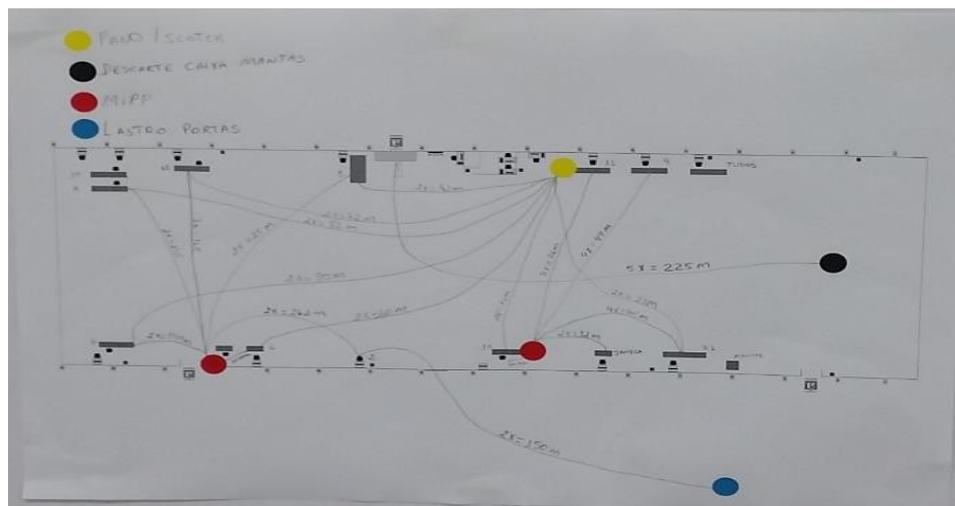


Figura 3 - *Layout* e movimentação dos operadores.

Fonte: Autor (2016)

Foi observado que os operadores realizavam 73 movimentos para pegar ferramentas, materiais e descartar caixas vazias, resultando em 1500 metros caminhados.

Esse mapeamento inicial do sistema era denominado *AS IS* que consistia em diagnosticar a situação atual de trabalho. O próximo passo, que demandou mais dois dias, foi fazer o levantamento das oportunidades para redução dos desperdícios encontrados na fase inicial.

## 4.2 Levantamento das oportunidades

Neste momento do projeto os facilitadores tiveram um importante papel, pois esses dominavam a metodologia *kaizen*, assim como os 7 desperdícios. Foi neste ponto que os operadores eram instigados a pensar e analisar o conteúdo de trabalho (no *genba*) para achar os desperdícios entranhados nas atividades do dia a dia, objetivando a redução das horas necessárias para suas montagens.

Pela análise dos muda, do layout e da movimentação, decidiu-se por priorizar o desperdício de movimentação, pois esse foi o que obteve maior constatação (12) e por apresentar um alto valor de movimentação (1500 metros). Considerando que eram atividades de bancadas, em que o operador não deveria andar mais de dois metros para buscar todos os recursos, esses valores se mostraram bastantes elevados merecendo atenção especial.

Concomitante com o layout foi feito o levantamento de todos os materiais, ferramentas e recursos de todos os operadores. Foi constatando que não havia todas as ferramentas necessárias para uso, a logística não entregava os materiais nos locais corretos, o descarte das caixas era longe e os materiais vinham embalados, acarretando em mais horas para completar as atividades do setor.

## 4.3 Balanceamento das atividades

Já no oitavo dia de Kaizen as atividades eram voltadas a achar os desperdícios e reduzir o tempo das atividades, retirando post-its da parede evidenciando lacunas para serem preenchidas.

Para contribuir com a redução das horas das atividades, foi proposto um novo layout, Figura 4, onde os recursos eram melhores distribuídos pela área, o kit de ferramentas foi adequado para cada operador, os materiais iriam vir desembalados e abastecidos, pela logística, na sequência correta de uso e em locais onde era o mais perto dos operadores.

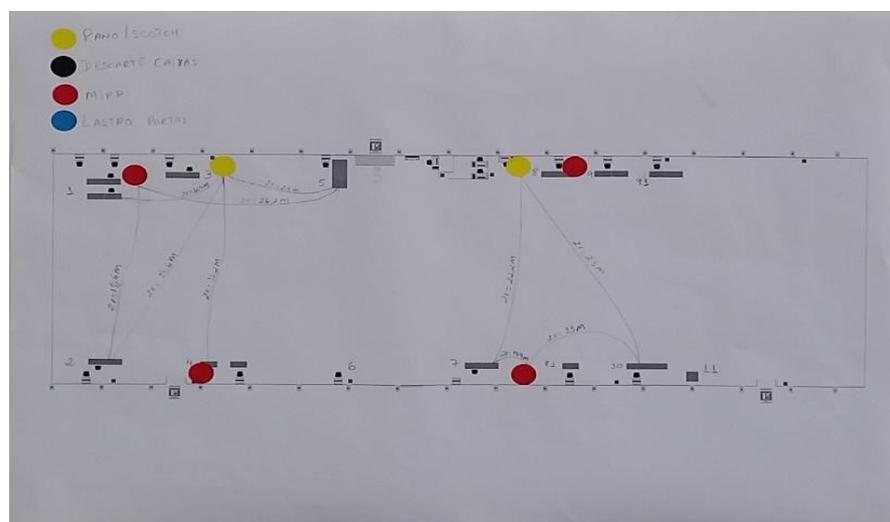


Figura 3 - Novo layout

Fonte: Autor (2016)

Com o novo layout, as movimentações dos operadores seriam reduzidas de 73 para 28, redução de 62% e de 1500 para 325 metros, redução de 78%. O processo de propor um novo estado para o sistema era denominado TO BE.

A redução da movimentação também levou à redução do kit de horas da montagem de segmentos em 22% do total necessário para cumprir todas as atividades, dessa forma lacunas iam aparecendo, havendo a necessidade de balancear as atividades remanescentes para os 18 operadores de acordo com a meta.

Embora no papel tudo estivesse em conformidade e aparentando estar correto ainda era necessário testar o novo método proposto, dando início à próxima fase denominada de tryout.

#### 4.4 Try-out

Os últimos dias do kaizen consistiam em por em prática tudo aquilo que havia sido estudado nos dias anteriores. No dia anterior, ao Tryout, todos os operadores eram instruídos sobre o novo método de trabalho e layout para que não houvesse mau entendimento no momento da execução.

O acompanhamento do tryout era feito de duas em duas horas verificando se cada operador tinha seguido a sequência estabelecida, caso não houvesse, o problema era relatado e seria tratado até o encerramento do kaizen.

O Tryout atingiu 91% de sucesso. Não foi atingido os 100% devido à falta de material e algumas inconformidades em algumas montagens. Esses eventos, de falta de material e não conformidades, foram resolvidos logo após o término do Tryout com alinhamento com o PPCP e ajustadas algumas atividades.

### 5 | CONCLUSÕES

O presente artigo constatou a eficácia da metodologia kaizen no âmbito do setor aeronáutico, obtendo a redução de 22% do kit de horas necessárias para cumprir todas as atividades do setor e uma redução de 78% na movimentação dos operadores, respondendo positivamente, à questão inicial de que se era possível obter uma maior eficiência sem a contratação de mão de obra.

O kaizen também obteve ganho ergonômico, pois as bancadas foram ajustadas para a altura dos operadores, bem como os locais onde a logística abastecia, que anteriormente era feito no chão havendo a necessidade de abaixar para pegar o material.

É importante destacar que durante todas as fases do kaizen não só os operadores envolvidos no projeto participaram, mas também todos os outros, ora na verificação da sequência correta, ora na construção do layout ou relatando problemas que corriqueiramente ocorriam.

Um fator de sucesso para o kaizen foram as rotinas diárias que consistiam, no

início do turno, em uma rápida reunião em que era estabelecida a meta diária, quem iria fazer cada atividade e para quando e, ao final, em que todos comentavam sobre suas atividades e recebiam feedbacks, isso aproximava a equipe criando um clima favorável para a melhoria dos processos.

Outro fator bastante importante foi a participação dos líderes do setor e do projeto, o gerente e o supervisor da área respectivamente. Esses foram fundamentais no momento de transmitir a mensagem para os demais operadores, bem como incentivar a cultura da melhoria contínua favorecendo para que todos pudessem contribuir de forma harmoniosa com o projeto.

Como a metodologia propõe, o término deste projeto não significa a parada da melhoria, pelo contrário, a melhoria deve sempre existir para que o processo possa ser elevado a patamares mais elevados com sustentabilidade em longo prazo.

## REFERÊNCIAS

BHAMU, J.; SANGWAN, K.S. **Lean manufacturing: literature review and research issues**, *International Journal of Operations & Production Management*, v. 34, pp. 876 – 940, 2014.

FLESHNER, N., E.; ZLOTTA, R, A; JEWETT, M, A; FINELLI, A; HERSEY, K; SIMMONS, A; SKELDON

S, C. **Lean Methodology Improves Efficiency in Outpatient Academic Uro-oncology Clinics**, *UROLOGY* 83: pp. 992-998, 2014.

GIL, A., C. **Como elaborar projetos de pesquisa** – 4ª ed. – São Paulo, Atlas, 2002.

HINES, P.; TAYLOR, D. **Going Lean. A guide to implementation. Lean Enterprise Research Center**. Cardiff, UK, 2000.

JASTI, N. V. K.; KODALI, R.; **Lean production: literature review and trends**, *International Journal of Production Research*, pp.867-885, 2015.

LEAN INSTITUTE – **Muda, Mura, Muri**, Disponível em:< <http://www.lean.org/lexicon/muda-mura-muri>> Acesso em: 23 nov. 2016.

LOYA, V. M.; MARCIAS, A. A. M. M.; ALCARAZ, J. L. G.; VENTO, M. O. **The impact of managerial commitment and Kaizen benefits on companies**, *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 27, pp. 692 – 712, 2016.

MELLO, C., H., P.;TURRIONI, J., B.; XAVIER, A., F.; CAMPOS, D., F. **Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução**. *Produção*, v.22(1), pp.1-13. 2012.

TANCO, M.; SANTOS, J.; RODRIGUEZ, J., L.; REICH, J. **Applying lean techniques to nougat fabrication: a seasonal case study**, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v.68, pp.1639-1654, 2013.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**, 2ª edição, Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 1996.

PRADO, C. S., **Proposta de um modelo de desenvolvimento de produção enxuta com a utilização da ferramenta vioneeriong**, 2006, Dissertação (mestrado em engenharia de produção) –

Escola de engenharia de São Carlos, São Carlos.

PRASHAR, A. **Redesigning an assembly line through Lean-Kaizen: an Indian case**, *The TQM Journal*, v. 26, pp. 475 – 498, 2014.

WOMACK, J; ROOS, D.; JONES, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro, Campos, 1992.

WOMACK, J. e JONES, D. **Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation**. Nova Iorque, Simone Shuster, 1996.

ZAMMORI, F.; CARMIGNANI, G.; BONACCORSI, A. **Service Value Stream Management (SVSM): Developing Lean Thinking in the Service Industry**, *Journal of Service Science and Management*, pp.428-439, 2011.

## APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) PARA A REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP EM UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA

**Juan Pablo Silva Moreira**

Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)

Patos de Minas – Minas Gerais

**Jaqueline Luisa Silva**

Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)

Patos de Minas – Minas Gerais

**Janaína Aparecida Pereira**

Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)

Patos de Minas – Minas Gerais

**RESUMO:** O mercado tem estimulado uma competitividade que cresce ano após ano, impulsionando as organizações na busca por uma redução de custos para se manterem atuantes no mercado. Assim, objetivo deste trabalho é desenvolver um estudo quanto aos benefícios obtidos com aplicação metodologia (*Single Minute Exchange of Die*) SMED em uma empresa fabricante de triciclos, que para fins de confidencialidade do mesmo, designar-se-á, na presente pesquisa como Empresa Ômega, analisando a contribuição que este instrumento oferece para a redução do tempo de *setup* e para o aumento da produtividade do empreendimento, além disso, evidenciar o auxílio desta metodologia no processo de tomada de decisão dos problemas enfrentados na linha de produção do empreendimento. Por isso, a fim de tornar a concretização visível aos colaboradores

da empresa, nessa análise foi utilizado formulários de maneira descritiva e qualitativa, pois essas formas pesquisa permitem maior interação com o cotidiano da linha de produção organizacional. Através desta pesquisa foi possível analisar que a metodologia SMED pode ser identificada como uma ferramenta que mostra ser eficiente principalmente para o atual ambiente competitivo, já que possibilita a redução do tempo de troca de ferramenta nas indústrias, além de minimizar a complexidade nos processos de manufatura e auxilia na tomar decisões quanto a uma demanda imprevisível.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lean Manufacturing*, SMED (*Single Minute Exchange of Die*), processo produtivo, indústria, metalomecânico.

**ABSTRACT:** The market has stimulated a competitiveness that grows year after year, boosting the organizations in the search for a reduction of costs to remain active in the market. Thus, the objective of this work is to develop a study on the benefits obtained with application SMED methodology in a tricycle manufacturer, which for purposes of confidentiality of the same, will be referred to in this research as Company Omega, analyzing the contribution that this instrument offers to the reduction of the setup time and to the increase of the productivity of the enterprise, in addition, to show the aid of this methodology in the process of decision making

of the problems faced in the production line of the enterprise. Therefore, in order to make the realization visible to employees of the company, in this analysis forms were used in a descriptive and qualitative way, because these research forms allow greater interaction with the daily production organizational line. Through this research it was possible to analyze that the SMED methodology can be identified as a tool that shows to be efficient mainly for the current competitive environment, since it allows the reduction of the time of tool change in the industries, besides minimizing the complexity in the manufacturing processes and helps you make decisions about unpredictable demand

**KEYWORDS:** Lean Manufacturing, SMED (*Single Minute Exchange of Die*), production process, industry, metal-mechanic

## 1 | INTRODUÇÃO

O mercado tem estimulado uma competitividade que cresce ano após ano, impulsionando as organizações na busca por uma redução de custos para se manterem atuantes no mercado. De acordo com Conte e Durski (2002) as mudanças impostas pela globalização têm se mostrando importantes para a criação de uma nova relação existente entre o trabalho, a gestão, a aprendizagem e a capacidade dos colaboradores atuarem e colaborarem para o crescimento das companhias. Nesta nova etapa do mercado, se torna necessário que as empresas adotem uma visão mais abrangente quanto aos aprimoramentos que ocorrem na produção, e com isso elevem o controle de qualidade para competir em um patamar de igualdade para com os seus concorrentes.

Com processo de inovações tecnológicas, tornou-se muito importante que os empreendimentos desenvolvam periodicamente melhorias para que seus produtos não entrem em decadência. Para Tidd *et al.* (2008) a era da tecnologia consiste em formular novas de planejar, organizar e coordenar os parâmetros julgados essenciais para desenvolver instrumentos mais rentáveis e, como isso obter um aumento da lucratividade almejada pelos gestores.

Segundo Foroni *et al.*, (2009) nos últimos anos foi possível observar de forma clara que os gestores estão reconhecendo a redução das perdas como um fator que favorece as transformações ocorridas no ambiente produtivo e impulsionam os empreendimentos na busca por novas fatias de mercado.

Diante deste novo desafio, torna-se imprescindível que os gestores consigam alinhar esse novo cenário caracterizado por alta variedade de produtos e baixo volume produtivo (SILVA; RENTES, 2002) e, relacionando este fator à flexibilidade, surgiu uma das metodologias mais eficientes quando se trata de aumentar a capacidade produtiva de uma organização com um *mix* variado de produtos: SMED (*Single Minute Exchange of Die*). A redução dos tempos de *setup* ou de gargalos através desta ferramenta, tem se tornado essenciais para a promoção de melhorias que ocorram no sistema produtivo, seja para redução de estoques, de retrabalho ou de ociosidade das

máquinas (MCINTOSH, 2007).

Por isso, objetivo deste trabalho é desenvolver um estudo quanto aos benefícios obtidos com aplicação metodologia SMED em uma empresa fabricante de triciclos, que para fins de confidencialidade do mesmo, designar-se-á, na presente pesquisa como Empresa Ômega, analisando a contribuição que este instrumento oferece para a redução do tempo de *setup* e para o aumento da produtividade do empreendimento, além disso, evidenciar o auxílio desta metodologia no processo de tomada de decisão dos problemas enfrentados na linha de produção do empreendimento.

Deste modo, com a finalidade de analisar o tema abordado com uma maior exatidão, desenvolveu-se um estudo sistemático dos conteúdos disponíveis em métodos, técnicas e procedimentos de caráter científico. Assim, quanto aos objetivos, esta pesquisa foi caracterizada como descritiva, pois de acordo com Gil (2002) a pesquisa descritiva fornece “a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou, então, o estabelecimento de relação entre as variáveis”. Rampazzo (2005) salienta que a análise descritiva “observa, registra, analisa e correlaciona os fatos e fenômenos, sem manipula-los”, permitindo assim, uma análise sem que o pesquisador interferira nos resultados da pesquisa.

A fim de que se analisar melhor a qualidade dos triciclos desenvolvidos pela Empresa Ômega, os autores deste trabalho fazem uso de uma abordagem quantitativa. Essa abordagem possibilita uma relação direta entre o mundo real e o ambiente pesquisado, já que permite analisar, questionar e interpretar determinado fato com o auxílio de determinados dados numéricos e estatísticos. Para Fonseca (2002) a pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno ou as relações existentes entre determinadas variáveis.

## 2 | GESTÃO DA QUALIDADE

A Gestão da Qualidade pode ser definida como um conjunto de atividades operacionais ou de gerenciamento que uma organização desenvolve para assegurar que seus produtos estão sendo criados em conformidade com os padrões de qualidade previamente estipulados pelos gestores organizacionais (MONTGOMERY, 1996). De acordo com Paladini (2004) a Gestão da Qualidade tem o objetivo de propor técnicas para melhorar o resultado das organizações, auxiliando desta forma, na redução de defeitos existentes na linha de produção.

Hraqdesky (1997) salienta que a função da Gestão da Qualidade pode ser visualizada como tornar os processos produtivos mais eficientes e voltados à melhoria contínua do produto. A melhoria contínua pode ser visualizada com uma filosofia que tem como princípio a produção com qualidade, reduzindo o tempo e padronizando os processos necessários para se agregar valor a um produto (MOURA, 1994).

A Gestão da Qualidade tem a finalidade de passar indicadores de confiabilidade e satisfação para as organizações e para os consumidores (MOREIRA *et al.*, 2015).

A figura abaixo demonstra as ações correlacionadas com a Gestão da Qualidade no cenário atual:

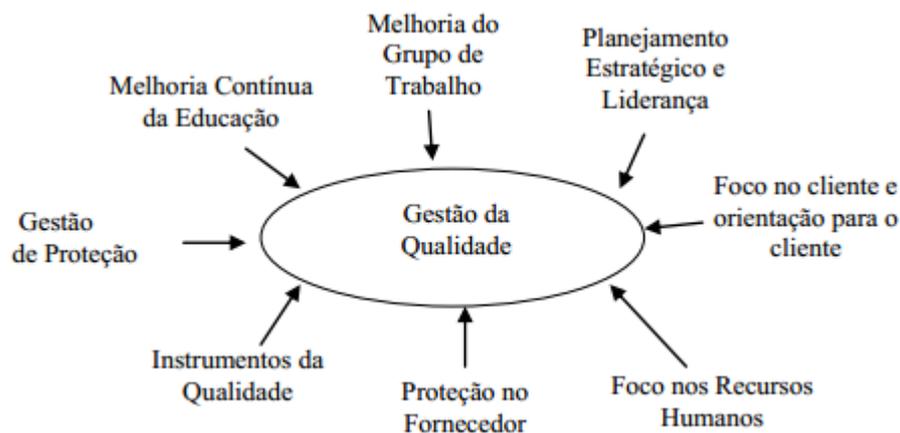


Figura 1 – Atividades relacionadas com a Gestão da Qualidade

Fonte: Adaptado de Mahdiraji, Arabzadeh e Ghaffari (2012)

A Gestão da Qualidade está focada no princípio da melhoria contínua, e para se alcançar tal realização, é necessário que se haja a integração de ações intermediárias na relação existente entre o capital intelectual (Recursos Humanos), o Fornecedor, o Trabalho em Equipe com o Planejamento Estratégico e Liderança, pois através deste estilo de gestão é possível obter uma melhoria na gestão que será compreendida pelos clientes dos produtos desenvolvidos pelo empreendimento (MOREIRA *et al.*, 2015).

## 2.1 Produção Enxuta

De acordo com Black (1998, p. 121), o “sistema de manufatura deve entregar produtos de qualidade ao preço mais baixo possível dentro do menor período de tempo possível” e é neste ambiente que se origina a mentalidade de produção enxuta que, segundo o Lean Institute Brasil (2012) consiste em “uma estratégia de negócios para aumentar a satisfação dos clientes através da melhor utilização dos recursos”. A finalidade desta filosofia é fornecer valor aos consumidores com custos baixos, através da melhoria dos fluxos dos processos.

A produção enxuta pode ser interpretada como o pilar de um sistema de um controle de operações que procura sempre a coordenação ou sincronismo do processo produtivo com a demanda específica de produtos acabados fabricados pela empresa, para tanto, otimiza-se todos os *leadtimes* intrínsecos à fabricação, montagem e disponibilização dos bens e/ou serviços, priorizando o controle de qualidade presente nos processos e produtos, flexibilizando e integrando os processos de manufatura através do atendimento as conformidades referentes ao custo, a qualidade e aos prazos estabelecidos pelos clientes internos e externos ao empreendimento (YUSUF e ADELEYE, 2002).

Oliveira (2008) salienta ainda que a filosofia do pensamento enxuto tem a finalidade de identificar e eliminar todos os desperdícios existentes na linha de produção, focando especialmente nas atividades que agregam algum tipo de valor para o consumidor. Por esse motivo, a redução destes desperdícios pode elevar a eficiência da operação por uma ampla margem, ou seja, deve-se produzir apenas a quantidade necessária que supri a demanda, liberando assim, a força de trabalho extra e desnecessária (OHNO, 1997). Desta forma, Womack *et al.* (2004) evidenciam também que a redução dos custos de fabricação de produtos em lotes menos, em comparação com a produção em larga escala, pode ser interpretada como um aprimoramento organizacional dos níveis de qualidade, pois é possível obter um poder maior de rigor quando se fabrica itens a partir de pequenos pedidos.

## 2.2 Melhoria Contínua

A melhoria contínua pode ser conceituada como um processo de inovação incremental, que está ligada ao aperfeiçoamento contínuo de um processo produtivo organizacional.

O modelo japonês *Kaizen*, se refere a um processo de melhoria contínua com a participação de todos os colaboradores que atuam em níveis hierárquicos distintos. Apesar de enfatizar melhorias pequenas de aperfeiçoamento, é possível relatar a ocorrência de resultados significativos em decorrência do tempo (IMAI, 1997).

O autor mesmo autor informa ainda que o *Kaizen* pode ser separado em três tipos (Figura 2): orientado para os gestores, para a equipe e para o colaborador. O primeiro tem seu objetivo ligado a melhoria nos sistemas organizacionais, procedimentos organizacionais e maquinário. O segundo está relacionado ao método de trabalho e de rotina. E o terceiro atua na melhoria da própria área de trabalho e dos recursos do processo produtivos.

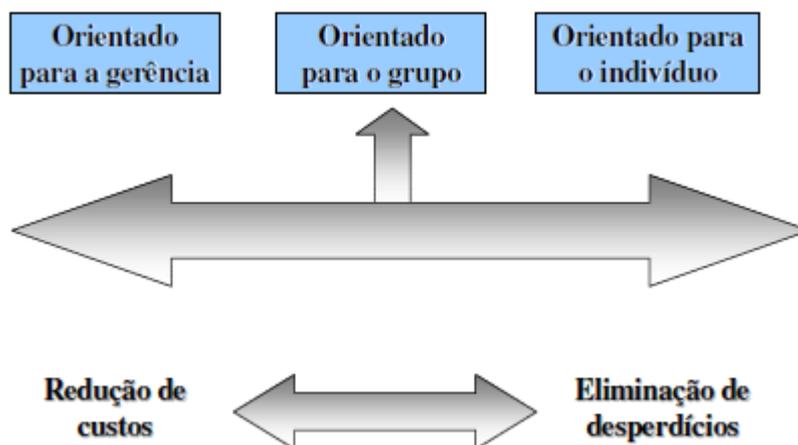


Figura 2 – Tipos de Kaizen.

Fonte: Adaptado de Imai (1997)

De acordo com Schonberger (1982), o *Kaizen* gerou um novo modo de pensar

voltado para a melhoria do processo em um sistema administrativo que apoia e reconhece os esforços necessários para que haja o melhoramento do sistema produtivo. Por meio desse conceito, se torna possível que os colaboradores incorporem o processo de melhoria contínua em suas atividades de rotina. A autonomia fornecida a cada colaborador se torna de motivação para executar as práticas que envolvem as atividades de melhoria.

Alstrup (2000) enfatiza sobre a importância dos empreendedores se dedicarem a implantação de um processo de melhoria contínua que desenvolva uma cultura que fomente esta prática, ao invés de apenas enfatizar nas ferramentas e técnicas de solução de problemas.

O *Kaizen* se baseia nas premissas do esforço humano, na comunicação, no treinamento, no trabalho em equipe e na disciplina. Deste modo, a eficiência dessa filosofia está no comprometimento e no envolvimento dos gestores, pois só assim será possível reduzir as falhas existentes na linha de produção.

A metodologia demonstrada a seguir, se mostra bastante eficiente para a percepção da qualidade no processo produtivo operacional, pois está diretamente relacionada com a solução de gargalos no sistema operacional das empresas.

### 3 | SMED

Realizar um sistema de produção em lotes pequenos, tendo uma produção balanceada era uma característica que o Sistema Toyota de Produção sempre almejava, mesmo que esta maneira de produzir parecesse contrário à sabedoria convencional de se produzir (OHNO, 1997). Frente a essa nova vertente, Shigeo Shingo elaborou uma técnica que nomeou como *Single Minute Exchange of Die* (SMED) ou traduzida para o português como a Troca Rápida de Ferramentas (TRF). O conceito SMED relata que qualquer que seja a troca de ferramenta ou equipamento deve ser realizada em no máximo 9 minutos e 59 segundos, de acordo ao demonstrado no nome da metodologia “*single minute*” ou “dígito único de minuto”.

O sistema SMED tem como objetivo reduzir o tempo de preparação ou *setup* de equipamentos, minimizando períodos não produtivos no chão-de-fábrica e, conseqüentemente, aumentando a capacidade produtiva dos equipamentos. O SMED fundamenta-se em técnicas que enfatizam o trabalho cooperativo em equipe e a posição de formas criativas de melhorias de processos, gerando mudanças no processo produtivo e uma diversificação da produção em lotes menores (SHINGO, 2000).

Segundo Foroni *et al.*, (2009), o conceito fornecido pelo SMED representa o tempo mínimo necessário para preparar o equipamento e os operadores para mudar de um tipo de atividade para outra, levando em consideração o término da última peça boa de um determinado lote até a saída da primeira peça boa do lote seguinte. A utilização deste instrumento tornou-se fundamental para o aumento da diversificação

da produção em lotes menores, para a diminuição dos tempos de *setup* e o aumento da produtividade (DALCOL, 2008).

Para que a implantação do SMED seja realizada de forma eficiente, faz-se necessário a execução de um estágio preliminar e de outros três estágios para a redução do tempo de *setup* (SHINGO, 1996). A tabela 1 demonstra os estágios de implantação do SMED.

Estágio	Descrição
<b>Preliminar</b>	Consiste na coleta dos tempos de todas as atividades envolvidas no <i>setup</i> , não se distinguindo <i>setup</i> externo de interno. Para isso, propõe-se uma análise contínua da produção com o auxílio de um cronômetro. Complementarmente, para uma análise mais efetiva, pode ser utilizado o método de filmar toda operação de <i>setup</i> .
<b>Estágio 1</b>	Consiste em organizar quais são as atividades realizadas com a máquina parada (internas) e quais as exercidas quando a máquina está em funcionamento (externas). Por isso, esta etapa é dita como passaporte para atingir o SMED.
<b>Estágio 2</b>	Análise de quais <i>setups</i> internos podem ser transformados em externos. Para isso, as possíveis soluções devem ser detalhadamente examinadas, encontrando meios para esta conversão. A inovação é uma importante forma de se esquivar de ações tradicionalistas na produção.
<b>Estágio 3</b>	Promover a melhoria sistemática de cada operação básica do <i>setup</i> interno e externo, buscando a melhoria contínua. É neste estágio que se alcança a cada melhoria os menores tempos de <i>setup</i> .
<b>Estágio 4</b>	Integra a parte de procedimentos e documentação, uma vez que serão registradas em detalhes todas as atividades internas e externas, bem como os procedimentos para sua execução. Deve-se tomar cuidado com registros que variam com o tempo e, portanto, devem ser promovidos métodos de atualização.

Tabela 1 – Estágios da implantação de SMED

Fonte: Adaptado de Corrêa e Corrêa (2010)

O tempo de *setup* melhora de forma significativa a produtividade, impactando diretamente no aumento da velocidade de entrega, na minimização dos estoques e do *lead-time*. Além disso, possibilita redução nos custos de fabricação, a produção de diversos tipos de produtos em um mesmo período de trabalho e um atendimento mais rápido à demanda do mercado, proporcionando um atendimento com um nível de qualidade maior para o cliente final (SALOTO e CALARGE, 2008).

## 4 | METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada uma pesquisa para determinar a utilização da filosofia SMED como impulsionadora no processo de redução do índice de retrabalhos e de *leadtime* dos triciclos fabricados pela Empresa Ômega. Para dar início às atividades de melhorias no processo de fabricação dos produtos da Empresa Ômega, optou-se pela realização de uma reunião com os diretores e funcionários, para que todos os envolvidos nas etapas de produção pudessem dar suas opiniões quanto às possíveis formas de realizar a padronização das atividades produtivas, bem como a redução dos tempos de *leadtime* de todos os modelos de equipamentos comercializados pela organização. Assim, após a reunião que apesar da diferença nos modelos dos triciclos fabricados, o processo de pré-montagem dos equipamentos é realizada de maneira semelhante, fazendo com que seja possível reduzir o tempo de fabricação desta etapa do processo produtivo.

Entretanto, como cada equipe da linha de produção era responsável pela fabricação de uma etapa específica da pré-montagem, foi necessário realizar uma análise para identificar quais as formas de se aumentar a produtividade deste local, sem que isso afete na qualidade dos produtos fabricados pela Empresa Ômega. Em virtude deste fato, para que os resultados analisados fossem eficientes, o processo de análise da metodologia SMED ocorreu através da elaboração de um formulário semiestruturado, composto por questões abertas e fechadas, aplicados aos colaboradores que participam efetivamente do processo de fabricação dos equipamentos. Os dados secundários utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa foram obtidos através de consulta em *sites*, artigos de caráter técnico-científicos, livros, monografias, teses e dissertações de mestrado e doutorado.

As questões contidas no formulário tinham o objetivo de analisar o processo de fabricação de cada um dos modelos de triciclos, bem como os tempos e os custos gastos para a fabricação do mesmo. Além disso, o formulário também tinha a finalidade de identificar os fatores que podem influenciar na tomada de decisão dos gestores e colaboradores da organização analisada.

## 5 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base nas informações coletadas, foi desenvolvida uma proposta para a aplicação da metodologia SMED no processo de fabricação do semieixo do triciclo da Empresa Ômega. O primeiro passo relatado nesta análise foi à realização de uma reunião para que gestores e colaboradores pudessem esclarecer as informações sobre o funcionamento do triciclo e como é realizada a fabricação do semieixo da organização.

Desta forma, com base nos esclarecimentos adquiridos, foi possível definir os objetivos estratégicos para a elaboração de uma análise eficiente e que beneficiasse

tanto colaboradores como os clientes que consomem os produtos do empreendimento analisado. Para Canéz *et al.* (2000) uma análise que ocorre no setor produtivo de um empreendimento só se torna bem sucedido quando são considerados fatores que são vantajosos tanto para a organização (incluindo os colaboradores e os gestores) quanto para os clientes, pois nada adianta desenvolver um produto vantajoso para o empreendimento se os clientes não consumirem esses produtos.

Holcomb e Hitt (2007) a primeira medida a ser tomada para garantir a eficiência desta análise é a definição de uma equipe que deverá analisar todo o processo a fim de verificar todos os custos necessários para fabricar o produto internamente e quanto custará para uma empresa terceirizada fabricá-lo. Assim, foi definida a equipe que realizará o levantamento de todos os dados fundamentais para a análise de viabilizar o processo de terceirização do semieixo.

Para melhor evidenciar o desenvolvimento de qualquer atividade no contexto organizacional, é importante demonstrar todos os procedimentos necessários para se compreender a sequência lógica das atividades que o compõem (GRIMALDI & MANCUSO, 1994). Em virtude disso, a fim de realizar uma melhor análise desta metodologia, foi elaborado um mapeamento de processos que tem o objetivo de descrever as etapas essenciais para implementação da filosofia (Figura 3).

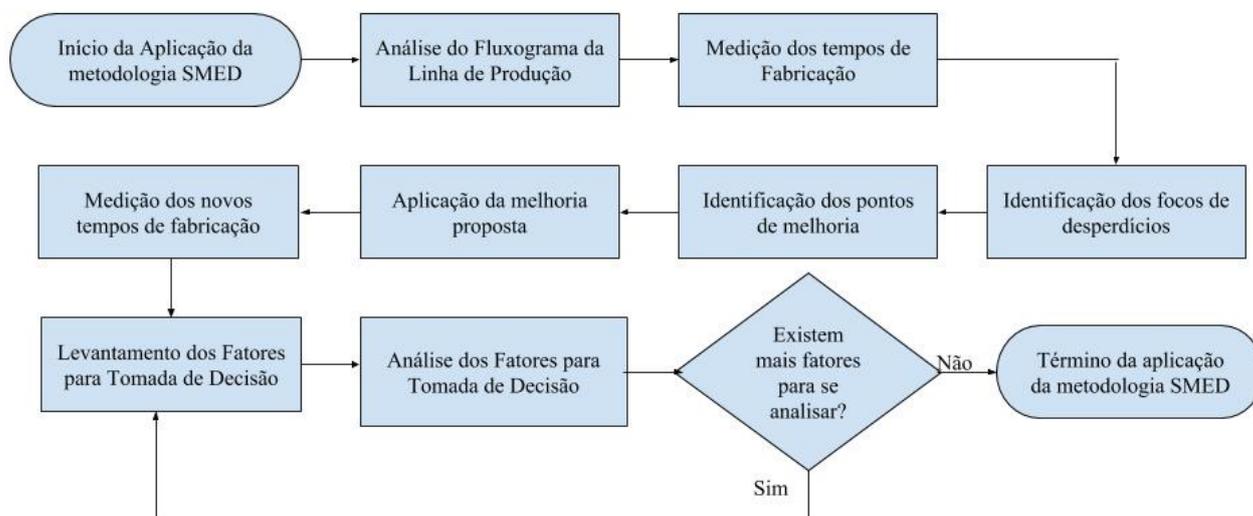


Figura 3 – Fluxograma de aplicação da metodologia SMED

O início da análise ocorre com a verificação de todo o fluxograma do processo produtivo, nesta etapa são observadas todas as atividades que dão origem ao produto final. Posteriormente, são realizadas as medições do tempo de gasto para a fabricação da peça ou equipamento identificada, neste trabalho o foco da pesquisa está no processo de fabricação do semieixo do triciclo. Na sequência, são identificados os possíveis focos de desperdício de tempo e produção, que podem de alguma forma, influenciar na entrega do produto final.

Em seguida, são realizados os pontos de melhoria que podem auxiliar na

redução dos tempos de fabricação do semieixo na linha de produção da organização, para que na etapa seguinte, seja possível aplicar as melhorias propostas por todos os envolvidos. Após esta etapa é realizado um levantamento de todos os fatores que podem auxiliar no processo de decisão quanto ao processo de fabricação. Em alguns casos, pode haver a incidência de um fator não identificado imediatamente e que, posteriormente pode ser visto como um fator que influencia no processo de decisão dos gestores. Neste caso, é realizada a criação de uma nova atividade que tem o objetivo de identificar os demais fatores e analisá-los para evidenciar uma melhoria mais eficiente e que atenda os clientes internos e externos ao empreendimento.

Desta forma, o primeiro passo executado nesta pesquisa foi definir o fluxograma da linha de produção para se produzir um triciclo (figura 4).

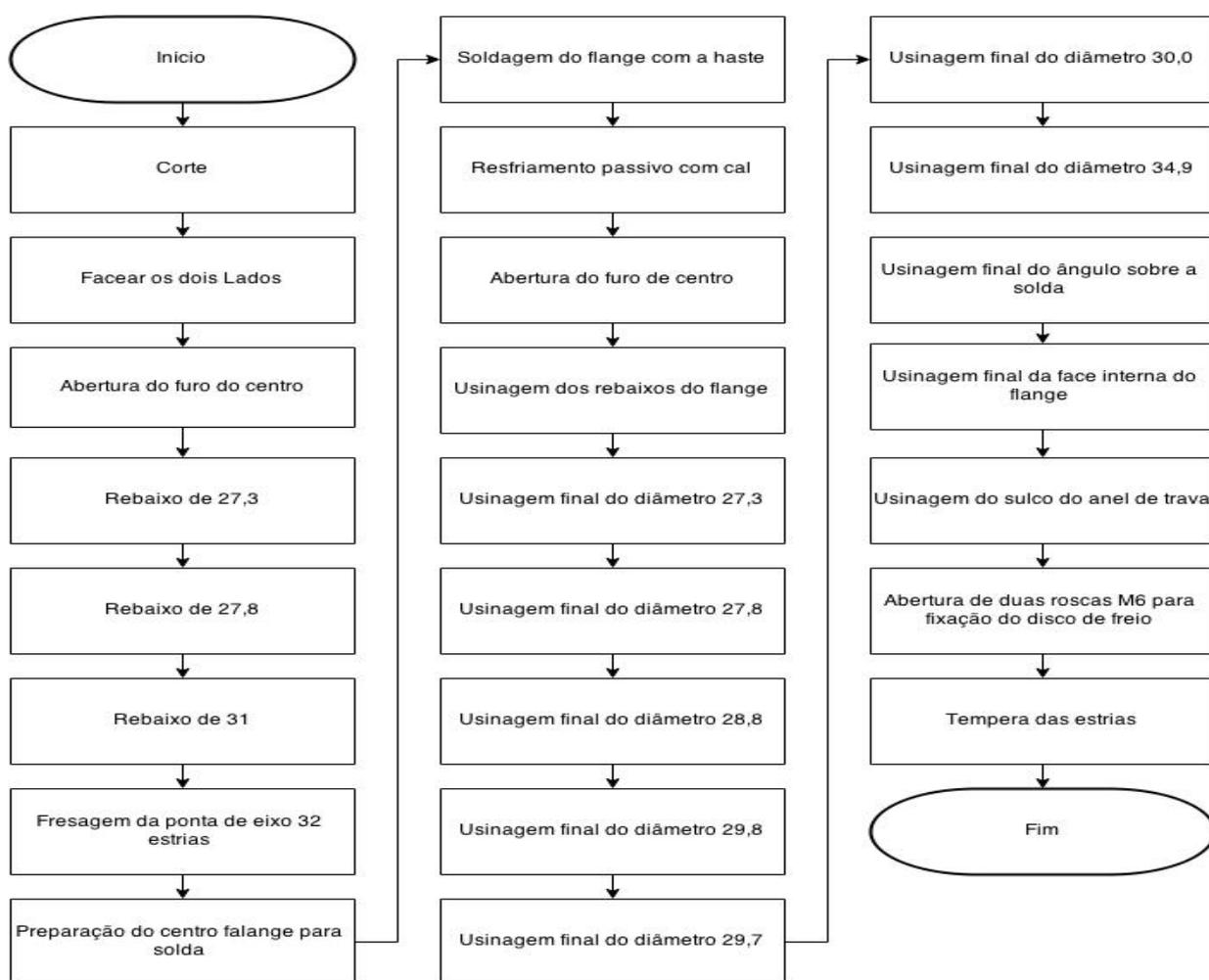


Figura 4 – Fluxograma da produção do semieixo do triciclo

Foram cronometradas todas as etapas descritas na figura 4, de modo que se pudesse evidenciar qual é o tempo necessário para se fabricar o semieixo. A tabela 2 demonstra os tempos obtidos no processo de fabricação do semieixo.

<b>Etapas de Fabricação</b>	<b>Tempo Gasto</b>
Corte	00:02:30
Facear dois lados	00:01:22
Abertura do furo de centro	00:00:49
Rebaixamento de 27,3	00:03:33
Rebaixamento de 27,8	
Rebaixamento de 31 comprimento com 150 a partir da face	00:00:57
<b>Fresagem da ponta de eixo 32 estrias</b>	<b>00:12:12</b>
Usinagem de preparação do centro do flange para solda 35 para 55 com 5 mm de profundidade	00:05:30
<b>Soldagem do flange com a haste</b>	<b>00:15:41</b>
Resfriamento passivo com cal	12:00:00
Abertura do furo de centro	03:00:39
<b>Usinagem dos rebaixos do flange</b>	<b>00:17:19</b>
Usinagem final dos diâmetros 27,3	00:02:56
Usinagem final dos diâmetros 27,8	00:01:28
Usinagem final dos diâmetros 28,8	00:01:05
Usinagem final dos diâmetros 29,7	00:00:39
Usinagem final dos diâmetros 30,0	00:03:36
Usinagem, final dos diâmetros 34,9	00:02:40
<b>Usinagem final do ângulo sobre a solda</b>	<b>00:11:22</b>
<b>Usinagem final da face interna do flange</b>	<b>00:22:52</b>
Abertura de duas roscas M6 fixação do disco de freio	00:01:45
Têmpera das estrias	00:04:13
<b>Tempo total de usinagem</b>	<b>01:44:50</b>
<b>Tempo total de soldagem</b>	<b>00:16:41</b>
<b>Tempo total de resfriamento</b>	<b>12:00:00</b>
<b>Tempo total</b>	<b>13:56:31</b>

Tabela 2 – Etapas de Fabricação do semieixo

Após a medição de todas as etapas do processo de usinagem do semiesixo, foi possível destacar que algumas etapas do processo produtivo demandavam um tempo superior aos 09:59 propostos pela metodologia SMED (etapas marcadas de amarelo). A etapa referente ao “Resfriamento passivo com cal” e a “Abertura do furo de centro” não foram demarcadas como pontos de melhoria porque estas etapas dependem de máquinas específicas que têm um tempo de funcionamento para que possa dar sequência às demais atividades do processo de fabricação do semieixo.

Então para estas etapas foi realizado um monitoramento quanto a sua execução para identificar formas de reduzir o tempo de processamento. Foi identificado através de observações e entrevistas informais que a falta um treinamento correto dos

colaboradores poderia ser um fator que influenciava na execução dessas atividades, além disso, em um *benchmarking* realizado com uma empresa com atividades similares a estas, foi possível identificar que o tempo dessas atividades era muito diferente e que os colaboradores da Empresa Beta (empresa utilizada que forneceu os indicadores para análise do *benchmarking*) consolidou um treinamento e determinou uma função específico para cada colaborador desempenhar, o que não ocorria na Empresa Ômega, já que um colaborador desempenhava uma série de funções distintas.

Desta maneira, com base nas informações evidenciadas através do *benchmarking* fornecido pela Empresa Beta, foi possível estabelecer alguns pontos de melhoria que foram essenciais para a redução do tempo de execução das atividades descritas na figura 4: a primeira atividade desenvolvida, foi a realização de uma parceria com as empresas que vendiam e prestavam as manutenções das máquinas adquiridas pela Empresa Ômega, através desta parceria todos os colaboradores são treinados para exercer sua função, juntamente com a máquina necessária para executá-la.

Além disso, foi definido um planejamento de cargos e salários para cada colaborador, desta forma com a especificação de cada função e seu salário, os colaboradores estarão mais motivados em desempenhar suas atividades, já que não ficarão sobrecarregados e terão um salário que os impulsionará a se dedicar mais em suas atividades, pois além do salário fixo haverá uma comissão mensal e anual sobre o percentual de vendas da empresa.

Outro melhoria evidenciada na organização foi a realização de um 5S para auxiliar na organização e monitoramento dos itens que são necessários para cada colaborador, como o colaboradores não tinham uma função fixa, era comum um colaborador levar uma determinada peça para outra máquina e depois havia a perda de tempo para a procura da peça para dar segmento ao processo produtivo e com a realização do planejamento de cargos e salários este fato não ocorreria mais, pois cada colaborador tem sua atividade específica e não necessita ficar transitando ao longo do chão de fábrica da empresa evidenciada.

Assim, após a realização de todas as melhorias realizadas na Empresa Ômega, foi realizada uma nova cronometragem para evidenciar se houve uma melhora no tempo de fabricação do semieixo. A tabela 3 demonstra os tempos obtidos.

<b>Etapas de Fabricação</b>	<b>Tempo Gasto</b>
Corte	00:01:30
Facear dois lados	00:00:46
Abertura do furo de centro	00:00:49
Rebaixamento de 27,3	00:03:33
Rebaixamento de 27,8	
Rebaixamento de 31 comprimento com 150 a partir da face	00:00:57
Fresagem da ponta de eixo 32 estrias	00:07:12

Usinagem de preparação do centro do flange para solda 35 para 55 com 5 mm de profundidade	00:03:30
<b>Soldagem do flange com a haste</b>	<b>00:07:41</b>
Resfriamento passivo com cal	12:00:00
Abertura do furo de centro	03:00:39
<b>Usinagem dos rebaixos do flange</b>	<b>00:08:19</b>
Usinagem final dos diâmetros 27,3	00:01:56
Usinagem final dos diâmetros 27,8	00:01:28
Usinagem final dos diâmetros 28,8	00:01:05
Usinagem final dos diâmetros 29,7	00:00:39
Usinagem final dos diâmetros 30,0	00:03:36
Usinagem, final dos diâmetros 34,9	00:02:40
<b>Usinagem final do ângulo sobre a solda</b>	<b>00:05:22</b>
<b>Usinagem final da face interna do flange</b>	<b>00:07:52</b>
Abertura de duas roscas M6 fixação do disco de freio	00:01:45
Têmpera das estrias	00:04:13
<b>Tempo total de usinagem</b>	<b>01:11:50</b>
<b>Tempo total de soldagem</b>	<b>00:08:41</b>
<b>Tempo total de resfriamento</b>	<b>12:00:00</b>
<b>Tempo total</b>	<b>13:15:31</b>

Tabela 3 – Etapas de Fabricação do semieixo depois da melhoria

Através da tabela 2, foi possível evidenciar que houve uma redução significativa no tempo de fabricação dos semieixos e as diretrizes estipuladas pela metodologia SMED foram estabelecidas, já que todas as etapas do processo produtivo tiraram um tempo de 01 (um) dígito na casa dos minutos, ou seja, todos os tempos foram inferiores a 09:59min.

Além disso, foram realizadas algumas comparações quanto aos tempos totais nos processos de usinagem e soldagem evidenciados nas tabelas 1 e 2, conforme é demonstrado na tabela 4.

Fatores Analisados	Tempos Iniciais	Tempos Finais	Percentual Reduzido (%)
<b>Tempo de Usinagem</b>	01:40:50	01:11:50	28,76
<b>Tempo de Soldagem</b>	00:16:41	00:08:41	47,95

Tabela 4 – Etapas de Fabricação do semieixo depois da melhoria

Foi possível evidenciar que houve uma redução satisfatória nos dois setores, já que no processo de usinagem houve uma redução de 28,76% e no processo de soldagem houve uma redução de 47,95%. Além disso, é possível dizer que houve uma redução indireta em outras atividades não analisadas, pois como os colaboradores estavam mais motivados em desempenhar sua função, eles desempenhavam suas

atividades de forma mais eficiente e com menor índice de retrabalho.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desta pesquisa foi possível analisar que a metodologia SMED pode ser identificada como uma ferramenta que mostra ser eficiente principalmente para o atual ambiente competitivo, já que possibilita a redução do tempo de troca de ferramenta nas indústrias, além de minimizar a complexidade nos processos de manufatura e auxilia na tomar decisões quanto a uma demanda imprevisível.

Na empresa Ômega, a utilização das metodologias SMED possibilitou a padronização das peças utilizadas no processo de fabricação dos modelos de triciclos, proporcionando uma resposta ágil às mudanças de projeção de demanda, além de possibilitar um melhor direcionamento quanto a utilização da matéria prima e reduzir o risco de falta de matéria prima na linha de produção. Foi possível relatar também que com esta nova metodologia os funcionários estão mais preparados para a inserção de estratégias que favoreçam uma melhoria no ambiente de trabalho e um aumento na qualidade dos produtos oferecidos aos seus consumidores.

## REFERÊNCIAS

- ALSTRUP, L. Coaching continuous improvement in small enterprises. **Integrated Manufacturing Systems**. V. 11, n. 3, p. 165-170, 2000.
- BLACK, J. T. **O Projeto da Fábrica com Futuro**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- CANEZ, L.E.; PROBERT, D.; PLATTZ, K. Developing a framework for make-or-buy decisions. **International Journal of Operations and Productions Management**. Bradford: vol. 20, issue 11, p. 1313. 2000.
- CONTE, Antônio Lázaro; DURSKI, Gislene Regina. Qualidade. In: MENDES, Judas Tadeu Grassi. **Gestão empresarial**. Curitiba: Editora Gazeta do Povo, 2002.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração da produção e operações**: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- FORONI, C. D.; *et al.* Estudo de caso da Metodologia SMED em uma empresa francesa do setor alimentício. In: **XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)**. Salvador. BA, 2009.
- GIL, Antônio Carlos. **Técnicas de pesquisa em economia e elaboração de monografias**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GRIMALDI, R. e MANCUSO, J.H. **Qualidade Total**. Folha de SP e Sebrae, 6º e 7º fascículos, 1994.
- HOLCOMB, T. R.; HITT, M. A. Toward a model of strategic outsourcing. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 2, p. 464-481, 2007.

- HRAQDESKY, J. **Aperfeiçoamento da qualidade e produtividade**. São Paulo: Makron Books, 1997.
- IMAI, M. **Gembra Kaizen**: a commonsense, low cost approach to management. New York: McGraw-Hill, 1997.
- LEAN INSTITUTE BRASIL. **Lean na Manufatura**. 2012. Disponível em: < <http://www.lean.org.br/>>. Acesso em 04 mar. 2017.
- MAHDIRAJI, H.A., ARABZADEH M. & GHAFFARI, R. **Supply chain quality management**. **Growing Science** Ltda., p. 2463-2472, 2012.
- MCINTOSH, R. *et al.* Changeover improvement: Reinterpreting Shingo's "SMED" methodology. **IEEE Transactions on Engineering Management**, Vol. 54 (1), p. 98-111. 2007.
- MONTEGOMERY, D.C. **Introduction to statistical quality control**. 3ª ed. Nova York: Wiley, 1996.
- MOREIRA, J. P. S. *et al.* Implantação das Metodologias MASP e 5S no almoxarifado de uma indústria de sidecar. In: **XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Fortaleza/CE. 2015.
- MOURA, E. **As Sete Ferramentas Gerenciais da Qualidade**: Implementando a melhoria contínua com maior eficácia. São Paulo: Makron Books, 1994.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de produção**. São Paulo: Artes Médicas, 1997.
- OLIVEIRA, C. S. **Aplicação de Técnicas de Simulação em Projetos de Manufatura Enxuta**. Universidade Federal de Minas Gerais, Estudos Tecnológicos, v. 4, n. 3, p. 204-217, 2008.
- PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade**: teoria e pratica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- RAMPAZZO, L. **Metodologia científica**. São Paulo: ed. Loyola, 2005.
- RIBEIRO, Haroldo. **5S**: A Base para a Qualidade Total. Salvador, BA: Casa da Qualidade, 1994.
- SHINGO, S. **O Sistema de Troca Rápida de Ferramentas**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2000.
- SHONBERGER, R. **Japanese Manufacturing Techniques**: Nine Hidden Lessons in Simplicity. New York: Free Press, 1982.
- SILVA, A. L.; RENTES, A. F. Tornando o layout enxuto com base no conceito de mini-fábricas num ambiente de multi-produtos: um estudo de caso. **XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2002.
- TIDD, Joe *et al.* **Gestão da Inovação**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- WOMACK, J.P.; *et al.* **A máquina que mudou o mundo**. 11.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.
- YUSUF, Y. Y.; ADELEYE, E. O. A comparative study of lean and agile manufacturing with a related survey of practices in the UK. **International Journal of Production Research**, v. 40, n. 17, p. 4545-4562, 2002.

## ESTUDO PARA IMPLANTAÇÃO DO *LEAN MANUFACTURING* EM EMPRESA DE PEQUENO PORTE

**Tatiana Raposo de Paiva Cury**

Fundação Oswaldo Aranha (UniFOA)

Volta Redonda – Rio de Janeiro

**Francine Pamponet Pereira**

Fundação Oswaldo Aranha (UniFOA)

Volta Redonda – Rio de Janeiro

**RESUMO:** O cenário de competitividade das organizações contribui para que estas se empenhem em adotar ferramentas que incitem à lucratividade, aliadas ao aumento da satisfação de clientes e à sustentabilidade do negócio. Para tanto, é imprescindível o estabelecimento de estruturas organizacionais mais enxutas e flexíveis, vinculadas à redução de custos via eliminação de perdas. O Sistema Lean é reconhecido como um modelo de gestão que se tornou referência em eficácia e competitividade quando se trata da eliminação de desperdícios. Sendo assim, este estudo tem como objetivo avaliar o emprego da filosofia, técnicas e ferramentas do sistema em uma empresa de pequeno porte para que aumente a eficácia e reduza os custos. Com base em um roteiro de pesquisa elaborado a partir de metodologias e ferramentas tais como PDCA, 5S, diagrama de Ishikawa, 5W1H, Relatório A3 e Árvore de Causas, usadas como referências para implantação do sistema, foram realizadas visitas e coleta de dados com o intuito de inseri-las na

área de manutenção da empresa. Os resultados demonstram que com a introdução do Lean no setor obteve-se uma redução significativa no tempo de execução das atividades, aumentando a eficiência do setor e redução dos custos de manutenção, proporcionando assim aumento na lucratividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lean Manufacturing; Melhora Contínua; Ferramentas da Qualidade

**ABSTRACT:** The competitive landscape of organizations contributes to their commitment to adopt tools that encourage profitability, coupled with increased customer satisfaction and business sustainability. For this, it is essential to establish leaner and more flexible organizational structures, linked to cost reduction through elimination of losses. The Lean System is recognized as a management model that has become a benchmark in efficiency and competitiveness when it comes to waste disposal. Thus, this study aims to evaluate the use of system philosophy, techniques and tools in a small business to increase efficiency and reduce costs. Based on a research road map drawn from methodologies and tools such as PDCA, 5S, Ishikawa diagram, 5W1H, A3 Report and Tree of Causes, used as references for system implementation, visits and data collection were carried out with the to insert them in the maintenance area of the company.

The results show that with the introduction of Lean in the sector, a significant reduction in the execution time of the activities was achieved, increasing the efficiency of the sector and reducing maintenance costs, thus increasing profitability.

**KEYWORDS:** Lean Manufacturing; Continuous Improvement; Quality tools

## 1 | INTRODUÇÃO

O sucesso do Sistema Toyota de Produção, criado por Taichii Ohno em meados de 1960, fez com que muitas organizações procurassem utilizar seu modelo ou ações como referência. O *Lean Manufacturing* surgiu a partir dessa ideia e busca uma melhor qualidade para todo o sistema, reduzindo o desperdício, o custo, o *lead time* e o aumento da rentabilidade e da eficácia no atendimento ao cliente (SANTOS, 2009).

O sistema *Lean* pode ser adotado por organizações de qualquer setor, entretanto é relevante levar em consideração alguns aspectos primordiais para o sucesso, como o comprometimento da alta direção, a disciplina e comprometimento do corpo funcional, a flexibilidade para o realinhamento da cultura da organização e o entendimento adequado do pensamento.

O presente Estudo de Caso foi realizado no município de Volta Redonda/RJ na empresa KF Brasil Locação de Equipamentos LTDA ME, onde entre as suas atividades principais está a locação de karts para recreação. O foco do trabalho foi na área de manutenção, onde os colaboradores, após conscientização, adotarão novas práticas laborais por meio da ferramenta *Lean*, que deverão ser aplicadas de forma contínua.

O trabalho se justifica devido a necessidade de buscar melhorias contínuas para a empresa, sendo que os dados foram colhidos diretamente no setor através de visitas técnicas, evidenciando a presença de grandes desperdícios e alto custo com mão de obra e retrabalhos. O objetivo geral do presente estudo foi detectar os problemas que mais afetam as atividades desenvolvidas no setor de manutenção da empresa em questão, bem como propor aplicação de algumas ferramentas que atendam as necessidades da mesma para acompanhamento das rotinas e custos operacionais.

Dentre os objetivos específicos estão padronizar e organizar o setor de manutenção com a introdução da cultura do 5S; Reduzir os custos gerados pela quebra das embreagens na categoria 6.5 HP; buscar uma solução para eliminar os problemas ergonômicos gerados no momento da manutenção, reduzindo riscos de doenças ocupacionais e tempos e movimentos das atividades e; utilizar algumas ferramentas de qualidade tais como: PDCA, Diagrama de Ishikawa, Análise dos 5 “Por quês”, 5W1H, Relatório A3 e Árvore de causas, e propor uma nova cultura, de maneira consciente de acordo com as reais necessidades da empresa.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizado um estudo bibliográfico do assunto proposto, com pesquisas à livros, teses, dissertações, artigos, Internet e/ou utilização de outros recursos. Paralelamente à revisão bibliográfica, foi acompanhado diretamente na empresa em que será realizado o estudo de caso, o andamento do

*Lean Manufacturing*. Dados foram observados e coletados para, posteriormente, serem analisados e, de alguma forma, demonstrados os resultados obtidos.

## 2 | REVISÃO TEÓRICA

### 2.1 Conceitos e ferramentas aplicados com a metodologia *Lean*

O termo *Lean*, traduzido do inglês como enxuto, foi criado pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) na década de 80. Segundo Rago (2003), o *Lean Manufacturing* é uma filosofia que permite processos flexíveis, produção ao menor custo e redução das perdas. Nesse sentido, foram relacionados sete grandes grupos potenciais de ocorrência de desperdício, são eles:

- **Superprodução:** é fazer o que não é necessário, quando não é necessário e em quantidades desnecessárias;
- **Espera:** está associado ao tempo ocioso da mão de obra, peças ou equipamentos;
- **Transporte:** é um desperdício causado por layouts mal projetados, gerando desperdício com movimentação desnecessária de peças, estoques e equipamentos;
- **Processo:** procedimentos e atividades desnecessárias ou superdimensionadas, utilização de equipamentos dimensionados de forma inadequada e contratação de mão de obra não especializada;
- **Estoque:** é causado pela estocagem de peças ou produtos em quantidades superiores ao indispensável;
- **Movimentação:** são movimentos desnecessários por parte dos operadores, devido ao layout das próprias empresas, defeitos, reprocessamento, superprodução, localização dos equipamentos e aspectos ergonômicos dos equipamentos;
- **Defeitos:** produtos e ou serviços com baixa qualidade que não atendem às especificações dos clientes, gerando assim um retrabalho ou refugo.

Uma das principais funções dos gerentes é encontrar uma maneira de resolver os problemas que surgem no cotidiano de uma organização. Escolher a técnica correta para resolução desses problemas é um ponto fundamental na engenharia, quando se deseja a melhoria do processo. Dentre as ferramentas para solução de problemas pode-se citar:

1. PDCA: uma ferramenta simples, mas que descreve de uma forma eficaz como a melhoria contínua deve ser implementada, ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*). O ciclo PDCA é utilizado para começar, acompanhar e rever a ação de melhoria conforme figura 6 (WERKEMA, 2012);
2. Relatório A3: É uma ferramenta eficaz de informação, utilizada para concentrar, de maneira simples, todas as informações relevantes, com histórico, início, meio e fim da análise, e com a solução de problemas, status,

projetos de mudança, plano de ação, dentre outros (RODRIGUES, 2014).;

3. 5W1H: Trata-se de uma ferramenta que permite determinar quais ações deverão ser tomadas, além de possibilitar uma análise sobre a forma que os recursos serão alocados. Tendo um plano de ação definido, é possível enxergar os pontos que deverão ter prioridade no sentido de conduzir o trabalho de uma forma mais organizada (ROSSATO, 1996);
4. Ishikawa: tem como objetivo encontrar os fatores que causam um efeito negativo no processo, demonstrando a relação existente entre o resultado do processo (efeito) e os fatores do processo (causas). As causas são divididas em seis famílias: máquina, método, meio ambiente, matéria-prima, materiais e mão-de-obra (CAMPOS, 2004);
5. Análise de causas: de acordo com Toledo *et.al* (2013) a análise de causa raiz consiste na investigação do problema e identificação da(s) sua(s) causa(s) raiz(es) para posterior tomada de ações corretivas,
6. Metodologia 5S: a implementação desta ferramenta contribui para desenvolver procedimentos e normas de execução, assegurando que a ordem será mantida, facilitando o processo de melhoria contínua e tornando o que não é necessário mais visível. Tem como objetivo proporcionar uma mudança de cultura por meio de um processo educativo composto por cinco sentidos, são eles: Seiri (classificar), Seiton (organizar), Seiso (limpar), Seiketsu (padronizar) e Shitsuke (disciplinar) (PEREIRA, 2010).

## 2.2 Ergonomia e sua relação com o *Lean*

Todo processo produtivo é realizado com a participação conjunta de diversos parceiros, cada qual contribuindo com algum recurso. Os empregados contribuem com seus conhecimentos, capacidades e habilidades. Nesse contexto, adquirem importância para as organizações as condições de trabalho oferecidas ao trabalhador. É inegável, portanto, a relação de causa e efeito entre o ambiente de trabalho, o modo de organização da produção e a saúde do trabalhador (MONTEIRO; GOMES, 1998).

A Ergonomia pretende maximizar a eficiência dos recursos humanos, assegurando a sua segurança, minimizando a exposição a fatores de risco por falta de adequação ergonômica e obter um programa de melhoria contínua na fase inicial de qualquer atividade de concepção, ou quando ocorrem alterações no fluxo de produtos ou processos (SMYTH, 2003).

Por outro lado, a implementação de paradigmas de produção, como a produção *Lean*, que reduzem os tempos de ciclo de trabalho e intensificam a variedade de tarefas, há uma tendência a aumentar a tensão fisiológica e psicológica dos colaboradores. Deste modo, para evitar problemas de saúde e de segurança para os colaboradores e custos para as organizações, devidos ao aumento de erros, à perda de produtividade, ao aumento do absentismo ou a indenização aos colaboradores, torna-se fundamental a integração da ergonomia com os princípios *Lean* (NUNES; MACHADO, 2007).

### 3 | ESTUDO DE CASO

A empresa KF Brasil Locação de Equipamentos LTDA ME, ora em estudo, popularmente chamada de Kartódromo Internacional de Volta Redonda foi inaugurada no ano de 1966, no bairro Aero Clube, no município de Volta Redonda, Estado do Rio de Janeiro.

O Kartódromo atualmente funciona com 32 colaboradores distribuídos em todos os setores. Possui uma grande infraestrutura, equipada com banheiros, restaurante, recepção, loja de peças, e uma área de manutenção dos karts, que é o foco do presente estudo.

Sua frota é composta por um total de 100 *karts*, sendo 6 *karts* 5,5 HP para crianças acima de 8 anos, 20 *karts* de 6,5 HP para pilotos principiantes, 30 *karts* 13 HP para pilotos experientes e 44 *karts* F13 para equipes de competição profissional e pilotos experientes em *karts* 13 HP.

A ausência de uma rotina de trabalho, a falta de uma padronização nos serviços realizados, a falta de organização e falta de conhecimento dos colaboradores, eram os principais fatores que contribuíam para que ocorresse um grande número de desperdícios e retrabalho, fazendo com que a necessidade de mudanças e melhorias fosse cada vez maior.

Durante toda implantação do *Lean* foi utilizado o ciclo PDCA como base para planejar uma proposta de melhorias no referido setor. Para tanto, seguiu-se os seguintes passos:

- a. Planejar (P) – Identificação e análise dos problemas;
- b. Fazer (D) – Melhorias aplicadas;
- c. Checar (C) – Verificação dos resultados obtidos.

O primeiro passo para se identificar o problema foi compreender como o processo funciona, em seguida, descreveu-se o processo de manutenção das frotas.

Descrição das etapas:

1. Primeira etapa: os karts são separados para manutenção, esta separação é realizada durante a semana de acordo com a categoria. Os *Karts* de 5,5 HP são levados para a manutenção conforme a demanda, *karts* de 6,5 HP são levados às terças, 13 HP às quartas e F13 de quinta à domingo;
2. Segunda etapa: faz-se uma análise dos pneus, correntes, embreagem, freio e outros pequenos defeitos decorrentes do uso contínuo da frota;
3. Terceira etapa: Os *karts* são levantados, colocados em um carrinho para que seja realizada se a manutenção da frota, que é feita tanto para corrigir problemas existentes como para prevenir a ocorrência de outros problemas. O padrão de serviços deve ser repassado com frequência, para que os colaboradores não percam o foco do ciclo de operação da tarefa a ser realizada;
4. Quarta etapa: *Karts* revisados são disponibilizados para uso.

5. Quinta etapa (ocorre somente em dias de corrida): Os pneus dos *karts* são calibrados antes de serem levados para a pista.
6. Sexta etapa (ocorre somente em dias de competição): Após revisão e calibragem dos pneus, os *karts* são levados para pesagem.

Após conhecer as etapas do processo, constatou-se a existência de problemas relacionados ao excesso de movimentação de pessoas e materiais, grande número de desperdícios e retrabalhos, qualidade da manutenção realizada na frota e ergonomia no posto de trabalho. Cada um dos problemas será descrito a seguir.

#### 4 | 1º IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS:

Após conhecer as etapas do processo, constatou-se a existência de problemas relacionados a falta de organização e padronização do setor, condições ergonômicas desfavoráveis e alto índice de retrabalho devido às folgas excessivas nos eixos dos motores dos *karts* de 6,5 HP. Para tanto, foi utilizada a ferramenta de qualidade Análise de causas para a identificação das causas raízes dos problemas, conforme figura 1



Figura 1: Análise de causas dos problemas relacionados ao setor de manutenção.

Fonte: Elaborado pelos autores

##### 1. Falta de organização e padronização do setor

A falta de organização e padronização faziam com que as atividades de procurar pneus, peças e ferramentas levassem um tempo superior ao desejado para serem executadas, causando excesso de movimentação dos colaboradores e dos materiais, proporcionando atrasos na manutenção, queda na produtividade, falta de motivação e conseqüentemente, prejuízos para empresa. Nas figuras 2a, 2b, 2c e 2d ilustra-se como era a organização do setor de manutenção.



Figura 2: a) Oficina da área de manutenção; b) Depósito de materiais; c) Sala de motores; d) Local de descarte do lixo. Fonte: Elaborado pelos autores

No quadro 1 pode-se observar o tempo gasto pelos colaboradores na execução das atividades e qual era o custo HH/ano para a empresa.

Atividades	Tempo médio	Custo HH/ano
Procurar Ferramentas	00:02:10	R\$ 5.165,16
Procurar Peças no estoque	00:04:25	R\$ 5.226,65
Procurar Pneu	00:03:35	R\$ 2.471,89
Total	00:10:10	R\$ 12.863,71

Quadro 1: Tempo médio de execução das atividades e custo HH/ano antes da melhoria referente à organização e padronização do setor. Fonte: Elaborado pelos autores

## 2. Condições ergonômicas desfavoráveis

No processo de manutenção foram identificados problemas relacionados à ergonomia, que devem ser eliminados, uma vez que esta visa reduzir consequências nocivas sobre o trabalhador geradas por atividades do sistema produtivo e contribui para o alcance da segurança, satisfação e saúde dos trabalhadores.

Para realização da pesagem dos karts, que pesam em torno de 135 kg, eram necessários três colaboradores, pois a balança não se encontrava no nível adequado e havia então a necessidade de levantar o kart para pesá-lo. Quanto à manutenção dos karts também eram necessários três colaboradores, para subir o kart para serem realizadas as atividades, e depois para descer o mesmo ao finalizar as atividades.

Em ambas as atividades citadas não era possível realizar a manutenção dos

karts no período da noite, pois ficava apenas um funcionário de plantão no setor. Logo, para serem executadas era necessário esperar dois funcionários de outro setor terem tempo de auxiliar na realização das tarefas.

A calibragem dos pneus também colaborava para a queda de produtividade do setor e para o risco de doenças ocupacionais, já o *kart* ficava no chão e o colaborador era obrigado a ficar abaixado para calibrar o pneu, e repetia essa atividade quatro vezes para cada *kart*.

Apesar de não ter sido feito nenhum estudo ergonômico, a relação direta entre a falta de uma ergonomia adequada e a queda na produtividade é comprovada pela literatura. No quadro 2 é detalhado o tempo que os colaboradores levavam para realização das atividades.

Atividades	Tempo médio
Levantar e descer o kart	00:10:05
Pesagem	00:00:50
Calibrar Pneu	00:02:30
Manutenção noturna	00:30:00
Total	00:43:25

Quadro 2: Tempo de execução das atividades antes da melhoria referente às condições ergonômicas. Fonte: Elaborado pelos autores

Na figura 3a, 3b e 3c são ilustradas as condições ergonômicas antes apresentadas.



Figura 3: a) balança para pesagem dos karts; b) Atividade de subir/descer os karts para manutenção; c) Posição para calibragem dos pneus. Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3. Alto índice de retrabalho

Os karts de 6,5 HP são um dos mais utilizados pelo público do Kartódromo Internacional de Volta Redonda. Essa categoria é utilizada por pilotos principiantes, ou seja, que não tem experiência em pilotar karts.

Devido a grande frequência de locações e a manutenção realizada de forma inadequada, os eixos dos motores estavam apresentando uma folga crescente, ocasionando a quebra das embreagens e sendo necessária a troca das mesmas.

Este problema trazia um alto custo mensal para empresa, pois em uma frota





Figura 5: a) Pintura do Box oficina; b) Padronização do Box oficina; c) Padronização do depósito de materiais; d) Criação de descarte adequado para o lixo; e) Padronização do quadro de ferramentas. Fonte: Elaborado pelos autores.

No quadro 3 encontra-se detalhado o tempo de execução das atividades após a implantação do 5S e o custo HH/ano.

Atividades	Tempo médio	Custo HH/ano
Procurar ferramentas	00:00:10	R\$ 307,45
Procurar peças no estoque	00:00:25	R\$ 384,31
Procurar pneu	00:00:35	R\$ 322,82
Total	00:01:10	R\$ 1.014,59

Quadro 3: Tempo médio de execução das atividades e custo HH/ano após implantação do 5S.

Fonte: Elaborado pelos autores

## 2. Falta de ergonomia adequada

Do ponto de vista ergonômico, os principais critérios são postura e o esforço exigido dos colaboradores. Conforme já mencionado, os colaboradores não adotavam posturas adequadas na execução das atividades de pesagem dos karts e calibragem dos pneus, e também esforço excessivo na atividade de levantar e descer os karts para colocar/retirar do carrinho de manutenção.

É de responsabilidade da administração do estabelecimento verificar a adaptação dos postos de trabalho às regras ergonômicas, que visam oferecer ao colaborador mobiliário, equipamentos e condições ambientais adequados à eficiente atividade laborativa. Para tanto, foram adquiridos dispositivos que proporcionam condições

ergonômicas favoráveis e, conseqüentemente, aumentam a produtividade. Na figura 6 são ilustradas as melhorias aplicadas.

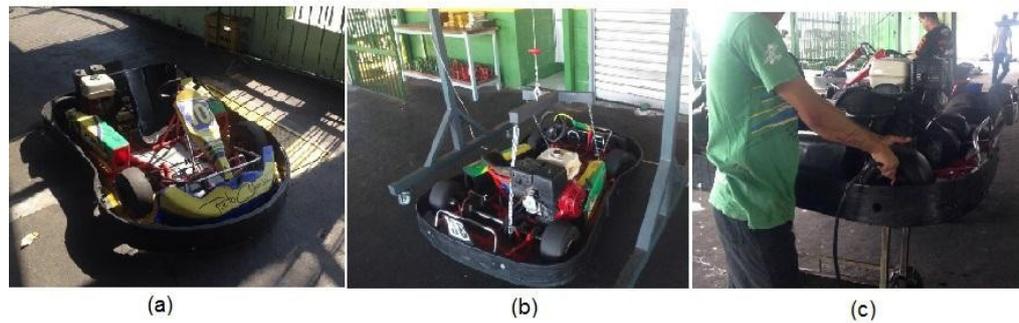


Figura 6: a) Balança plana para pesagem dos karts; b) Talha elétrica desenvolvida para subir/descer os karts; c) Nova posição de calibragem dos pneus.

Fonte: Elaborado pelos autores

No quadro 4 fica explicitado o tempo de execução das atividades após aquisição de novos equipamentos.

<b>Atividades</b>	<b>Tempo médio</b>
Levantar e descer o kart	00:03:08
Pesagem	00:00:10
Calibrar Pneu	00:01:10
Manutenção noturna	00:03:08
<b>Total</b>	<b>00:07:36</b>

Quadro 4: Tempo médio de execução das atividades após aquisição de novos dispositivos.

Fonte: Elaborado pelos autores

### 3. Ação para redução de retrabalhos

Após análise de relatório A3 e análise de causas, foi observado que a causa do problema era a folga excessiva no eixo do motor. As possíveis soluções para o problema eram: manter a troca mensal das embreagens quebradas devido à folga, comprar novos eixos ou retificá-los.

Estudando o custo/benefício das três possíveis soluções, optou-se pela retificação do eixo, pois o mesmo se mantém uniforme, apresenta maior facilidade na troca da chaveta da embreagem, a diferença de desempenho entre o eixo novo e retificado é pequena e custo benefício do eixo retificado é consideravelmente menor.

Com o eixo retificado e o problema solucionado, não houve mais quebra de embreagens devido a este fator, diminuindo drasticamente o gasto com esse tipo de manutenção.

## 6 | RESULTADOS

Um dos ganhos com a implantação do 5S foi o aumento da produtividade dos colaboradores. As atividades de procurar peças no estoque, ferramentas e pneus são executadas, em média, 60 vezes ao dia, e antes do uso dessa metodologia, as mesmas tinham um alto tempo de execução.

Pode-se observar na figura 7 o estudo do tempo de execução das atividades antes e depois da implantação do 5S, o que proporcionou um ganho de nove minutos, ou seja, uma redução de 90% no tempo gasto para execução das atividades.

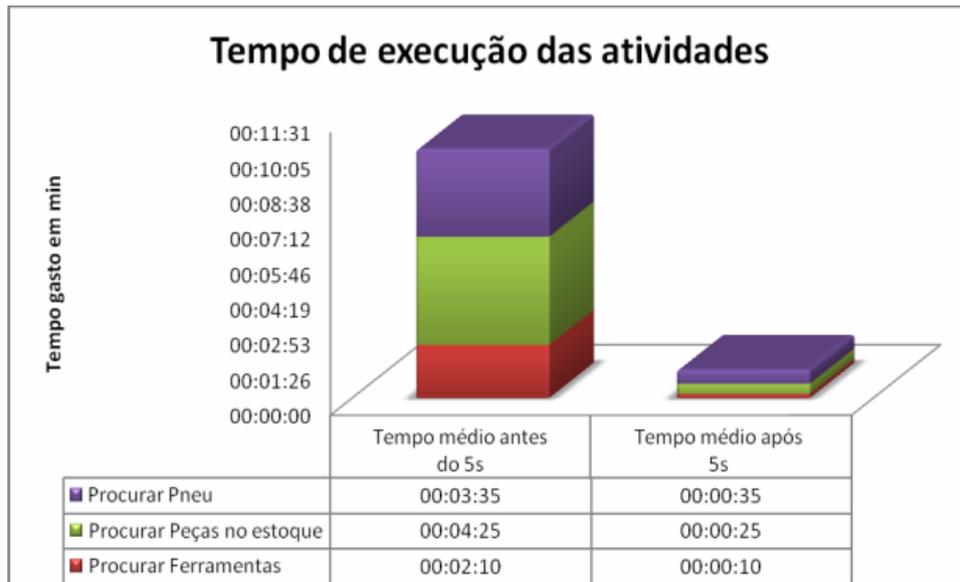


Figura 7: Produtividade antes e depois do 5S.

Fonte: Elaborado pelos autores

Na figura 8 observa-se o quanto era gasto homem/hora nas atividades do setor de manutenção, antes e depois da organização e padronização da área. Para esses resultados foi realizado um investimento único de R\$ 10.000,00 para compra de materiais e obteve-se uma economia de R\$ 11.849,12 por ano.

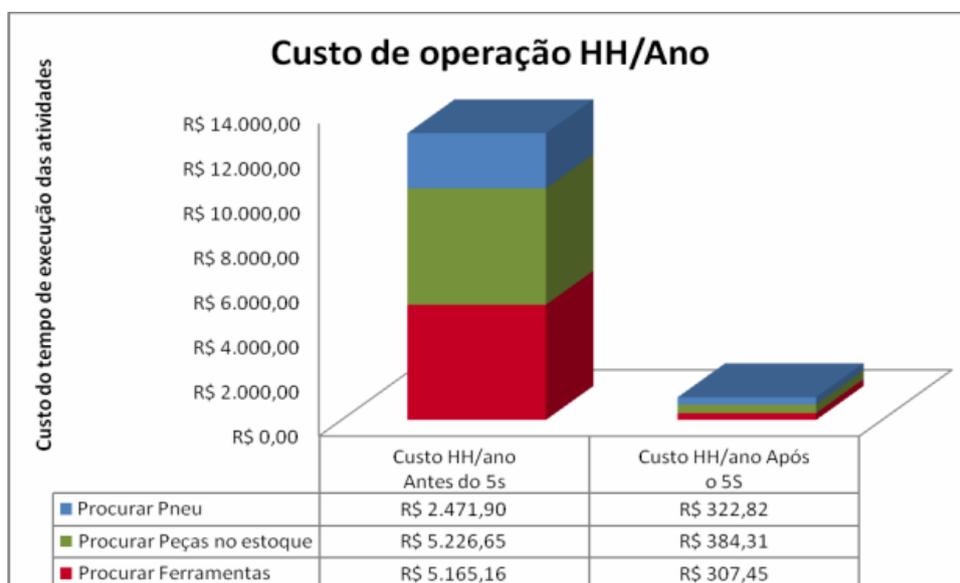


Figura 8: Custo HH/ano antes e após a implantação do 5S.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Pode-se afirmar que com as melhorias referentes à ergonomia, os colaboradores atualmente não correm mais riscos de adquirirem doenças ocupacionais. Quanto à produtividade, observou-se que houve um grande ganho relacionado ao tempo de execução das atividades, proporcionando um ganho de 35:49 minutos na execução das atividades e aumento de 17% na produtividade, conforme figura 9.

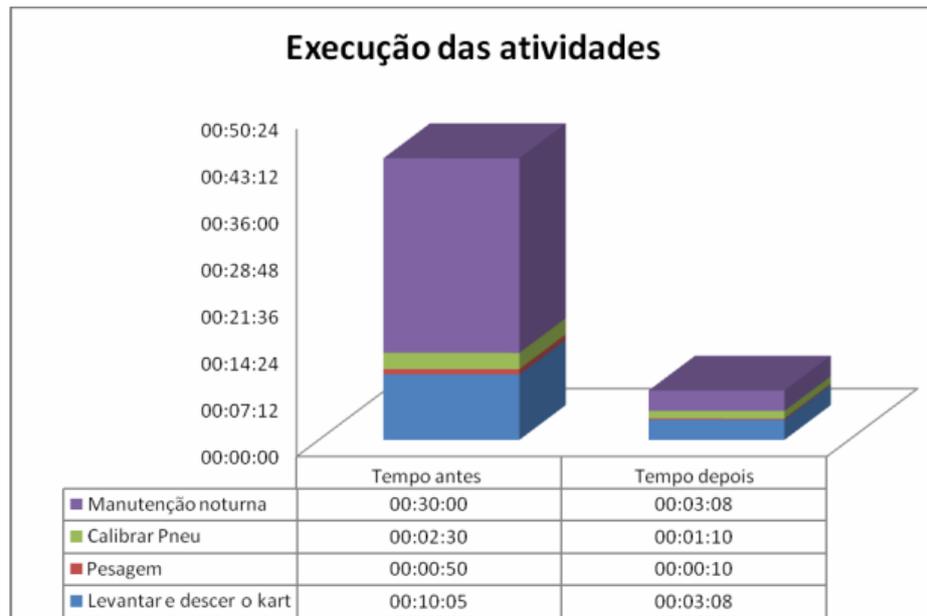


Figura 9: Tempo de execução das atividades após melhoria nas condições físicas de trabalho.

Fonte: Elaborado pelos autores

No que se refere ao alto custo de retrabalho, mensalmente eram trocadas doze embreagens, de uma frota de 21 motores 6,5HP, que se quebravam devido a uma folga excessiva no eixo do motor. Para evitar esse problema recorrente, foram apresentadas três soluções possíveis como: troca de embreagem, troca do eixo e retificação do eixo. Das três causas, a que apresentou o melhor custo/benefício foi a retificação dos 21 eixos de motores, conforme demonstra o quadro 5.

Custos de melhoria	
Valor do eixo novo	R\$ 288,00
Embreagem	R\$ 220,00
Eixo retificado	R\$ 15,00

Quadro 5: Custos para redução do índice de retrabalhos.

Fonte: Elaborado pelos autores

Ao retificar os eixos dos motores, observou-se que a empresa teve uma economia

de R\$ 26.683,76 por ano, conforme demonstrado na figura 10.

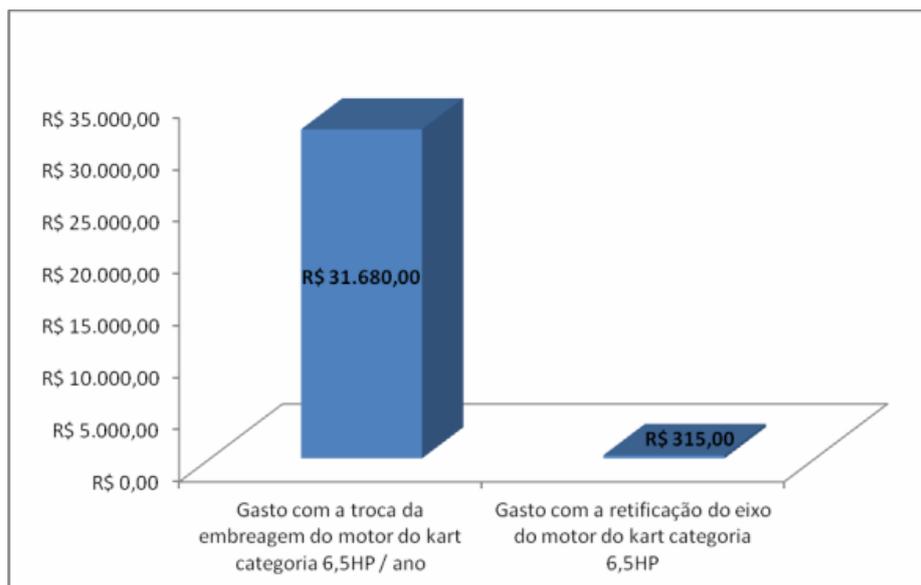


Figura 10: Economia após retificação dos eixos dos motores.

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 7 | CONCLUSÃO

Ao final deste estudo pode-se concluir que todos os desperdícios citados comprometem de forma direta em qualquer produção. O grande desafio das empresas é de produzir com zero desperdício. Com a implantação do *Lean Manufacturing* constatou-se uma grande economia e consistência em reduzir movimentos, tempos de espera, retrabalhos dentre outros. Algumas técnicas e ferramentas foram aplicadas para minimização desses problemas.

Constatou-se, no caso prático, várias possibilidades de melhorias de valor significativa para a empresa. Com a implantação da metodologia 5S obteve-se uma queda de 90% no tempo de execução das atividades, além de uma economia de R\$ 11.849,12 por ano. Com a aquisição de novos equipamentos, a produtividade aumentou 17% e reduziu os riscos de possíveis doenças ocupacionais. E no que se refere ao índice de retrabalhos, a empresa teve uma economia de R\$ 26.683,76 por ano

Neste estudo utilizaram-se técnicas, metodologias, onde se verificou que as técnicas e ferramentas do *Lean Manufacturing* utilizadas para a minimização dos desperdícios gerados na produção são de suma importância para a produtividade, qualidade e a redução de custos, o que caracteriza a ferramenta como sendo uma boa escolha.

## REFERÊNCIAS

- CAMPOS, Vicente Falconi. Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). 8ª edição. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviço Ltda., 2004.
- MONTEIRO, M. S.; GOMES, J. R. **Reestruturação produtiva e saúde do trabalhador: um estudo de caso**. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, abr.-jun. 1998.
- NUNES, I. L., e MACHADO, V. C.; **“Merging Ergonomic Principles into Lean Manufacturing”**. Industrial Engineering Research Conference: Nashville, Tennessee, 2007.
- PEREIRA, C. A. S.; **Lean Manufacturing: Aplicação do conceito a células de trabalho**. Portugal, 2010. RAGO, S. F. T.; **Atualidades na gestão da manufatura**. São Paulo: IMAM, 2003.
- RODRIGUES, M. V.; **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing**. Elsevier, Rio de Janeiro, 2014.
- ROSSATO, I. F.; **Ferramentas básicas da qualidade**. Santa Catarina, 1996.
- SANTOS, Javier; WYSK, Richard A; TORRES, Jose M. **Otimizando a produção com a metodologia Lean**. São Paulo: Leopardo, 2009.
- SMYTH, J.; **“Work smarter not harder! Ergonomics in a lean business environment”**. Annual Conference of the Ergonomics-Society, Edinburgh, 2003.
- TOLEDO, J.C.; BORRÁS, M.A.A.; MERGULHÃO, R.C.; MENDES, G.H.S. **Qualidade Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- WERKEMA. C.; **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Campus, 2012.

## ABORDAGEM PRÁTICA DO *Lean* E METODOLOGIA SEIS SIGMAS PARA REDUÇÃO DO ÍNDICE DE FALHAS FALSAS NO PROCESSO PRODUTIVO DE MONTAGEM TVS/LCD

**Raimundo Nonato Alves da Silva**  
(UEA)

raimundo.nonato.silva@gmail.com

**Ghislaine Raposo Bacelar**  
(FUCAPI)

ghislainerb@gmail.com

**OBJETIVO(S):** A busca pela redução do número de defeitos nos processos produtivos fabris, tem motivado vários novos projetos e desenvolvido diversas ferramentas, além de ter impulsionado esforços de várias organizações ao longo destes três últimos séculos em todos os continentes. Este estudo teve o objetivo de reduzir 75% dos defeitos de falhas falsas no processo de produção na montagem final das TV /LCD de forma geral a redução da quantidade de defeitos que são originados no processo de montagem final e que após análise e diagnóstico técnico não tiveram seus modos de falha confirmados, chamados aqui de falha falsa e, desta forma, afetando a produtividade do processo produtivo com a sua respectiva perda de desempenho. Com este intuito, o trabalho busca apresentar o funcionamento de um processo eficiente de produção, identificar tarefas críticas e oportunidades de melhorias, implantando o método DMAIC, originário da filosofia seis sigma, e propor um plano de ação que irá combater os principais causadores do

problema, diminuindo assim, os desperdícios diários ligados diretamente à melhoria da produtividade. **Metodologia/abordagem:** O estudo inicia-se trazendo um diferencial, pois traz um processo para diminuir o índice de falhas no processo desta empresa, garantindo a qualidade através da aplicação de ferramentas Seis Sigma. O estudo foi descritivo, pois se pretendia descrever o processo durante todo o decorrer do projeto e a assim proporcionar maior contato com as dificuldades gerando soluções adequadas para o problema, tornando-o mais transparente e elaborando ideais e soluções com agilidade. Pelo critério da pesquisa, este projeto é classificado como de natureza exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torna-lo mais explícito e também permitindo a construção de hipóteses. **Resultados:** Com a aplicação destas ferramentas e a metodologia Lean Six Sigma, o projeto reduziu 89% de falsas falhas no processo de medição, também houve uma redução no custo de R\$ 0,096 para R\$ 0,011. **Implicações práticas:** Todos os objetivos da empresa foram atingidos neste projeto, assim como houve um excelente ganho de conhecimento nas ferramentas lean por parte dos líderes e usuários da filosofia seis sigma na indústria.

**PALAVRAS-CHAVE:** Competitividade, DMAIC, Produtividade, Falhas falsa, Seis Sigma.

**ABSTRACT:** The search for a reduction in the number of defects in manufacturing processes has motivated several new projects and developed several tools, as well as driving the efforts of various organizations over the last three centuries in all continents. The objective of this study was to reduce the defect defects in the production process in the final assembly of the TV / LCDs by 75% in order to reduce the number of defects that originate in the final assembly process. had their failure modes confirmed, referred to here as false failure and, thus, affecting the productivity of the productive process with its respective loss of performance. The aim of this work is to present an efficient production process, identify critical tasks and opportunities for improvement, implement the DMAIC method, which originates from the six sigma philosophy, and propose a plan of action that will combat the main causes of the problem , thus reducing daily waste directly linked to improved productivity. **Aims(s):** The study starts with a differential, since it brings a process to reduce the index of failures in the process of this company, guaranteeing the quality through the application of Six Sigma tools. The study was descriptive, since it was intended to describe the process throughout the project and to provide greater contact with the difficulties generating adequate solutions to the problem, making it more transparent and elaborating ideals and solutions with agility. By the research criterion, this project is classified as exploratory in nature, as it aims to provide greater familiarity with the problem, with a view to making it more explicit and also allowing the construction of hypotheses. **Methodology: Results:** With the application of these tools and the Lean Six Sigma methodology, the project reduced 89% of false failures in the measurement process, there was also a cost reduction of R \$ 0.096 to R \$ 0.011. **Practical Implications:** All of the company's objectives have been met in this project, as well as there has been an excellent gain in lean tools knowledge from the leaders and users of the SIS Sigma philosophy in the industry. **KEYWORDS:** Competitiveness, DMAIC, Productivity, False False, Six Sigma.

## 1 | INTRODUÇÃO

O projeto tem como premissa básica o ganho de produtividade em geral e, a partir desta, destacou-se como um fator divergente à mesma, ou seja, a quantidade de defeitos que são identificados em postos de teste do produto, mas ao ser analisado pelo técnico de diagnóstico, a mesma falha não era confirmada.

Após discutidas formas de atuação do corpo gestor, usaremos neste projeto a ferramenta de análise Lean Manufacturing juntamente com a filosofia seis sigma que por sua vez engloba outras ferramentas as quais se pretenderá demonstrar no decorrer do projeto.

A abordagem Seis Sigma foi desenvolvida pela Motorola, na década de 80, com o objetivo de reduzir a taxa de falhas em seus produtos eletrônicos manufaturados. O programa foi elaborado com o severo desafio do “desempenho livre de defeitos”, e visando o aprimoramento da confiabilidade do produto final e a redução de desperdícios

com material rejeitado e sem possibilidade de uso (sucata).

Seis Sigma é uma estratégia gerencial de mudanças para acelerar o aprimoramento em processos, produtos e serviços. Essencialmente, o sigma é uma medida estatística para medir a taxa de falhas. Quando o nível sigma é baixo, 1 ou 2, significa que as taxas de falhas são bem elevadas. Mas, se falamos em “Seis Sigma”, significa redução da variação no resultado entregue aos clientes numa taxa de 3,4 falhas por milhão ou 99,99966% de perfeição. (Rotondaro, 2014). A utilização do Seis Sigma em um processo permite às organizações incrementar seus lucros pela otimização das operações, melhoria da qualidade e eliminação de defeitos, falhas e erros. (Harry, 1998). A tabela exemplificada através do quadro 1, apresenta de forma sucinta o impacto financeiro relacionado ao número de falhas no processo produtivo.

Custo Da Qualidade		
Nível Sigma	Defeitos por Milhão de Oportunidades	Custo da Qualidade
2	308.537 (Empresa não competitiva)	não aplicável
3	66.807	25 - 40% das vendas
4	6.210 (Média Industrial)	15 – 25% das vendas
5	233	5- 15% das vendas
6	3.4 (Classe Mundial)	<1% das vendas

Quadro 1: Nível Sigma e o impacto financeiro do custo da não-qualidade

Fonte: Mikel Harry, 1998

O custo da não qualidade de um processo ou produto representa as perdas por falta de qualidade como recursos, retrabalhos, custos extras de frete entre outros, que impactam no lucro operacional da empresa. Observa-se que quanto menor o número de defeitos por milhão de oportunidades, menor será o custo pertinente a não qualidade, ou seja, mais próxima a empresa estará do nível Seis Sigma.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para Jefferson Scobar (2010) o DMAIC é um ciclo de desenvolvimento de projetos de melhoria inicialmente concebido para projetos relacionados à qualidade, o DMAIC não é efetivo somente na redução de defeitos sendo abrangentes para projetos de aumento de produtividades. Cada letra representa sequencialmente uma etapa do processo de evolução de um determinado projeto: *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyse* (Analisar), *Improve* (Melhorar), *Control* (Controlar). Por representar um ciclo organizado e ordenado de trabalho, o DMAIC é constantemente comparado ao ciclo

PDCA, também conhecido como ciclo de Deming (*Plan, Do, Ckeck, Act*). É importante ressaltar, contudo, que existem características que diferenciam essas duas técnicas.

## 2.1 Aplicação do ciclo DMAIC

A aplicação do ciclo DMAIC deve ser sempre precedida de uma definição e desdobramento dos KPIs (Indicadores de performance) gerenciais da empresa, ou seja, dos indicadores importantes para o negócio da empresa. Desta tarefa, tem-se como resultado um documento denominado “*Business Case*” para cada KPI selecionado. Deste documento são estabelecidas as diretrizes de trabalho com as informações acerca da descrição do problema, meta objetivada, ganhos potenciais, escopo de atuação, restrições nos recursos e definições do “*Sponsor*” do projeto. Muitas vezes, pela abrangência organizacional de um “*Business Case*”, este pode desdobrar em mais de um projeto de melhoria DMAIC.

Esta relação entre os indicadores do negócio e a escolha dos projetos permite direcionar os recursos para as oportunidades mais significativas em relação à gestão do negócio da Empresa e quantificar os ganhos financeiros dos projetos. Esta contabilização de ganhos e conseqüente necessidade de participação da área financeira na definição e validação desses cálculos – antes, durante e depois dos projetos – é um diferencial do DMAIC em relação a outros modelos de melhoria.

O DMAIC tem também como característica marcante o enfoque na mensuração das informações, ou seja, a obtenção de dados quantitativos – evidências objetiva – durante as etapas do projeto. Dentro de cada etapa do ciclo DMAIC existem atividades suportadas por ferramentas e técnicas estatísticas para se atingir adequadamente os objetivos de cada uma dessas etapas e conseqüentemente o objetivo principal do projeto. (Scobar, 2012)

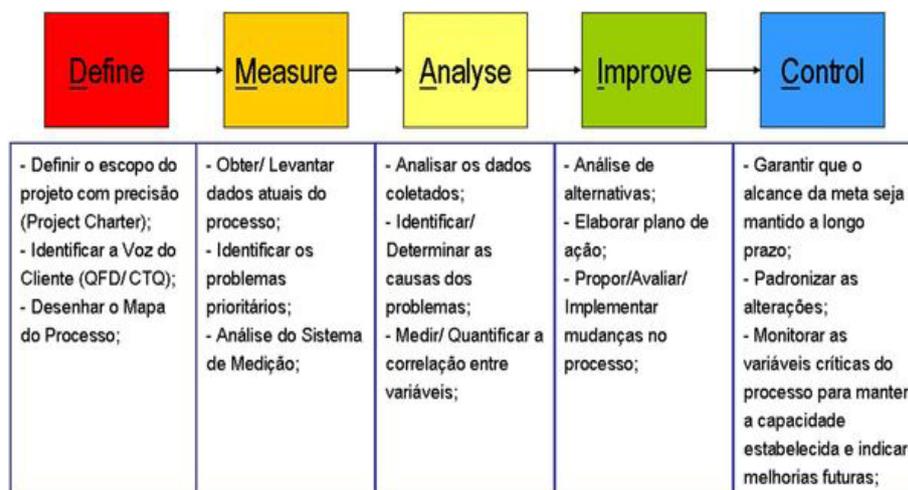


Figura 2: Etapas do Ciclo DMAIC

Fonte: Lean Manufacturing Six Sigma Definitions, 2015.

Na figura 2 é detalhada as subatividades em cada fase do DMAIC com os seus respectivos objetivos e metas a serem alcançadas.

Por essas características e a forma disciplinada e metódica de melhoria nos processos, os projetos DMAIC requerem um maior tempo de desenvolvimento (de três a dez meses, dependendo do escopo do projeto) e requerem profissionais – líderes de projeto – dedicados ao desenvolvimento dos mesmos.

De acordo com a necessidade em cada etapa do processo, este líder convocará a participação de profissionais de diversas áreas para cumprimento dos objetivos necessários para prosseguir com o projeto. A capacitação adequada, destas líderes e dos principais participantes dos projetos, nos princípios e técnicas de trabalho é fundamental para o êxito da estratégia. Afinal, o projeto pode exigir durante as etapas a utilização de técnicas diversas originadas do “*Total Flow Management*” (TFM), “*Total Quality Management*” (TQM) e “*Total Productive Maintenance*” (TPM) como: mapeamento do processo, trabalho padronizado, gráfico de Pareto, análise de regressão, análise de quebras, matriz de habilidade, controle estatístico de processo, entre outras. Outro personagem primordial na aplicação do DMAIC é o chamado “*Sponsor*” ou padrinho do projeto. Esta função deve ser exercida por um profissional de cargo gerencial, pois terá com a função apoiar o líder de projeto, provendo os recursos necessários e atuando como facilitador nas relações interdepartamentais. O padrinho é o responsável pela prestação de contas perante a alta administração, portanto o resultado do projeto deve estar dentro de seus objetivos e metas gerenciais, o que vai ressaltar a importância da adoção do DMAIC como uma verdadeira estratégia gerencial de negócios pelas empresas.

## 2.2 Demonstrativo de aplicação do ciclo DMAIC

Será realizado um levantamento com base no histórico geral de defeitos com os seus impactos na produtividade de uma determinada empresa do Polo Industrial de Manaus (PIM), neste histórico será estudado a quantidade de falsas falhas de forma percentual para identificar-se seu real número, visto que, a proposta do projeto baseou-se em premissas oriundas de fontes gerais do processo produtivo, mas sem levantamento histórico de dados.

A metodologia adotada segue esquema abaixo na figura 3 com a apresentação das informações, onde se mostra as etapas do método DMAIC conforme embasamento teórico.

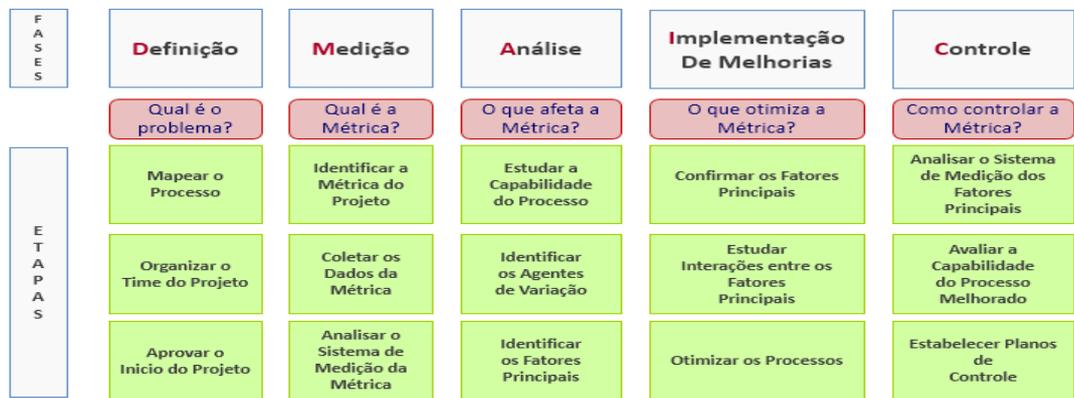


Figura 3: Etapas DMAIC e seus pré-requisitos

Fonte: Adaptado de Rotondaro, 2012

Na fase de definição as pessoas responsáveis pelo andamento do projeto definem o problema que deve ser tratado, juntamente com um documento elaborado pelos líderes do projeto, este documento é o termo de abertura do projeto conhecido como Project Charter.

### 2.3 Voz do Cliente

Identificou-se o potencial de redução no custo da mão-de-obra direta estimada em 1,50% com a redução em 75% dos defeitos de falhas falsas no processo de produção na montagem final de TVS / LCD. Na figura 5 arrazoou-se de forma sucinta a forma de cálculo que se utilizou para mensurar os ganhos financeiros do projeto.

Custo MOD por produto	Custo MOD/ Mensal (150K LCDs)	Custo MOD/Ano
R\$ 14,58	R\$ 2.245.320,00	R\$ 26.943.840,00
R\$ 14,36	R\$ 2.211.640,20	R\$ 26.539.682,40
<b>Oportunidade de Ganho</b>	R\$ 33.679,80	<b>R\$ 404.157,60</b>

Figura 5: Potencial para redução de despesas com o ganho de produtividade

Fonte: Autor, 2016.

### 2.4 Etapa M: Medir e Mapear o processo atual

Esta é a fase de medição do projeto onde é aplicado algumas ferramentas como o fluxograma, SIPOC, Diagrama de Pareto, gráfico de tendência etc. A fase de medição é crucial para o andamento do projeto, pois são necessários que as medições sejam corretas, portanto, precisamos validar os dados através da análise do sistema de medição em resumo podemos separar esta fase em algumas etapas.

- Planejar a coleta de dados;
- Decidir entre as alternativas de coleta de novos dados ou usar o já existente;

- Identificar a forma de estratificação para o problema;
- Preparar e testar o sistema de medição;
- Coletar de dados;
- Análise o impacto das variáveis que fazem parte do problema e identificar os problemas prioritários;
- Analisar as variações dos problemas prioritários;
- Estabelecer a meta de cada problema;

## 2.5 Coleta de dados

Baseou-se nos dados históricos coletados em Janeiro de 2015 de defeitos originados no processo de montagem final e que não tiveram confirmação após diagnóstico técnico, conforme demonstrada na figura 6.

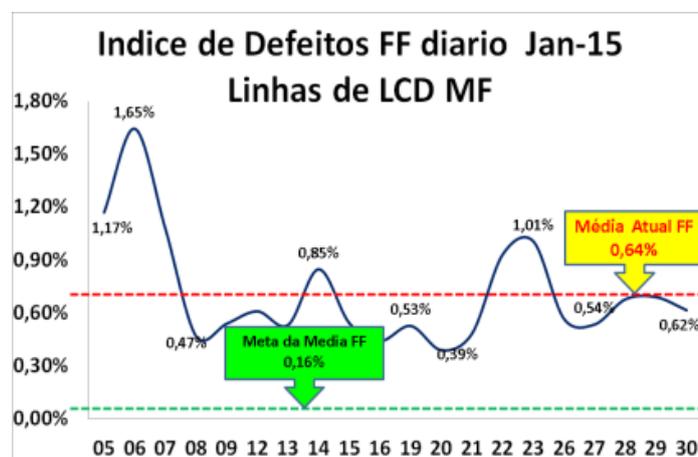


Figura 6: Quantidade de defeitos não confirmados no mês de janeiro/2015

Fonte: Autor, 2015

## 2.6 Etapa A: Análise e identificação das causas do problema

Na fase de análise já com os dados coletados são investigadas e identificadas as principais causas do problema/defeito utilizando ferramentas como Diagrama espinha de peixe, Análise de Regressão, Gráfico de Série Temporal, Histograma e Diagramas de Dispersão. Esta fase é capaz de priorizar e determinar ações para que o objetivo do projeto seja atingido. Esta fase consiste nas seguintes etapas:

- Analisar o processo gerado do problema prioritário;
- Analisar os dados do problema prioritário;
- Identificar e organizar as potenciais causas do problema prioritário;
- Priorizar as causas que tenham maior relevância;

## 2.7 Etapa I: Melhorar o desempenho do processo

Esta fase consiste em desenvolver um método para melhorar e reduzir as variações e ruídos do processo existente, que comprovadamente atendam a meta estipulada na fase inicial projeto. Para comprovar a solução desenvolvida é necessário realizar um processo piloto para a aprovação final do método desenvolvido, podemos utilizar algumas ferramentas como Análise de Regressão, Desenho de Experimentos e Análise de Variância. A fase de Melhoria pode ser resumida de acordo com os passos abaixo.

- Desenvolver soluções para eliminar as causas fundamentais do problema;
- Priorizar as soluções com maior potencial;
- Analisar os riscos das soluções propostas;
- Minimizar os riscos existentes nas soluções propostas;
- Realizar um teste piloto na solução desenvolvida para validar a proposta;
- Implementar as melhorias;
- Avaliar se a meta foi alcançada de acordo com o planejado;
- Desenvolver um plano para executar as melhorias em larga escala;

## 2.8 Etapa C: Controlar o processo após melhorias.

A última etapa da metodologia DMAIC consiste em garantir as melhorias implementadas, testadas e validadas sejam sustentadas durante todo o processo e ao longo do tempo. Para garantir e comprovar o controle das variações detectadas antes das modificações podemos utilizar algumas ferramentas como: diagrama de Pareto, carta de controle de processo, histograma, índices de capacidade e métricas do lean six sigma. Esta última etapa pode ser resumida em algumas etapas como:

- Avaliar se a meta foi atingida;
- Estabelecer procedimentos para padronizar as mudanças implementadas;
- Divulgar os novos padrões estabelecidos;
- Implementar um plano de monitoramento da performance do novo processo;
- Definir um plano para tomadas de ações corretivas para eventual problemas no processo;
- Divulgar as lições aprendidas no projeto para melhorias futuras;

## 2.9 Aplicabilidade da Ferramenta no projeto

A partir da meta estabelecida de redução de custos na empresa estudada, foi estabelecida a meta de redução no custo no produto acabado, para isto a intenção é identificar todas as potenciais causas tanto no processo produtivo como no projeto do produto, que impactam diretamente ou indiretamente no custo final do produto. Foi



### 3.1 Padrão de desempenho da métrica

Nesta etapa do projeto é proposta a métrica do projeto, definição da unidade de medida a ser utilizada; meta estabelecida do projeto; limites de controle e tudo aquilo que for considerado defeito, ou seja, os valores que ultrapassarem os limites estabelecidos.

<p><b>Métrica do Projeto:</b> Índice de defeito de falsa falhas na MF do LCD</p>
<p><b>Definição da Métrica:</b> 1. Quantidade de defeitos identificados nos postos de teste não confirmados no posto técnico em relação a quantidade de aparelhos produzidos.</p>
<p><b>Unidade de Medição da Métrica:</b> Percentual.</p>
<p><b>Meta de Melhoria da Métrica:</b> Redução em 75% da quantidade absoluta de falsa falhas.</p>
<p><b>Limites de Especificações:</b> Limite superior: 0,16% Alvo: 0%</p>
<p><b>Definição de Defeitos:</b> Todo e qualquer dia em que o índice de defeito de FF for superior a 0,16%.</p>

Figura 13: Padrão de desempenho da métrica

Fonte: Autor, 2016

O projeto introduziu de um sistema de medição para defeitos não confirmados definido na figura 13 com o objetivo de, inicialmente, identificar e medir valores reais de defeitos na condição do escopo do projeto. Estabeleceu-se como meta a redução em valores absolutos de 75% com base janeiro/2015 demonstrada na figura 14. Observa-se que a medição inexistia em períodos anteriores, porém é perceptível que o problema afeta os indicadores de produtividade.

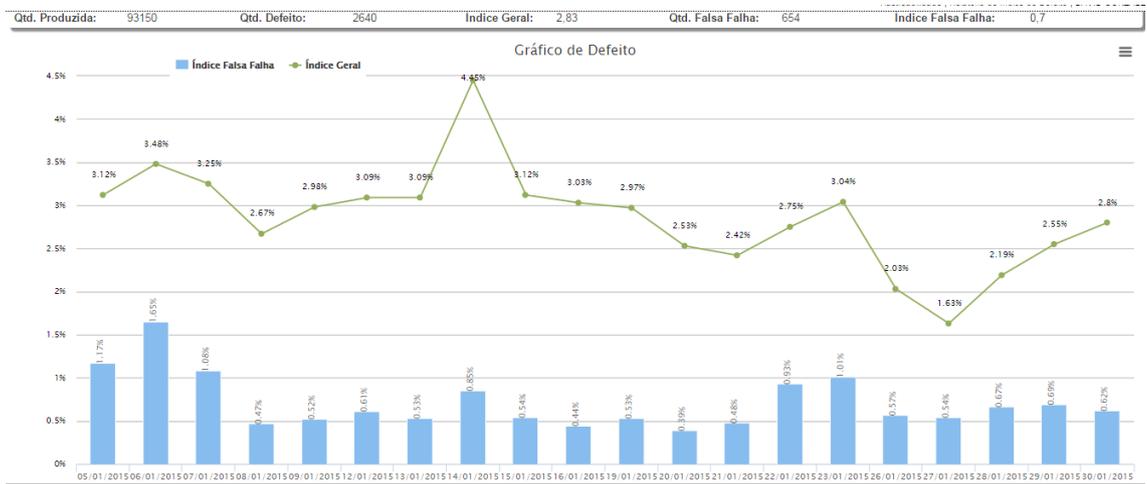


Figura 14: Ferramenta para medição

Fonte: Autor, 2016

Após a observação do indicador, houve a necessidade da verificação do comportamento do mesmo com base na visualização do gráfico do comportamento atual podemos estabelecer uma meta, a média do sistema e seu desvio padrão. Com as medições realizadas espera-se um comportamento descontrolado do indicador, com uma média elevada e com uma alta variabilidade do processo representado pelo desvio padrão, a partir destas medições iremos avaliar o modelo atual do processo. Na figura 15 é demonstrado o cenário em que o projeto se encontra e para objetiva alcançar.

### Através do Percentual

	jan/15	Meta
<b>Percentual --&gt;</b>	<b>0,64%</b>	<b>0,16%</b>
<b>PPM</b>	<b>6.400</b>	<b>1.600</b>
<b>Nível Sigma</b>	<b>3,99</b>	<b>4,45</b>
<b>Cpk</b>	<b>1,33</b>	<b>1,48</b>

Figura 15: Quadro geral do processo observado

Fonte: Autor, 2016

## 4 | MÉTODO PROPOSTO

A partir da organização do diagrama é necessário identificar as possíveis causas e separar das causas secundárias, terciárias e assim por diante. A equipe envolvida diretamente no projeto deve discutir entre si e priorizar os problemas que mais impactam no efeito indesejado, sempre questionar o que causa o problema e porque está impactando.

## 4.1 Aplicabilidade da ferramenta Ishikawa

A proposta é adotar o diagrama de Ishikawa para realizar análise em grupos com o objetivo de estruturar as causas potenciais das falsas falhas ocasionado na montagem final do produto, assim como, oportunidades de melhorias. Utilizaremos algumas etapas para a utilização da ferramenta;

- Definição do problema;
- Coleta das informações necessárias para o problema a ser analisado;
- Realização do brainstorming com as pessoas relacionadas diretamente com o problema;
- Desenho do diagrama com as causas levantadas pela equipe.

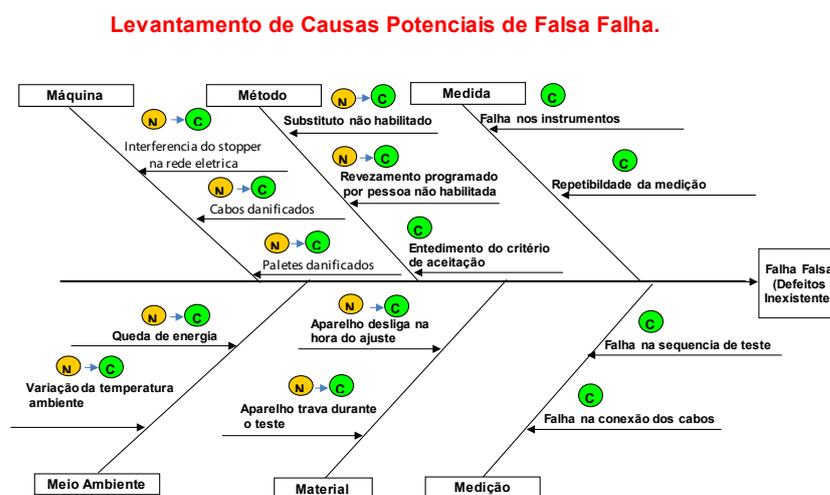


Figura 18: Representação do diagrama de Ishikawa do projeto

Fonte: Autor, 2016

Na figura 18 demonstrou-se o resultado do uso da ferramenta para o projeto em questão.

### Plano de ação

A ferramenta de plano de ação é uma das ferramentas da qualidade que tem o objetivo de tratar de forma simples e acompanhar um conjunto de tarefas e atividades que devem ocorrer para atingir a meta estipulada. O plano de ação deve conter todas as informações que sejam importantes para que possam ser direcionados os responsáveis corretos, para este auxílio utilizamos outra ferramenta que serve como base para o cumprimento e acompanhamento das ações estabelecidas.

O controle deve ser bem simples como, por exemplo, um quadro em branco, o plano de ação permite que possamos simplificar nossos métodos de acompanhamento

das atividades de forma organizada e com o envolvimento das equipes do projeto tratado.

A utilização da ferramenta 5W2H é de total importância na construção do plano de ação e acompanhamento das atividades. A técnica consiste em conceder a objetividade e orientação no cumprimento das ações, que hoje é muito utilizado na elaboração de projetos estratégico ou melhoria de processos. Esta ferramenta tem sua origem atribuída a vários autores. A sigla desta ferramenta tem sua origem nas letras que representam os questionamentos a serem feitos na fase de elaboração do plano de ação, todo o conceito do termo 5w2h tem seu significado de que a ação tem influência por sete circunstâncias, para elaborar o plano e utilizar a ferramenta devemos responder alguns questionamentos.

O que deve ser feito?

Por que esta ação deve ser realizada?

Quem deve realizar a ação?

Onde a ação deve ser executada?

Quando a ação deve ser realizada?

Como deve ser realizada a ação?

#### *Aplicabilidade no estudo*

O trabalho irá propor a utilização da ferramenta para o monitoramento da execução das atividades com seus respectivos prazos e responsáveis. Pretende-se utilizar o plano de ação conjuntamente com a ferramenta 5w2h, porém de uma forma mais adaptada para o trabalho não utilizando todos os passos. Entende-se que o projeto ficará mais enxuto com a utilização mais personalizada da ferramenta, contudo não menos eficaz. Na figura 19 o plano de ação utilizado e executado no projeto.

Plano de Ação para redução do índice de FF na MF do LCD					
What?	How?		Who?	When?	Status
 Interferência do stopper na rede elétrica	Substituir os Stopper elétricos por pneumáticos		DENG	18/05/2015	OK
Cabos danificados	Implementar Manutenção Preventiva do Cabo		DENG	20/04/2015	OK
Paletes danificados	Instalar Tomadas no Posto de Teste para Reprovar o Pallet		DENG/DMAN	30/04/2015	OK
Substituto não habilitado	Rever o processo de acompanhamento a apontamento de Produção no teste		DENG / DPROD	30/04/2015	OK
Aparelho desliga na hora do ajuste	Correção da linha de atraso do boot através da Troca do SW	Novo release de SW	DENG	15/03/2015	OK
Aparelho trava durante o teste	Correção da linha de atraso do boot através da Troca do SW	Novo release de SW	DENG	15/03/2015	OK

Figura 19: Representação do plano de ação do projeto

Fonte: Autor, 2016

Cada atividade contida no plano deverá ser evidenciada de acordo com o plano de ação respeitando os prazos estipulados:

### *Evidência das ações*

O projeto propõe evidenciar cada ação de melhoria, por exemplo: foto dos equipamentos substituídos onde será aplicado o estudo. Algumas das ações que o projeto irá propor serão: Treinamentos, Instalação de dispositivos ou modificação de produto.

### *Capabilidade de processo*

A capabilidade de um processo pode ser representada por indicadores que medem o desempenho de um sistema quanto ao atendimento de uma especificação pré-estabelecida. Os resultados dos indicadores permitem classificar o processo dentro dos níveis de capabilidade, os índices podem ser Cp, Cpk ou Cpm. Para este projeto usaremos o índice Cpk com o objetivo de entender se para os indicadores de defeito de falsa falha, se o mesmo está dentro dos limites especificados, a ideia é utilizar o índice Cpk no cenário atual e também após as melhorias, para medirmos o quanto o processo melhorou ou não. Os índices de capabilidade são de extrema importância em todos os processos, principalmente na fase inicial do processo, pois a partir destes índices, há

possibilidade maior no acerto em relação ao processo escolhidos, pois pode apontar falhas ou defeitos no processo possibilitando a tomada de ação para a prevenção do problema. Afirma Rotondaro (2014), que existe uma classificação mundial quando ao índice de qualidade que determina o nível sigma de um processo, hoje um processo próximo da perfeição seria com o nível seis sigma que consiste no seu índice de CPk igual a 2 ou seja, o índice de falha deste processo é extremamente baixo, possibilitando uso da capacidade quase toda sem perdas significativas conforme podemos visualizar os níveis sigma com seus respectivos índices de CPk representado na figura 20.

<b>Nível Sigma</b> <i>(long-term)</i>	<b>Nível Sigma</b> <i>(short-term)</i>	<b>Percentual de Defeitos</b> <i>(real – long-term)</i>	<b>DPMO</b> <i>(real – long-term)</i>	<b>C<sub>Pk</sub></b> <i>(short-term)</i>	
-0,5	1	69%	691.460	0,33	não competitivo
0,5	2	31%	308.540	0,67	
1,5	3	6.7%	66.807	1,00	competitivo
2,5	4	0.62%	6.210	1,33	
3,5	5	0.023%	233	1,67	classe mundial
4,5	6	0.00034%	3,4	2,00	

Figura 20: Nível sigma de processo

Fonte: Rodrigo Vargas, 2016

## 5 | RESULTADOS

Após a implementação das melhorias é proposto uma segunda medição para mensurar os dados e validar as ações descritas no plano de ação. Esperamos uma redução significativa na média do indicador especificado na métrica e também uma redução na variabilidade do processo, ou seja, redução do desvio padrão do processo estudado. De acordo com o exemplo a seguir a ideia é exibir um gráfico da métrica do projeto para a comparação do cenário após as melhorias e anterior às modificações no processo.

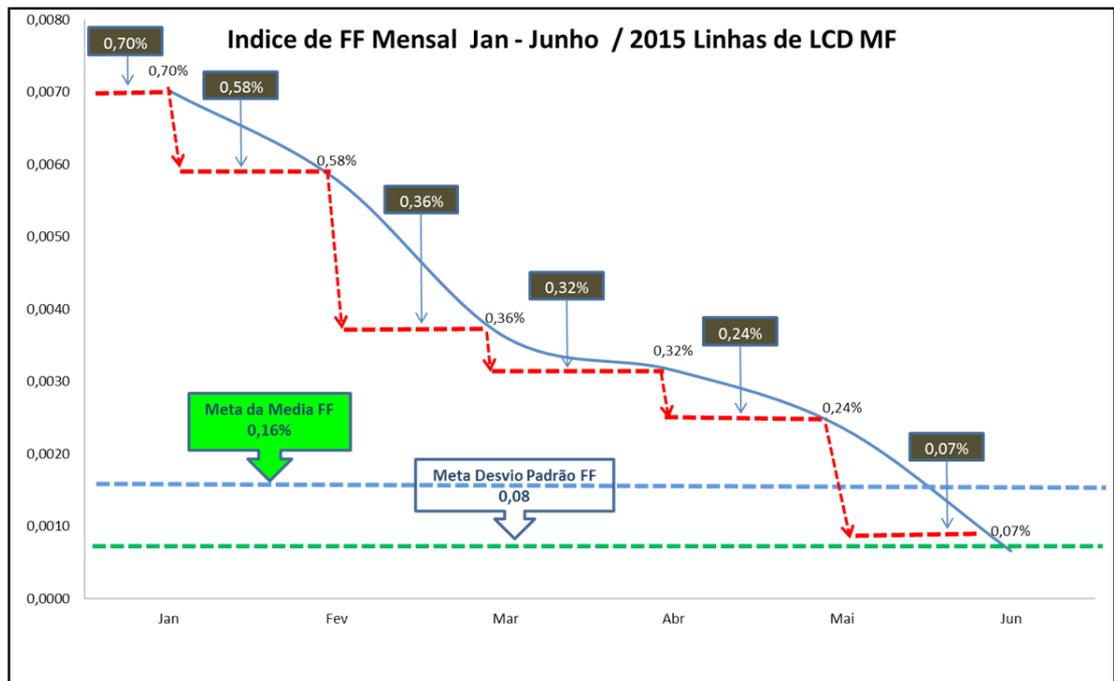


Figura 21: Resultado esperado da segunda medição

Fonte: Autor, 2016

A comparação dos resultados será visualizada com a comparação dos indicadores mensais e na observação do comportamento dos indicadores ao final do projeto anterior e posterior as ações propostas neste trabalho, conforme demonstrado na figura 21.

### 5.1 CEP – Controle estatístico de processo

Hoje vários países utilizam o controle da qualidade em muitas empresas, este controle é considerado premissa básica de um processo de produção de produtos ou serviços realizando adaptações para cada seguimento. O controle estatístico de processo (CEP) é uma ferramenta da estatística que consiste no envolvimento de coleta de dados, ordenação e a análise dos dados, ou seja, sua interpretação para o monitoramento de um processo durante seu ciclo produtivo. A técnica permite a redução das variações do processo onde é aplicada onde impacta diretamente nas características da qualidade do produto ou processo, aumentando a confiabilidade do processo e por consequência sua produtividade.

O CEP consiste no processo sistemático de inspeção que é utilizado ao longo do processo com o foco na identificação e nas variações estranhas ao processo, causas especiais onde geralmente são prejudiciais ao processo. Estas causas se não verificadas e tomadas ações para que não ocorram novamente podem impactar diretamente no resultado final, na qualidade do produto e na produtividade. O controle estatístico do processo possibilita uma foto do cenário atual de todo o sistema produtivo identificando suas alterações que não estão previstas, porém é necessária a coleta e monitoramento contínuo dos dados. O sistema possibilita a visualização do processo como um todo e auxilia na tomada de decisão, identifica os pontos onde

merecem atenção e a tendência do processo se o mesmo apresenta uma tendência ao descontrole ou tenha oportunidades de melhorias. Com o monitoramento deste sistema produtivo ou processo é mais fácil garantir um processo estável, previsível e com o total controle de sua capacidade definidas para o acompanhamento da evolução. Segundo Deming, 1971: “Qualidade pode ser a tarefa de qualquer um em uma empresa, mas ninguém pode tomar parte eficientemente em um programa para a qualidade sem regras para ações, que não sejam baseadas na aplicação de técnicas estatísticas”. A ferramenta possibilita estabelecer limites para o processo estudado assim facilitando a visualização de qualquer alteração no sistema em gerando um tempo hábil para a correção do sistema. Com base na implementação da ferramenta somos capazes de reduzir defeitos, refugos, reduzir o retrabalho por consequência redução do custo de fabricação do produto, aumento da capacidade produtiva e redução do custo com a má qualidade.

O processo que utiliza cartas de controle deve ser colocado em funcionamento para serem coletados os dados para ser observado o comportamento dos dados e para se determinar a característica do estudo, os dados podem ser representados por: Medições de consumo de um produto de limpeza, peso de um determinado produto, dimensões de uma peça usinada, peso de um produto entre outros.

## 5.2 Aplicabilidade

A coleta deverá ser realizada com uma determinada frequência que permita um tamanho de amostra de acordo com a característica de cada processo estudado, por exemplo: todo dia em um determinado horário, ou hora a hora de um processo etc. Após a obtenção dos dados calculamos a média das amostras coletadas, o desvio padrão e assim podemos também calcular os limites do processo estudado, tanto superior como inferior de controle. Com base nestas definições é possível verificar as variações do processo. Os limites são definidos apenas uma vez e depois apenas inserindo os novos dados com a frequência estabelecida para a coleta com o objetivo de verificar se não haverá causa estranha ao processo e algum ponto que está fora dos limites de especificações, se houver vários pontos fora os limites pré-estabelecidos isso significa que o processo estudado está fora de controle. O processo que apresenta apenas variações aceitáveis dentro dos limites estabelecidos significa que o processo estudado está sob controle, caso contrario estará fora de controle. De uma maneira geral é normal que no início dos processos tenha maior variação, mas são causas especiais que merecem atenção quanto a oportunidades de melhorias.

Após o monitoramento e a eliminação de todas as variações significativas que ultrapassasse os limites estabelecidos o processo é considerado que está sob controle estatístico. A aplicação correta da ferramenta apresenta vantagens dentro de uma organização que pretende ter seu processo estável como:

- Permite que o monitoramento do processo seja executado pelos próprios operadores,

- Fornece uma distinção clara entre causas normais ao processo e causas especiais, servindo de guia para ações estratégicas para prevenção de falhas;
- Fornece uma linguagem comum para discutir o desempenho do processo, possibilitando a alocação ótima dos investimentos em melhoria da qualidade.
- Auxilia o processo a atingir alta qualidade, baixo custo unitário, consistência e previsibilidade.

Espera-se com a utilização desta ferramenta manter o processo sob controle através do monitoramento, após a implementação das melhorias com a utilização da metodologia DMAIC, para redução do índice de falsas falhas o que fica demonstrado na figura 22.

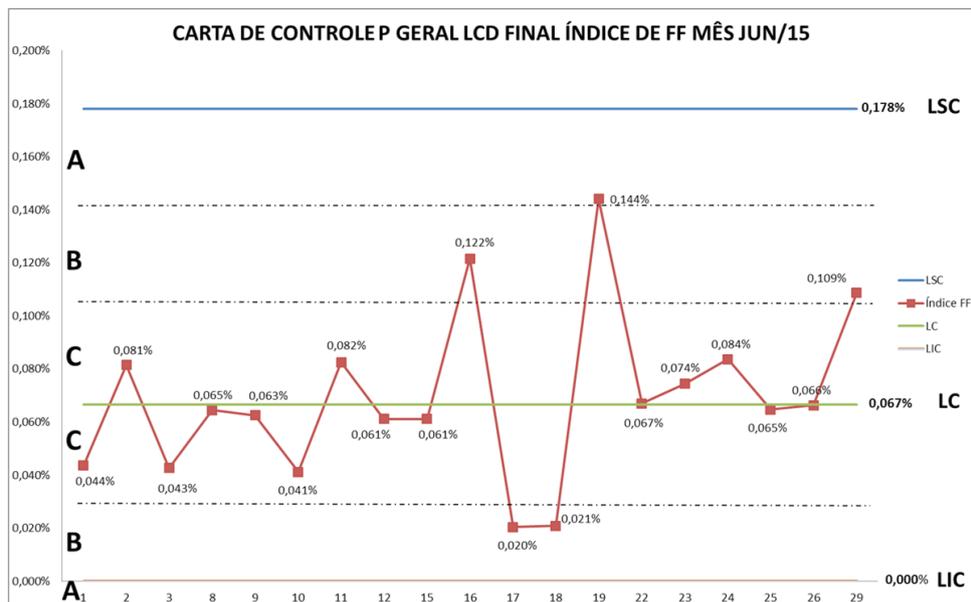


Figura 22: Carta de controle tipo P com índice de falhas falsas

Fonte: Autor, 2016

### 5.3 Cronograma de atividades

PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO		Meses								RESPONSÁVEL / PRAZO
DESCRIÇÃO DAS TAREFAS		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Apresentação do projeto e definição de metas para time.	X								David
2	Identificação dos maiores ofensores das falhas falsas		X	X	X					Iracildo
3	Definição de plano de ação para eliminação das falhas				X	X				Iracildo
4	Implementação do plano de ação					X	X	X	X	Iracildo
5	Medição dos resultados do plano								X	Iracildo

Figura 23: Cronograma do projeto

Como demonstrado no cronograma da figura 23, o projeto será dividido em cinco fases seguindo as etapas e abordagem do DMAIC, na primeira etapa do projeto, com previsão para a primeira semana de janeiro de 2015 apresentaremos a fase de definição do projeto onde serão apresentados aos demais membros da equipe os objetivos e ganhos previstos com o projeto, nos meses de fevereiro a abril serão realizadas atividades com foco na identificação dos ofensores ao problema utilizando-se de ferramentas explanadas da metodologia DMAIC. Iniciará em abril o a elaboração do plano de ação que será executado nos meses de maio a agosto. O projeto está na sua fase final na primeira semana de agosto onde estará na fase de controle após a fase de implementação das melhorias. Esta fase consistirá no monitoramento do processo para garantir as melhorias desenvolvidas e sua aplicação na empresa estudada.

A ferramenta possibilita estabelecer limites para o processo estudado facilitando assim a visualização de qualquer alteração no sistema em gerando um tempo hábil para a correção do sistema. Com base na implementação da ferramenta somos capazes de reduzir defeitos, refugos, reduzir o retrabalho por consequência redução do custo de fabricação do produto, aumento da capacidade produtiva e redução do custo com a má qualidade.

O processo que utiliza cartas de controle deve ser colocado em funcionamento para serem coletados os dados para ser observado o comportamento dos dados e para se determinar a característica do estudo, os dados podem ser representados por: Medições de consumo de um produto de limpeza, peso de um determinado produto, dimensões de uma peça usinada, peso de um produto entre outros.

#### 5.4 Economia do projeto

O trabalho pretendeu utilizar todas as ferramentas expostas no seu desenvolvimento seguindo as abordagens da metodologia *Lean Six sigma* e as etapas do sub método DMAIC, esperamos os seguintes resultados com a utilização de cada ferramenta como:

Fluxograma e SIPOC – Esperamos realizar o mapeamento de todo o processo atual na identificação de falhas no processo de fabricação do televisor.

Diagrama de Pareto – Espera-se que através desta ferramenta possamos priorizar as causas do problema estudado. Diagrama de Ishikawa – Espera-se desta ferramenta identificar as possíveis causas que impactam o problema, quais variáveis tem um maior efeito no problema.

MSA – Espera-se com a utilização desta ferramenta a possibilidade de validar os dados medidos, antes e após as melhorias com o objetivo de confirmar o sistema de medição utilizado. Carta de controle – Espera-se após a implementação das ações de melhoria a possibilidade da utilização de uma carta de controle no qual possamos monitorar o processo e garantir a estabilidade da quantidade de defeitos falsos.

A partir da utilização de todas estas ferramentas esperamos comprovar que o processo está controlado e com os seus resultados no qual estima-se uma redução mínima de 75% na média do indicador de falsas falhas. Com a aplicação destas ferramentas e a metodologia Lean Six Sigma o projeto visa atender a voz do cliente neste caso a alta diretoria que demandou a otimização dos processos para possibilitar a empresa participar de uma fatia maior do mercado com o aumento de sua competitividade perante aos seus concorrentes. No gráfico demonstrado na figura 24 está representado o possível resultado a ser alcançado pelo projeto com a redução do índice de falsa falha e, conseqüente ganho de produtividade, assim como, seus ganhos monetários realizados na figura 25.

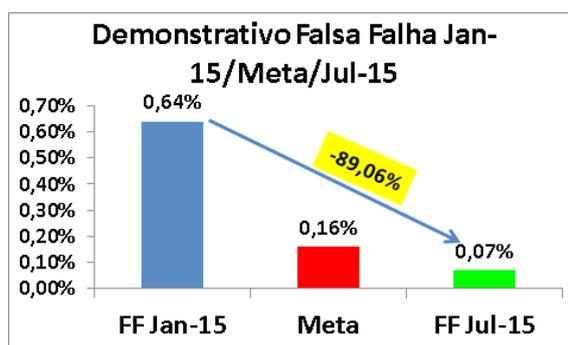


Figura 24: Representação da evolução do indicador do índice de falhas falsas

Fonte: Autor, 2016

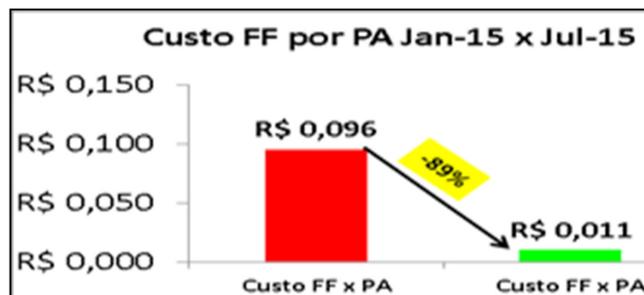


Figura 25: Representação dos ganhos com o projeto

Fonte: Autor, 2016

Com base na possível redução do indicador de aproximadamente 90% (além da meta inicial especificada de redução de 75%) também esperamos contribuir com a redução do custo geral de fabricação para assim permitir o repasse da economia financeira ao consumidor final como a meta estipulada anteriormente de melhoria dos processos, estabilidade, processos enxutos e ganhos econômicos para a organização.

## 6 | CONCLUSÕES

Inicialmente destaca-se a proposta de utilização da metodologia *Lean Six Sigma*, com uso das fases e abordagens do sub método DMAIC presente neste projeto, que

irão permitir utilizar um sistema de medição para identificar o comportamento do processo atual, estabelecer parâmetros/limites de controle para o novo processo, e com base nestes dados possibilitar a implementação de uma carta de controle para monitorar o consumo do produto de limpeza utilizado na empresa estudada, após as melhorias sugeridas neste projeto.

O projeto irá propor analisar as etapas envolvidas no processo de fabricação de um televisor em seu processo de montagem final. Adotando as ferramentas para mapear o processo identificando as entradas, processos e suas saídas com base na ferramenta fluxograma e SIPOC; Diagrama de Pareto para priorizar as maiores causas; gráfico de distribuição normal para verificar o comportamento dos dados; diagrama de Ishikawa para identificar as possíveis causas que impactam o problema; MSA para validar o sistema de medição; Implementação das melhorias com base nas informações obtidas

Com a aplicação de uma carta de controle para monitorar o processo pretende-se garantir as melhorias implementadas. A partir destas espera-se um aumento médio de produtividade global, esperamos também que haja a redução proporcional na despesa com o custo do produto, assim contribuindo também para a meta geral da empresa de redução de custo do produto acabado.

## REFERÊNCIAS

HARRY, M. J.; SCHROEDER, R. **Six Sigma: a breakthrough strategy for profitability**. New York: Quality Progress, 1998.

ROTONDARO, R. **Seis sigma: Estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços**. 1. Ed. São Paulo: Atlas 2014.

SCOBAR, Jefferson. **DMAIC**. Disponível em: <http://br.kaizen.com/artigos-e-livros/artigos/dmaic.html>. Acesso em maio de 2010.

VARGAS, Rodrigo; **Six Sigma: Para alcançar novos e melhores patamares de qualidade e desempenho!** Disponível em: <http://gestaoindustrial.com/index.php/industrial/qualidade/six-sigma>. Acesso em Dezembro 2015.

## IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA “Lean” NOS SETORES DE SERVIÇOS GERAIS DE UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO

**José Luiz da Silva Perna**

Colégio Pedro II – Campus humaitá II, Prefeitura  
do campus  
Rio de Janeiro - RJ

**Fernando Toledo Ferraz**

Universidade federal Fluminense, TEP – Escola  
de Engenharia  
Niterói - RJ

**RESUMO:** Buscando o aumento da eficiência dos serviços prestados pelas instituições públicas foi implantada a Metodologia “Lean” nos setores de serviços gerais: Manutenção, Limpeza e Merenda em uma instituição federal de ensino localizada na cidade do Rio de Janeiro. Verificou-se que metodologia possui baixo custo de aplicação trazendo excelentes resultados nos processos produtivos onde são aplicados, sendo uma boa alternativa para instituições onde há escassez de recursos financeiros. **Objetivo(s):** O objetivo deste trabalho é avaliar o aumento da eficiência dos serviços realizados pelos setores de Manutenção, Limpeza e Merenda, após a implantação da Metodologia “Lean” em uma instituição Federal de Ensino localizado na cidade do Rio de Janeiro. **Metodologia/ abordagem:** A pesquisa se caracteriza como um experimento de campo, com a introdução da variável independente, Metodologia “Lean”, para se verificar a evolução do tempo de troca

de lâmpada, Redução de despejo de detritos e aumento dos pratos servidos nas refeições, antes e após esta implantação. **Resultados:** Os resultados apresentados mostraram o aumento da eficiência dos serviços analisados nos setores estudados: Manutenção – Redução do tempo de troca de lâmpadas de 120 minutos para 15 minutos, Limpeza - Diminuição dos despejos de detrito por coleta de 15 M<sup>3</sup> para 5,78M<sup>3</sup> e Merenda – Aumento dos pratos servidos nas refeições de 90 para 300 pratos diários. **Implicações práticas:** Aumentar a eficiência dos serviços prestados no setor público com a implantação de uma metodologia com baixos custos de implantação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Metodologia “Lean”, implantação

**ABSTRACT:** Seeking to increase the efficiency of services provided by Federal institutions, the Lean Methodology was implemented in the general services sectors; Maintenance, Cleaning and Meal service at a public educational institution located in the city of Rio de Janeiro. It was verified that methodology has low cost of application bringing excellent results in the productive processes where they are applied, being a good alternative for institutions where there is scarcity of financial resources. **Aims(s):** The objective of this work is evaluate the efficiency of services performed

by the Maintenance, Cleaning and Meal sectors, after the implementation of the Lean Methodology in a Federal Teaching Institution located in the city of Rio de Janeiro. **Methodology:** The research is characterized as a field experiment, with the introduction of the independent variable, “Lean” Methodology, to verify the evolution of lamp replacement time, Reduction of debris dumping and increase of dishes served in meals, before and after this deployment. **Results:** The results presented showed an increase in the efficiency of the services analyzed in the sectors studied: Maintenance - Reduction of the lamp exchange time from 120 minutes to 15 minutes, Cleaning - Decrease of the waste discharge by collection of 15 M3 to 5.78M3 and Meal Service - Increase of the dishes served at meals from 90 to 300 dishes daily. **Practical Implications:** Increase the efficiency of services provided in the public sector by implementing a methodology with low implementation costs.

**KEYWORDS:** Lean Methodology, Implantation

## 1 | INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios atuais das organizações públicas é gerenciar setores que possuem equipe pequena ou pessoal insuficiente, prazos reduzidos, pouquíssimos recursos e grande expectativa por parte da administração superior, numa área crítica para a produção de serviços eficientes onde não se encontra metodologia bem estruturada, eficaz e de fácil implantação.

Apesar de grande divulgação dos benefícios da “Metodologia *Lean*” no meio acadêmico muitas organizações públicas não a implantam, pois, as instituições não conhecem ou não sabem utilizar este modelo organizacional; não entendem ou são alheios aos benefícios trazidos por este modelo ou possuem pouco apoio da gestão superior. A procura da melhoria contínua, eliminação de desperdícios e a construção de um serviço público efetivo não são fáceis, exigindo metodologias de trabalho que orientem e guiem estas instituições.

O objetivo deste trabalho é avaliar o aumento da eficiência dos serviços realizados pelos setores de Manutenção, Limpeza e Merenda, após a implantação da Metodologia “*Lean*” em uma instituição Federal de Ensino localizado na cidade do Rio de Janeiro.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa bibliográfica realizada teve a finalidade de aprofundar conhecimentos, reforçar conceitos e promover discussões. Encontrou-se vasto conteúdo da literatura existente em periódicos eletrônicos. Partindo-se de palavras em português e inglês buscou-se publicações que pudessem colaborar com o enriquecimento da teoria proposta. As palavras chaves utilizadas em português foram: “Metodologia Enxuta” e “implantação” e as palavras chaves em inglês respectivamente foram “*Lean Methodology*” e “*implantation*”. O período de publicações escolhido foi o intervalo

de 2011 a 2016, utilizando se também alguns artigos anteriores a este período que contribuíram para o enriquecimento do texto.

A designação Metodologia “*Lean*”, que se origina do Japão, na indústria automobilística e ao verificar os resultados positivos, se expande para outros setores, advém da filosofia de utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa resultando em menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos, na tentativa de alcançar a perfeição. Para tal deve se sempre melhorar os processos produtivos, e de acordo com as exigências do mercado. Assim, a busca, da melhoria contínua deve ser algo permanente nas organizações que desejam se tornar competitivas. (ARANTE, 2012).

Maia et al (2011) considera que a Metodologia “*Lean*” utiliza ferramentas que permitem a melhoria dos processos, os fluxos de materiais e de informação. Mas para atingir o sucesso sua filosofia exige uma mudança, algumas vezes contra intuitiva, de cultura e pessoas. Com a circunstância econômica global, o objetivo das organizações deve se focar na busca da redução de desperdícios.

Segundo Abrantes (2012) para atingir o sucesso as organizações dependem de como são capazes de se adaptarem e atingir as melhores práticas de gestão, a globalização empurra as empresas na busca da eliminação de desperdícios e custos. A Metodologia “*Lean*” se baseia nestes princípios, onde a aplicação das ferramentas “*Lean*” permitem enraizar na cultura organizacional esta visão.

De acordo com Pedrão (2014) a estratégia de sucesso utilizada sobre o gerenciamento de projetos, deve se preocupar com o controle dos recursos. Neste sentido, a aplicação dos conceitos “*Lean*” torna-se importante para redução dos desperdícios e aumento da eficiência no uso dos recursos, utilizando a simplificação contínua dos processos e dos fluxos. Nos anos 90 os princípios “*Lean*” começaram a ser utilizados por diversas empresas se tornando uma ferramenta efetiva para os gestores agilizar os ciclos das atividades, controlar os recursos, reduzir os desperdícios e como consequência aumentar a eficiência.

Segundo Karawejczyk (2014) o momento atual caracteriza-se por ser um período de grandes desafios para superar as dificuldades que atingem os conceitos e significados sobre o mundo do trabalho que se tornou mais competitivo. O trabalhador reconhecer as mudanças de trabalho marcada pela passagem de um contexto de trabalho material para um imaterial, que hoje são caracterizados pela velocidade; flexibilidade e integração, seja entre os funcionários; setores ou grupos de empresas, quando realizada com conceitos de eficiência e eficácia, sendo estes muito próprios do Pensamento “*Lean*”.

Segundo Sarmiento (2015) a Filosofia “*Lean*” busca a compreensão do trabalho rotineiro e como se organiza, para poder elaborar propostas de eliminar os desperdícios e aumentar a eficiência das organizações.

De acordo com Dal Zouto (2015) o conceito de Mentalidade Enxuta formulado no início da década de 90 oriundo do Sistema Toyota de Produção firma se como o novo

paradigma de produtividade na manufatura industrial, evoluindo através de estudos acadêmicos, envolvendo entidades setoriais e governamentais e diversas atividades econômicas. O Pensamento Enxuto é uma técnica que permite uma empresa eliminar desperdícios onde quer que eles estejam e fazer com que o cliente receba a quantidade e o produto no momento que deseja. A palavra ‘pensamento’ é um conceito abrangente às ações diretas da empresa, gerando valor ao produto. O termo “Pensamento Enxuto” não se restringe a um sistema de produção, estando diretamente relacionado a melhorias contínuas e a eficiência dos processos produtivos, com a utilização de ferramentas e práticas de gerenciamento e controle da produção.

Segundo Jasti e Kodali (2015) verificaram um crescimento da literatura relacionada a Metodologia “*Lean*” nos últimos 25 anos, levando a crer que seu conceito tem grande impacto sobre acadêmicos, profissionais e consultores havendo maior aplicação dos princípios “*lean*” nos países desenvolvidos e no campo de manufatura quando deveria ser aplicado em todas as atividades de uma organização. O estudo também sugere que deve haver maior entrosamento entre teoria e prática. Para obter melhores resultados e artigos de pesquisa útil. Observou-se também que o número de publicações está aumentando no setor de serviços. Sendo uma indicação de que os princípios enxutos podem ser aplicados em todos os setores das organizações. Para os autores tais práticas são aplicadas em partes e não em todas as atividades da organização, sendo que cada setor de uma empresa precisa de algum tipo de metodologia sistemática específica.

No contexto econômico atual, Ruppenthal (2015) considera a necessidade das empresas se ajustarem com o objetivo de diminuição de custos e aumento de sua produtividade. Sendo fundamental para a sua sobrevivência e o uso de práticas da Metodologia “*Lean*”. Sendo necessário uma mudança de tradição e comportamento, pois a adoção de tal filosofia demonstra que ações como a busca pela melhoria contínua pode representar ganhos para as empresas que a executam.

Segundo Vieira (2015) o surgimento de novos padrões de consumo leva as empresas a se tornarem mais criativas e flexíveis para atender ao mercado consumidor forçando a exploração de novos caminhos a fim de obter vantagens competitivas, dentre as estratégias, tem-se então a implantação do Pensamento “*Lean*” cujo objetivo é melhorar a gestão de processos e a produção.

De acordo com Zhou (2016) a Metodologia “*Lean*” é considerada uma estratégia de negócios para melhorar a qualidade do serviço e as principais razões para implantá-la são fatores internos como reduzir resíduos, tempo e custos, melhorando as instalações, a eficiência e a eficácia organizacional.

Segundo Kuhn (2007), a Metodologia “*Lean*” se encaixa perfeitamente em empresas multiprodutos ou multisserviços e sua implantação deve ser pensada de forma sistemática, pois se adapta perfeitamente aos objetivos estratégicos estabelecidos. Deve-se verificar a cultura organizacional, o tamanho e tipo de ferramenta metodológica para que se obtenha o sucesso desejado.

Segundo Maia et al (2011) a forma de como vai ser implantada a Metodologia “*Lean*” depende de como a organização vai ser preparada e como atingir a sensibilização das pessoas à mudança. Sendo um trabalho demorado e para tal deve ser feita em etapas bem planejadas criando-se uma metodologia que permita atingir os objetivos pretendidos, de uma forma mais organizada e eficiente. Durante o processo de implantação surgem obstáculos e para superá-los é necessário que o processo seja feito com uma estratégia bem definida, com a gestão de topo envolvida no processo divulgando de forma clara e consistente os planos de ação, e tenha conhecimento real da produção e das suas necessidades; divulgar a situação atual da empresa, e o caminho a atingir. Mas o trabalho não finda com a implantação é necessário manter as mudanças positivas e enraíza-la na cultura da organização fazendo uma manutenção constante na busca da melhoria contínua. Só desta forma não se permite que o processo regreda.

Marodin et Saurin (2012) entendem a implantação como a forma de se passar da teoria à prática em uma organização e a Metodologia Enxuta, vem crescendo continuamente, devido ao constante uso destes sistemas nas organizações, sejam privadas ou públicas, de grande ou pequeno porte e a literatura acadêmica vem demonstrando as diversas linhas de pesquisa que atuam na área da engenharia de produção: o aspecto histórico; métodos, processos e ferramentas de implantação; fatores que afetam tais processos; avaliação das implantações e adaptações a setores específicos. Sendo possível, aprofundar o conhecimento sobre o tema, demonstrando cada vez mais importância para o meio empresarial de Processos “*Lean*” que possam gerar corte de custos, eficiência e produtividade.

Segundo Brito (2013) a implementação de práticas enxutas vai de acordo com os ideais da administração gerencial pública, assegurando a eliminação dos desperdícios: tempo, espera e movimentação desnecessária ao longo do processo gerencial e garantido rapidez e qualidade nos serviços. Eliminando ou reduzindo a morosidade das ações no serviço público, que se equipara a uma administração burocrática com excesso de regras que dificultam o andamento e a realização de determinadas atividades, gerando ineficiência ao atendimento do cidadão. As práticas “*Lean*” poderão dar maior dinamismo e mobilidade das ações e objetivos das organizações públicas, reduzindo os orçamentos destinados sem comprometer a qualidade das atividades fins que se destinam.

De acordo com De Castro (2013), ao implantar com princípios simples do “*Lean*” pode-se obter ganhos de produtividade e qualidade, com baixo investimento, mas dois fatores são fundamentais: organização nos processos e comprometimento de todos, pois trazem mudança de paradigma dos gestores e colaboradores.

Para Aij et al (2013), implementar o Pensamento “*Lean*” é um desafio devido ao ambiente ambíguo e complexo das organizações, podendo ser facilitada com o envolvimento da alta administração; a presença diária de liderança no ambiente de trabalho, ações que removam as barreiras percebidas, recursos suficientes e

tempo para melhorias. Para tal implementação ser bem sucedida é fundamental o envolvimento de todos.

Para a melhoria da eficiência na realização das reformas baseadas em ferramentas de produção enxuta, de acordo com Suetina et al (2014), é necessário elevar o nível da administração geral, estabelecer metas mensuráveis, realizáveis e claramente definidas. Logo é aconselhável começar com a elaboração de um programa de renovações que visam a adoção de princípios de Metodologia “*Lean*” em todo o empreendimento, pois cada implementação possuem suas próprias peculiaridades e características tornando-as distintos de outras e exigindo correções únicas dos métodos de gestão sendo realizados de forma contínua e universal.

Segundo Viera (2015) a metodologia “*Lean*” pode ser implantada em qualquer empresa com problemas de falta de eficiência e desperdícios, buscando reduzir o que não geram valor e aumenta os custos de produção e escondem problemas do processo, de modo a obter mais qualidade, variedade e velocidade e capacitá-las a competir em mercados cada vez mais caracterizados pela “variedade e restrição”. A Implantação da Metodologia Enxuta é mais rápida e a empresa fica mais flexível para atender a demanda e suas variações. A diferença entre a filosofia gerencial tradicional e a “*Lean*”, que vislumbra a capacidade de enxergar os desperdícios em cada detalhe do processo e as oportunidades de melhoria contínua onde antes já se haviam esgotado, é conceitual, podendo ser aplicada em todas as indústrias produtoras de bens e serviços.

Segundo Douglas et al (2015), o uso de técnicas “*Lean*”, para melhorar qualidade, simplificar, acelerar e tornar eficiente os processos, aumentar a satisfação e reduzir os custos é comum em toda a amplitude de serviços, incluindo serviços financeiros, transacionais e públicos. As idéias fundamentais da Produção “*Lean*” são universais e aplicáveis em qualquer lugar por qualquer pessoa e um dos últimos locais que ainda não foi totalmente implementada a Metodologia “*Lean*” no setor de serviços públicos é na educação de Ensino Superior. A Metodologia “*Lean*” tem potencial para reduzir o impacto dos cortes governamentais, devido à recessão global nos serviços financiados publicamente, como saúde e educação.

Para Sum (2016) a Metodologia “*Lean*” ao ser implantada tem como objetivo trazer a excelência nos processos, sendo de extrema relevância explorar capacidade de mudanças seja em situações simples e objetiva bem como em situações complexas e subjetivas. Para tal é necessário haver sinergia entre a estudo e ação para que o sucesso do planejamento das ações teóricas no âmbito da gestão possa ser alcançado quando da aplicação no campo da ação prática no ambiente de trabalho.

Para, Bhatia e Drew (2007), nas organizações públicas é mais difícil colocar os clientes em primeiro lugar, pois não há concorrência e as exigências dos clientes não é prioridade. Os gestores do setor público não se compreendem como supervisão ou gestão de operações e é incomum para uma única pessoa a ser responsáveis por todo um processo. Além disso, os olhares dos gestores tendem a concentrar-se em uma única

parte da operação, em detrimento do processo como um todo. Ainda segundo Bhatia e Drew (2007), os líderes do setor público estão olhando com interesse crescente em técnicas de “*Lean*”, pois, não só melhoram como transformam o setor, pois rompe a visão entre qualidade e custo do serviço prestado e pode oferecer melhor educação, melhores cuidados de saúde, pensões, e serviços de transporte. Sem o incentivo do lucro, gestores governamentais creem que não têm nem a necessidade de adotar uma abordagem enxuta. As organizações públicas podem aplicar o princípio enxuto em qualquer ambiente onde um processo pode ser definido no nível de trabalho. Sejam, militares, logísticos, hospitalares, educacionais, segurança social, aeroportos, tribunais e política que se prestam a eficiência e qualidade.

Para Randor e Osborne (2013) foi constatado que a literatura referente ao Serviço Enxuto pode variar muito sendo identificados em estudo de caso referentes aplicação da filosofia em bancos e instituições financeiras, setor da saúde público e privado, a educação pública e privada, a indústria aérea e militar, hotéis e restaurantes. Sendo de relevante importância para a alta gestão ou a intermédia e também a todos os funcionários envolvidos no setor de serviços, que conseguem fácil entendimento de como melhorar a eficiência na gestão das organizações de serviço a partir da perspectiva do Serviço Enxuto.

### 3 | MÉTODO PROPOSTO

A pesquisa se caracteriza como um experimento de campo, com a introdução da variável independente, Metodologia “*Lean*”, para se verificar a evolução dos principais serviços executados relativos aos setores de Manutenção, Limpeza e Merenda.

Antes de iniciar a implantação da metodologia “*Lean*” foi realizada uma fase inicial denominada “Análise e Diagnóstico”, onde foram verificados os seguintes gargalos nos principais serviços dos setores estudados:

- Manutenção – Tempo excessivo no serviço troca de lâmpadas fluorescentes da instituição, com a demanda de trabalho do setor sendo basicamente para este fim;
- Limpeza – Excesso de despejo de detritos da instituição, sem verificação de possibilidade de aproveitamento do material descartado e muitas constantes da empresa municipal de coleta de lixo;
- Merenda – O serviço de refeições aos estudantes, estava abaixo da capacidade produtiva podendo haver maior oferta de alimentação ao corpo discente na instituição.

Foi implantada a Metodologia “*Lean*”, com a aplicação de vinte e uma ferramentas da metodologia, de forma gradual ao longo de três anos, a partir de janeiro de 2014 (após a fase de Análise e Diagnóstico) a dezembro de 2016, segmentada por seis semestres, para que as mudanças causadas pela implantação pudessem ser facilmente assimiladas e introjetadas na rotina e na cultura dos setores estudados.

O desenvolvimento da implantação da Metodologia “Lean” nos setores de Manutenção, Limpeza e Merenda otimizaram sempre o dinamismo nos processos e nos serviços que vão se alterando e se ajustando as necessidades, a novos conhecimentos e trocas de experiência, buscando sempre a eficiência dos trabalhos realizados e de forma que os serviços alteram processos e vice-versa. As seguintes Ferramentas “Lean” foram implantadas ao longo de seis semestres, após a fase de Análise e Diagnóstico:

- 1º semestre (jan/jun 2014) – Análise e Diagnóstico;
- 2º semestre (jul/dez 2014) – “5S”, Comprometimento dos Funcionários à Gerência, Ferramentas de Controle de Qualidade, Gestão Visual, “Just in Time”, “Kaiakaku” e Manutenção Preventiva Total;
- 3º semestre (jan/jun 2015) – Desenvolvimento das Pessoas, *Kaizen*, “Milk-Run”, “Poka-Yoke”, Sistema de Integração Vertical e Trabalho Padronizado;
- 4º semestre (jul/dez 2015) – Descentralização das Responsabilidades, Fluxo Contínuo e “Empowrment”;
- 5º semestre (jan/jun 2016) – Desafiar Clientes e Fornecedores;
- 6º semestre (jul/dez 2015) – “Heijunka”, Redução da Base de Fornecedores, Tecnologia Confiável e Testada e Mapeamento de Processos.

A Figura 01 apresenta a aplicação das Ferramentas “Lean” ao longo do tempo.

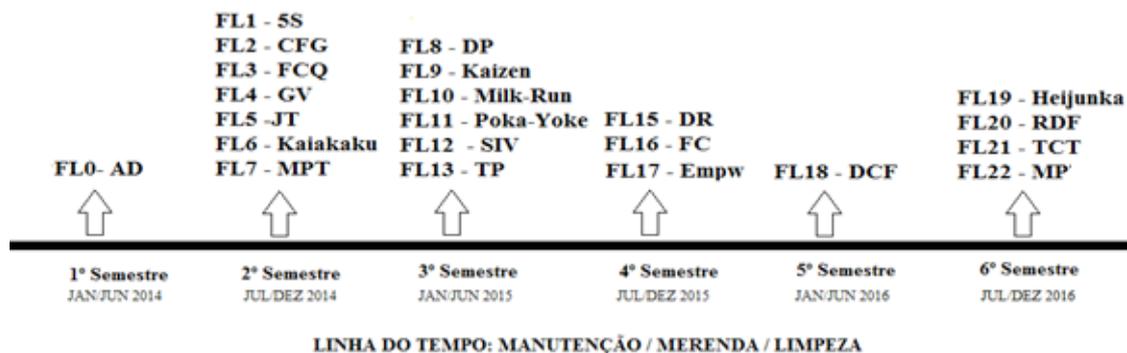


Figura 01 - Linha do tempo – implantação da ML no Setor de Manutenção/merenda/ limpeza

Fonte: - autor: dados da pesquisa

No Quadro 01 verifica-se a quantidade de Ferramentas “Lean” aplicadas ao longo do tempo ao longo do tempo de implantação da Metodologia “Lean” nos setores estudados.

QUANTIDADE DE FERRAMENTAS “LEAN” APLICADAS AO LONGO DO TEMPO						
LOCAL	1º semestre	2º semestre	3º semestre	4º semestre	5º semestre	6º semestre
Manutenção	0	7	6	3	1	4
Merenda	0	7	6	3	1	4
Limpeza	0	7	6	3	1	4

Quadro 01 - quantidade de ferramentas “Lean” aplicadas ao longo do tempo

Fonte: - autor: dados da pesquisa

Foram então criados três indicadores, um para cada setor, para acompanhar a evolução dos serviços dos setores pesquisados, através de seis semestres, buscando se melhorar a eficiência nos resultados dos serviços. Os mesmos estão descritos da seguinte forma:

- Manutenção – Tempo de troca de lâmpada fluorescente: Este indicador revela o tempo de troca de lâmpadas em minutos, mostrando sua evolução;
- Limpeza – Recolhimento do detrito da instituição por coleta – Este indicador revela a quantidade de detrito recolhido pela empresa de coleta foi calculado tomando se como base o M<sup>3</sup> que é a unidade de medida que as empresas e especializadas adotam
- Merenda – Quantidade de pratos servidos nas refeições: Este indicador avalia a quantidade de pratos servidos somando as refeições almoço e janta ao longo de um semestre em unidade.

#### 4 | RESULTADOS

Foram apresentados os seguintes resultados nos quadros que seguem neste item, de acordo com cada setor pesquisado.

- Manutenção – Houve diminuição do tempo de troca de lâmpadas fluorescentes, no período de estudado partindo-se de 120 minutos no 1º semestre de 2014 e reduzindo para 15 minutos no 1º semestre de 2016, com um fator de eficiência na redução do tempo em 87,5%. O Quadro 02 e o Gráfico 01 apresentam esta evolução.

SERVIÇO TROCA DE LÂMPADA						
AÇÃO	1º SEMESTRE	2º SEMESTRE	3º SEMESTRE	4º SEMESTRE	5º SEMESTRE	6º SEMESTRE
Tempo de troca de lâmpadas em min.	120	100	60	30	15	15

Quadro 02 – Serviço de troca de lâmpadas - Tempo

Fonte: - autor: dados da pesquisa

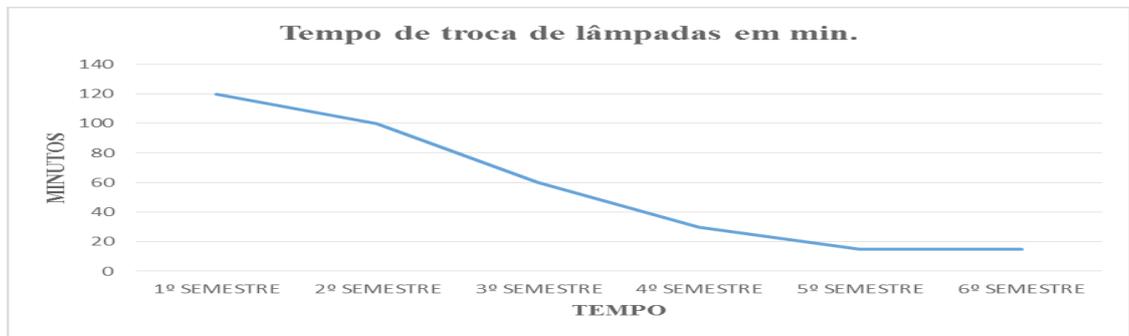


Gráfico 01 - Evolução do tempo de troca de lâmpadas

Fonte: - autor: dados da pesquisa

- Limpeza – Houve diminuição dos detritos despejados e recolhidos a cada coleta pela empresa prestadora de serviço de recolhimento de lixo, partindo-se de 15M<sup>3</sup> no 1º semestre de 2014 e reduzindo para 5,78 M<sup>3</sup> no 2º semestre de 2016, com um fator de eficiência de redução de despejo de lixo de 61,47%, sendo despejado somente 38,53% da quantidade inicial. O quadro 03 e o Gráfico 02 apresentam esta evolução.

RECOLHIMENTO DETRITO						
AÇÃO	1º SEMESTRE	2º SEMESTRE	3º SEMESTRE	4º SEMESTRE	5º SEMESTRE	6º SEMESTRE
Detrito recolhido a cada coleta M <sup>3</sup>	15	12	10	8	6,23	5,78

Quadro 03 – Recolhimento de detritos da instituição por coleta

Fonte: - autor: dados da pesquisa

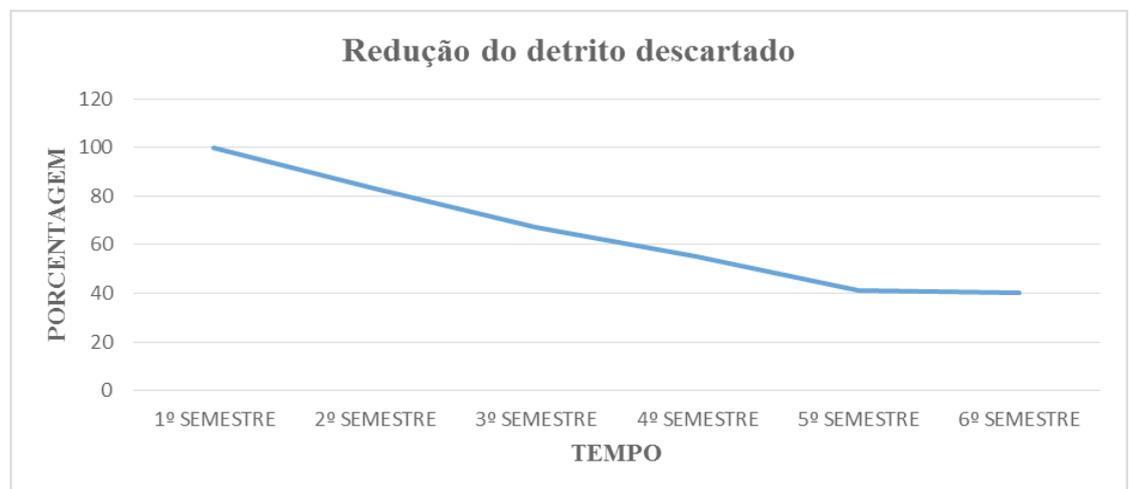


Gráfico 02 – Redução do detrito descartado

Fonte: - autor: dados da pesquisa

- Merenda – Houve aumento dos pratos servidos diariamente nas refeições almoço e janta, partindo se de 90 pratos no 1º semestre de 2014 e aumentando para 300 pratos servidos diariamente nas refeições no 2º semestre de 2016. Com aumento de eficiência no serviço de 233,3%. O quadro 04 e o gráfico 03 apresentam esta evolução.

PRATOS SERVIDOS NAS REFEIÇÕES						
AÇÃO	1º SEMESTRE	2º SEMESTRE	3º SEMESTRE	4º SEMESTRE	5º SEMESTRE	6º SEMESTRE
Pratos servidos diariamente (média).	90	120	180	210	250	300

Quadro 04 – pratos servidos nas refeições

Fonte: - autor: dados da pesquisa

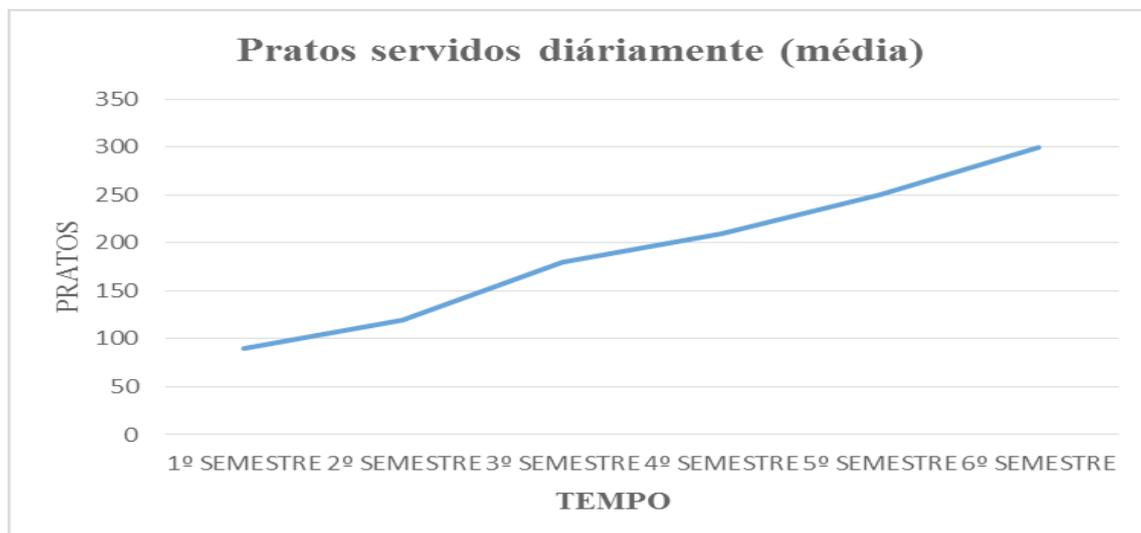


Gráfico 03 – Pratos servidos nas refeições

Fonte: - autor: dados da pesquisa

## 5 | CONCLUSÕES

Conclui-se que houve aumento na produtividade dos serviços, com aumento de eficiência nos indicadores escolhidos após a implantação da Metodologia “Lean” nos setores de Manutenção, Limpeza e Merenda da instituição em foco.

As ferramentas foram implantadas de forma gradual, contribuindo para uma melhora contínua nos serviços e de forma a ser assimilada na cultura dos setores envolvidos.

Para os setores prestadores de serviços desta instituição a Metodologia “Lean” serviu como ponto de mudança nos processos e reestruturação dos serviços por eles executados e que apresentavam gargalos em algum ponto do processo, sendo analisados e aplicadas Ferramentas “Lean” que contribuíram o sucesso da implantação da metodologia em voga.

O tempo de implantação da metodologia foi adequado a não causar choques e reações negativas que pudessem impedir a plena assimilação dos conceitos e mudanças.

Para estudos futuros sugere-se ampliar o leque da pesquisa a outros setores da instituição e comparar se haverá aumento da eficiência e da qualidade dos serviços.

## REFERÊNCIAS

- ABRANTES, Rafael Santiago de. **Optimização de uma linha de produção aplicando a metodologia Lean**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- AIJ, Kjeld Harald et al. **Experiences of leaders in the implementation of Lean in a teaching hospital—barriers and facilitators in clinical practices: a qualitative study**. *BMJ open*, v. 3, n. 10, p. e003605, 2013.
- ARANTES, Paula Cristina Fonseca Gonçalves et al. **Lean Construction: filosofia e metodologias**. 2012.
- BHATIA, Nina; DREW, John. **Applying lean production to the public sector**. *The McKinsey Quarterly*, v. 3, n. 1, p. 97-98, 2006.
- BRITO, Zenóbia Menezes de et al. **Lean Office e a melhoria dos serviços: um estudo de caso em uma Instituição Federal de Ensino**. 2013.
- DAL ZOUTO, Cleber Bataglin. **Introdução dos princípios da filosofia de construção enxuta em construtoras de Santa Maria-RS**. 2015.
- DE CASTRO, Hugo Machado. **Verificação dos ganhos de produtividade na implantação da produção enxuta numa indústria de produtos médicos**. 2013.
- DOUGLAS, Jacqueline; ANTONY, Jiju; DOUGLAS, Alexander. **Waste identification and elimination in HEIs: the role of Lean thinking**. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 32, n. 9, p. 970-981, 2015.
- JASTI, Naga Vamsi Krishna; KODALI, Rambabu. **Lean production: literature review and trends**. *International Journal of Production Research*, v. 53, n. 3, p. 867-885, 2015.
- KARAWEJCZYK, Tamara Cecilia; TELLES FILHO, Telmo Silva. **O Sentido do Trabalho no Sistema Toyota de Produção**. *Update-Revista de Gestão de Negócios*, v. 1, n. 1, p. 26-48, 2014.
- KUHN, MARCOS JOSÉ CORREA. **Avaliação da implantação do DFM-design for manufacturability em ambiente STP-Sistema Toyota de Produção em uma empresa de customização em massa: caso Bombas Vanbro**. São Leopoldo RS 2007.
- MAIA, Laura Costa; ALVES, Anabela Carvalho; LEÃO, Celina Pinto. **Metodologias para implementar Lean Production: Uma revisão crítica de literatura**. In: 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME2011) "A Engenharia no combate à pobreza, pelo desenvolvimento e competitividade". Edições INEGI, 2011.
- MARODIN, Giuliano; SAURIN, Tarcisio Abreu. **Linhas de pesquisa em implantação de sistemas de produção enxuta de 2000 a 2012: uma revisão de literatura**. 2012.
- PEDRÃO, Luciana Cristina. **Gerenciamento de Projetos lean; utilização otimizada de recursos garante sucesso na gestão de projetos**. Lean Institute Brasil, 2014.
- RADNOR, Zoe; JOHNSTON, Robert. **Lean in UK government: internal efficiency or customer service?** *Production Planning & Control*, v. 24, n. 10-11, p. 903-915, 2013.
- RUPPENTHAL, Janis Elisa et al. **Experiências sobre a implementação da filosofia lean em uma obra de condomínio horizontal de interesse social em Santa Maria-RS**. *Revista ESPACIOSI* Vol. 36 (Nº 16) Ano 2015, 2015.

SARMENTO, Catarina Villas-Boas Malheiro. **Implementação de Lean no Setor Público: projeto no Centro Português de Fotografia**. 2015. Tese de Doutorado

SUETINA, Tatyana A.; ODINOKOV, Mikhail Y.; SAFINA, Dinara M. **Benefits of Project Management at Lean Manufacturing Tools Implementation**. Asian Social Science, v. 10, n. 20, p. 62, 2014.

SUM, Fabiane Flores. **Lean e a melhoria de processos de Backoffice: implantação de ferramentas Lean no gerenciamento de um CSC**. 2016.

VIEIRA, Thainá Lana. **Aplicação do sistema lean na construção civil e os critérios competitivos no setor**. 2015.

ZHOU, Bin. **Lean principles, practices, and impacts: a study on small and medium-sized enterprises (SMEs)**. Annals of Operations Research, v. 241, n. 1-2, p. 457-474, 2016.

## APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

**John Anthony do Amaral Oliveira**

**RESUMO:** A teoria das restrições foi criada, na década de 1980, como forma de alavancar os ganhos operacionais de uma organização, propondo cinco passos para sua realização. O presente estudo visa aplicar os cinco passos em um frigorífico, mais especificamente, na linha de produção de peças de traseiros bovinos, objetivando obter aumento de produtividade sem a necessidade de contratação de mão de obra e/ou compra de maquinário, isso sendo feito identificando o recurso gargalo, o mantendo sempre com peças a processar, ditando o ritmo das outras operações e tendo sua capacidade aumentada. Os procedimentos metodológicos utilizados para alcançar os objetivos caracterizam a pesquisa-ação, sendo necessária a modificação do modo de produção, simultaneamente à produção científica. A relevância do artigo se reflete na geração de conhecimento prático, o que permite aos pesquisadores verificar sua aplicação. O resultado final foi um aumento de 25% da produção de peças/hora na produção de carne bovina.

**PALAVRAS-CHAVE:** Teoria das restrições. Gargalo. Restrição

**ABSTRACT:** The theory of constraints was

created, in the 1980s, as a way of leveraging the operational gains of an organization, proposing five steps to its realization. The present study aims to apply the five steps in a frigorific, more specifically, in the production line of bovine rear parts, in order to obtain an increase of productivity without the need of hiring of labor and / or purchase of machinery, this being done identifying the bottleneck feature, keeping it always with pieces to process, dictating the pace of other operations and having their capacity increased. The methodological procedures used to achieve the objectives characterize the action research, being necessary the modification of the mode of production, simultaneously to the scientific production. The relevance of the article is reflected in the generation of practical knowledge, which allows researchers to verify its application. The final result was a 25% increase in the production of parts / hour in the production of beef.

**KEYWORDS:** Theory of constraints. Neck. Restriction

### 1 | INTRODUÇÃO

Organizações visam obter maiores lucros através da venda de seus produtos ou serviços. Entretanto, gestores se deparam com o problema de limitação de recursos e

concorrência acirrada. Desta forma é necessário desenvolver novas maneiras de gerir seus recursos, de modo a oferecer melhores produtos, no menor tempo e com menor preço para, conseqüentemente, obter maiores lucros.

O físico israelense Eliyahu M. Goldratt, na década de 1980, desenvolveu uma metodologia, que visa lidar com as chamadas restrições de uma organização. Para Goldratt (1990) a empresa precisa identificar as operações que restringem de alcançar sua meta, para então, subordinar todas as outras atividades a essa com menor capacidade, trazendo, assim, aumento dos lucros, diminuição do estoque em processo e redução do custo operacional.

O presente artigo visa aplicar a teoria das restrições em um frigorífico objetivando responder a seguinte pergunta: é possível aumentar a quantidade produzida por hora, de peças de bovinos, sem a necessidade de contratação de mão de obra e/ou compra de maquinário? Para tanto o desenvolvimento do estudo foi baseado na exploração do recurso com menor capacidade identificado no sistema produtivo.

A contribuição deste estudo é demonstrar a aplicação da teoria das restrições, no setor alimentício, para o aumento da produtividade sem a necessidade de contratação ou compra de maquinário, além de gerar conhecimento sobre o tema, uma vez que estudos específicos sobre essa teoria estão em declínio (SILVA, GENRO E KIPPER, 2015), permitindo aos pesquisadores verificar sua aplicação em um âmbito prático.

O desenvolvimento deste trabalho foi organizado em cinco seções: seção 1, introdução, seção 2, referencial teórico onde são explicitadas as bases da teoria das restrições (Theory Of Constraints – TOC) e da cronoanálise, seção 3, com a metodologia de pesquisa, demonstrando os aspectos da pesquisa-ação no contexto do presente artigo, seção 4, os resultados e discussões e por fim, na seção 5, uma breve conclusão.

## **2 | REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Teoria das restrições**

A metodologia desenvolvida por Goldratt visa a máxima obtenção de lucros pela administração dos recursos que restringem um empreendimento. Esta metodologia foi amplamente difundida através do livro “A Meta”.

Neste livro, os autores contextualizam uma empresa que enfrentava um momento crítico: dificuldade em atingir prazos de entrega, enorme quantidade de inventário e com um prazo de três meses para seu fechamento. Nesta situação, o então gerente, Alex Rogo, reúne sua equipe para tentar resolver a difícil situação, caracterizada pelos diretores, como irreversível.

A equipe de Rogo entendeu que para alavancar a empresa, os processos deveriam ser vistos como dependentes entre si ou como uma corrente interligada, em que era necessário identificar a operação com menor capacidade (o elo mais fraco) e então

mover esforços para fortificá-lo. Isso seria uma mudança na tradicional concepção de gestão de operações, na qual as operações eram vistas apenas como um processo de transformação de inputs em outputs isoladamente (MAHESH, 2008).

Goldratt (1990) definiu o elo mais fraco, ou o recurso com menor capacidade, como gargalo, pois é ele quem restringe a organização de alcançar sua meta. Os outros elos foram denominados como: recurso com excesso de capacidade (maior capacidade), que deve ser subordinado ao gargalo, e que não apresenta nenhuma restrição em sua capacidade produtiva (RODRIGUES; PEIXOTO, 2015); e recurso de capacidade restrita que se tornará uma restrição quando a capacidade do gargalo for aumentada (COGAN, 2007).

Goldratt, ao discutir sobre o balanceamento de fluxo e capacidade, diz que em uma linha de produção existem efeitos indesejáveis, ocasionando a diminuição da cadência de produção. Esses efeitos indesejáveis são decorrentes da aleatoriedade dos tempos da operação, influenciadas por: qualidade de materiais comprados, quebra de máquinas, disponibilidade de ferramentas, absenteísmo, falta de material para processar no recurso, variações no comportamento, entre outros (COX; SCHLEIER JUNIOR, 2010).

Foi nesse âmbito que a teoria das restrições foi criada, fornecendo uma metodologia estruturada em cinco etapas para identificar e explorar ao máximo as restrições e minimizar os efeitos indesejáveis. Os cinco passos são ilustrados na Figura 1 e cada etapa é comentada em seguida.



Figura 1 – Os cinco passos da teoria das restrições

Fonte: Adaptado de Goldratt (1990)

### 2.1.1 Identificar a restrição do sistema

A meta de uma organização é aumentar seus lucros. Assim sendo, é importante identificar tudo que a distancia dessa meta ou que a impeça de alcançá-la.

Freqüentemente, essas restrições são causadas por uma pequena quantidade de elementos num sistema (MABIN, 2003) e segundo Oliveira *et.al.* (2015) podem ser classificadas como restrição física e políticas. Podem ser considerados exemplos de:

- a. Restrição física: pouca capacidade de atender a uma demanda, *layout* ineficiente, orçamento restrito, mão-de-obra escassa, linha de produção desbalanceada (HINCKELDEYN *et al.*, 2014); e

- b. Restrições políticas, quando a organização é avessa a mudanças (PIRES, 2010).

### *2.1.2 Decidir como explorar a restrição do sistema:*

Uma vez identificado o gargalo, o mesmo deverá ficar ocupado todo tempo da sua disponibilidade (RODRIGUES; PEIXOTO, 2015), fazendo com que o recurso restrito seja utilizado em sua máxima capacidade. Esta decisão é muito importante, pois uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro (GOLDRATT, 1990).

### *2.1.3 Subordinar tudo à decisão anterior*

Como o gargalo é o que apresenta menor capacidade, todas as outras operações devem se esforçar para atendê-lo e nunca ultrapassar essa capacidade determinada. Desta forma, o nível de utilização de um recurso não gargalo não é determinado pelo seu próprio potencial, mas pelo potencial da restrição do sistema (FERREIRA, 2007). Se a subordinação não for respeitada, estoque em processo será criado (FANTINI, 2011).

A fim de controlar esse estoque e toda cadência da linha, Goldratt criou o termo denominado tambor-pulmão-corda (*drum buffer rope*) estabelecendo que o gargalo é quem ditaria a cadência de toda a fábrica. O tambor representaria o ritmo do gargalo ditando os processos, o pulmão serviria para manter o gargalo ocupado todo o tempo, prevenindo-o de qualquer interrupção (*Murphy*), mantendo o ganho da empresa, e a corda limitaria o inventário determinado pelo gargalo (COGAN, 2007). Num contexto mais prático, o tambor seria a cadência do recurso gargalo, o pulmão, um pequeno estoque de prevenção antes do gargalo e a corda seria o limite desse pequeno estoque.

### *2.1.4 Elevar a restrição do sistema*

Para que a capacidade do sistema inteiro seja aumentada é necessário focar esforços na ampliação da capacidade da restrição, pois é ele quem dita a cadência e ganho do sistema como um todo (FERREIRA, 2007). Isso seria uma visão holística da organização, pois uma única operação afetaria o ganho da empresa como um todo.

Para elevar a restrição, pode-se comprar novos equipamentos, mudar a tecnologia, desenvolver os processos ou matérias primas (VEIT *et al.* 2012). Esse aumento acontece até o momento em que o recurso com capacidade restrita se tornar um novo gargalo, dando início à quinta e última etapa.

### *2.1.5 Se em um passo anterior uma restrição for quebrada, volte ao passo 1*

É necessário identificar não só as restrições do sistema, mas também os recursos com capacidade restrita, pois são eles quem se tornarão gargalo. Isso acontece,

porque ao seguir os quatro passos anteriores, a capacidade do gargalo ultrapassa a do recurso com capacidade restrita, da mesma forma limitando toda a empresa de alcançar seu objetivo. Com isso, deve-se voltar ao primeiro passo e reaplicar a metodologia.

Apesar de a teoria ter sido criada na década de 1980, seus conceitos básicos não mudaram com o passar dos anos (MAHESH, 2008). A exemplo disso, Júnior *et al.* (2015) aplicaram a teoria em uma indústria de refrigerantes, obtendo como resultados melhor utilização do recurso gargalo (equipamento de envase) e ganhos com receita de vendas no valor de R\$1.474.989,45. Machado e Brito (2013) fizeram o uso da teoria em uma usina de etanol, onde puderam identificar o gargalo da cadeia de suprimentos e propor melhorias no processo produtivo. Oglethorpe (2012) fez o uso da metodologia na indústria alimentícia, na Inglaterra, identificando sete tipos de restrições e sugerindo melhores formas de gerir empresas alimentícias locais, através de centros autônomos de distribuição ou cooperativas locais.

## 2.2 Estudo do tempo

Uma linha de produção consiste em sucessivas etapas cuja finalidade é transformar matérias-primas (*input*) em produtos que satisfaçam as necessidades dos clientes (*output*). Dentro dessas linhas existem postos de trabalho, em que a posição é fixa e a sequência é ditada pelas sucessivas operações a realizar.

Para saber a sequência das operações e o ritmo do operador em estudo, Barnes (1977) indica o estudo do tempo das estações de trabalho. Esse estudo também mensura o tempo padrão para execução da operação (GOMES *et al.*, 2008) e a variação dos tempos das atividades que gera alteração no fluxo de produção (GORI, 2012).

O estudo de tempos e métodos tem seu foco na análise detalhada de todos os movimentos englobados em uma atividade e a maneira como são efetuadas, analisando e buscando métodos mais eficientes de execução (PEINADO; GRAEML, 2007). Ainda para os autores, o trabalho deve ser separado em partes mais curtas quanto possível, mas longas o suficiente para que possam ser medidas com o cronômetro.

Uma das formas de representar os tempos obtidos é através do histograma. Neste gráfico, Figura 2, o eixo das ordenadas são os tempos de ciclo obtidos e no eixo das abscissas os postos de trabalho.

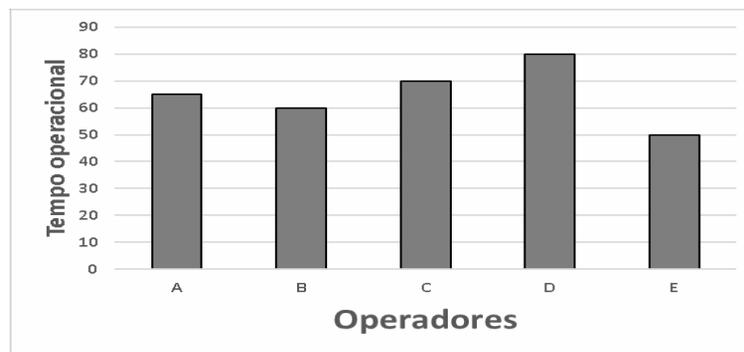


Figura 2- Representação dos tempos operacionais

Fonte: adaptado de Gomes *et al.* (2008)

Sem alterações no desenvolvimento da metodologia de cronometragens nas tarefas, desde que desenvolvida (REIS, NAUMANN E SCORTEGAGNA, 2015), sua utilização se torna importante para a medição e avaliação do desempenho do trabalho, determinação da capacidade produtiva, elaboração de programas de produção (ADRIANO, *et. al*, 2011) e ainda utilizada como ferramenta para quantificar os gargalos do processo produtivo (PESSOTTI, CHAGAS E MORTE, 2015).

### 3 | MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia utilizada foi a pesquisa-ação que se caracteriza por uma produção de conhecimento com uma modificação intencional de uma dada realidade (Mello *et al.* 2012). De fato, a pesquisa teve cunho modificador na empresa, concomitante com o estudo apropriado sobre o tema e sua forma de aplicação e condução.

Para Thiollent (2007) é necessário que a ação seja não trivial, o que quer dizer uma ação problemática que mereça investigação sob o ponto de vista científico. Na prática, a ação exigiu profundo entendimento dos processos o qual foi subsidiado pela perspectiva da pesquisa-ação em conjunto à teoria das restrições.

A estrutura da pesquisa-ação é dividida em cinco etapas (THIOLLENT, 2007): 1. Planejar pesquisa-ação; 2. Coletar dados; 3. Analisar dados e planejar ação; 4. Implementar ações e 5. Avaliar resultados e gerar relatório. O Quadro 2, abaixo, explicita tais fases juntamente com o que foi desenvolvido em cada etapa:

	Estágio	Ação
1. Planejar pesquisa-ação	1.1. Iniciar projeto de pesquisa	Pesquisa iniciada a partir de uma demanda exposta pela empresa: necessidade de aumento da produção.
	1.2. Definir estrutura conceitual teórica	Delineação e leitura de artigos e livros referentes a Teoria das Restrições.
	1.3. Selecionar unidade de análise e técnicas de coleta de dados	Selecionou-se a família de produtos com maior liquidez (bovinos). A obtenção de dados foi atingida através de observação e cronoanálise.
	1.4. Definir contexto e propósito	Necessidade de aumentar a taxa de produção em peças/hora, utilizando os mesmos recursos tanto de funcionários quanto de máquina.
	2. Coletar dados	Para cada atividade, Foram realizadas vinte (20) medições para o cálculo do tempo médio, sendo que o cronômetro foi acionado no instante em que o colaborador toca na peça e paralisado ao soltar a peça processada sobre a bancada. Foi calculada a variação no tempo médio tanto para mais quanto para menos e para isso utilizou-se a diferença entre o maior e a menor medida. Ao mesmo tempo foi coletada a quantidade de peças processadas por hora diariamente.
	3. Analisar dados e planejar ações	Com os tempos médios transpostos em forma de histograma e com a quantidade de peças/ hora diária, um plano de ação foi formulado baseado nos cinco passos da teoria das restrições. Determinou-se a operação gargalo (mais demorada), as operações com excesso de capacidade e as com capacidade restrita, a cadência mínima e o novo método de operação.
	4. Implementar ações	Neste ponto do trabalho, houve bastante resistência por parte do proprietário e do líder de produção, alegando que essa metodologia não era adequada à empresa. Para transpor essa barreira, os gráficos dos tempos médios, a quantidade produzida e a nova proposição foram apresentadas para os mesmos, objetivando demonstrar o ganho potencial que a teoria traria à empresa como também o ganho de produtividade que estava sendo proposto. Além do proprietário e do líder de produção era necessário convencer os colaboradores. Para estes, foi necessária a comprovação real do aumento de produtividade. Isso foi feito propondo que eles produzissem meio expediente no método que já eram acostumados e meio expediente no novo método proposto, anotando (em um quadro na linha) a produção por hora em ambos os casos. Desta forma ficou claro o aumento da produtividade, adquirindo, assim, a adesão dos colaboradores.
	5. Avaliar resultado e gerar relatório	Como forma de acompanhamento, reuniões mensais eram feitas com o proprietário e com o encarregado para demonstrá-los a evolução dos resultados.

Quadro 2 - Detalhamento das fases, etapas e atividades

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação da Teoria das Restrições se deu em um frigorífico com duração de quatro meses (de março a julho de 2015) e contemplou a família de produtos de traseiros bovinos, pois esta era responsável por trazer maior liquidez à empresa. A metodologia afetou o modo de trabalho de 12 colaboradores dessa linha de produção.

Para manter a confidencialidade, os dados apresentados foram modificados, porém a lógica real da situação foi preservada com números aproximados. Esta seção foi desenvolvida de acordo com os cinco passos da teoria das restrições, conforme mencionado no texto.

### 4.1 Identificar a restrição do sistema

A primeira etapa do projeto consistiu na observação e coleta de dados e conversas informais com os colaboradores e o responsável da área para conhecer o sistema e a organização produtiva da empresa.

A sequência dos processos pode ser observada na Figura 3, tendo início no descarregamento e fim na estocagem:

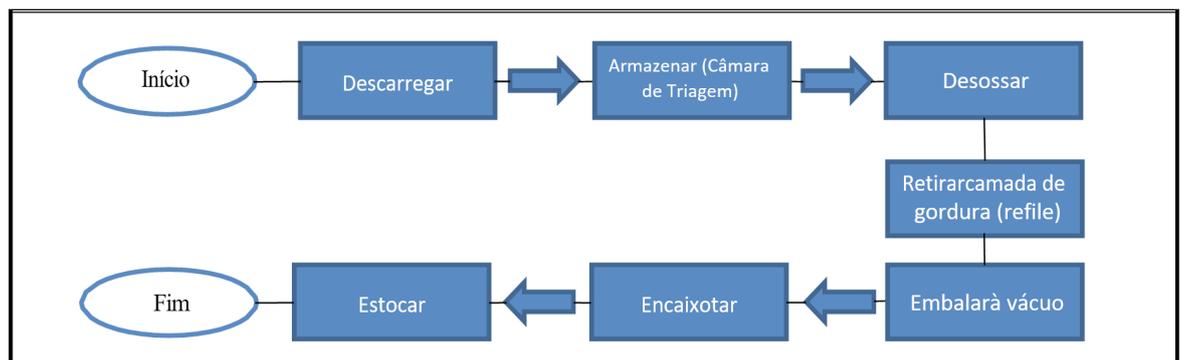


Figura 3 – Sequência do processamento de carne

Para identificar a restrição do processo foram analisadas as atividades dos desossadores, com cinco colaboradores, executando atividades distintas, do refile, com cinco colaboradores, também executando atividades distintas, e da embalagem à vácuo, com dois colaboradores realizando atividades diferentes. A Figura 4, a seguir, apresenta o *layout* da linha. As setas representam o fluxo das peças. Os colaboradores dentro do primeiro quadrado (de cima para baixo) são os desossadores, dentro do segundo quadrado pontilhado o refile e dentro do terceiro quadrado pontilhado os colaboradores da embalagem à vácuo.

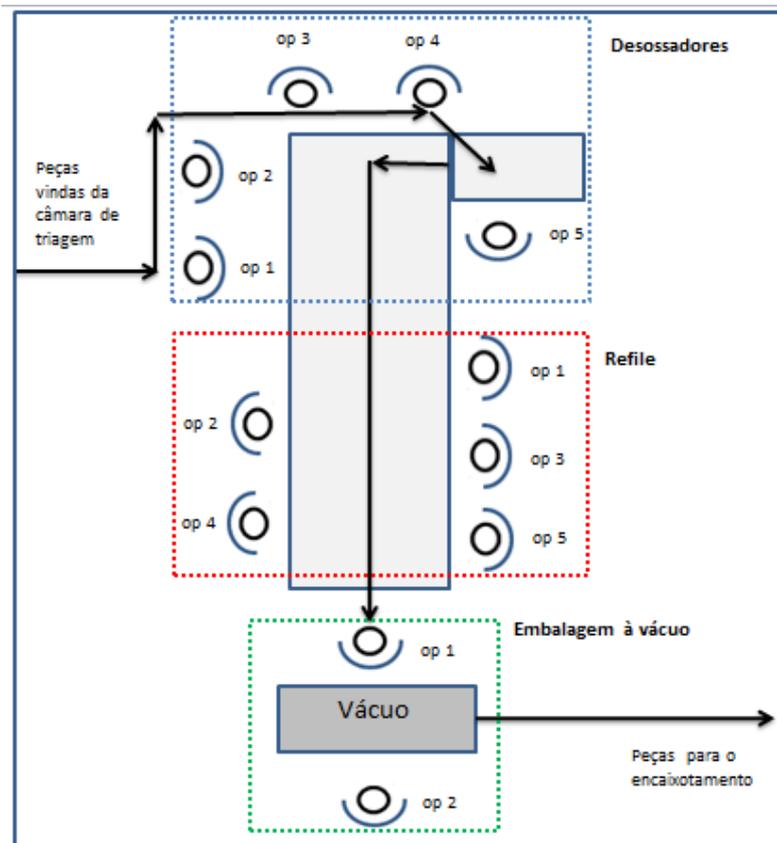


Figura 4 – Layout da linha de traseiros bovinos

Para cada operador, 20 medições foram realizadas representadas na Figura 5 pelos tempos médios. A variação de cada operação foi de  $\pm 10$  segundos. Tal variação se deu pelo fato das operações serem manuais e pela temperatura variar de peça para peça, dificultando o corte. A coluna azul representa os tempos dos desossadores, a vermelha os tempos das faqueiras (refile), e a verde, os tempos da embalagem primária (vácuo).

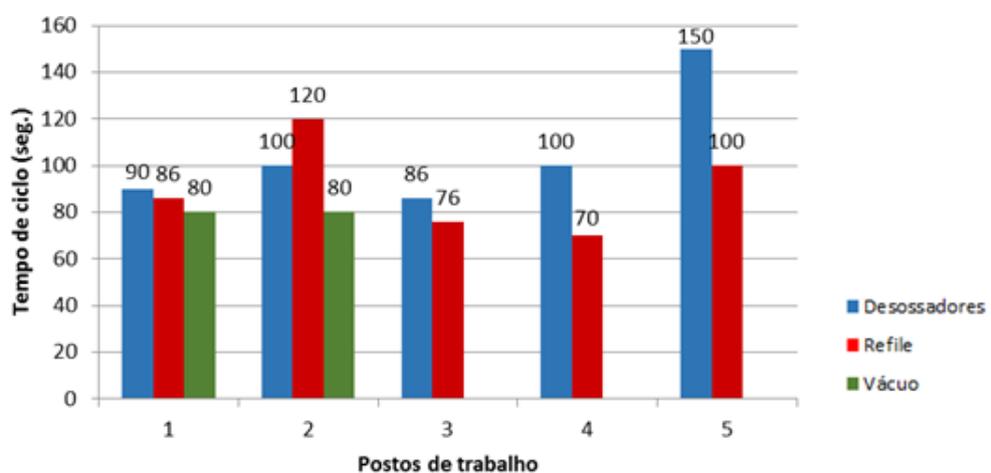


Figura 5 – Tempo médio das atividades (valores modificados)

Desta forma, fica visível que a atividade 5 dos desossadores é a mais demorada ( $150 \pm 10$  segs.), portanto, sendo classificada como gargalo. A atividade 2, refile, é um recurso com capacidade restrita, pois é a segunda que apresenta maior tempo ( $120 \pm 10$  segs.) e, por fim, as outras atividades são consideradas recursos com excesso de

capacidade.

## 4.2 Decidir como explorar a restrição do sistema

Anteriormente ao projeto realizado, não existia uma cadência mínima de trabalho estabelecida, ou seja, era produzido de acordo com as primeiras atividades dos desossadores (as que são mais rápidas).

Uma consequência desse modo de trabalho era o desbalanceamento da linha de produção, em que as atividades têm tempos de execução diferentes umas das outras. Esse desbalanceamento, muitas vezes, se transformava em peças a processar em frente ao gargalo. Uma vez constatado esse acúmulo, parava-se toda a produção, até que se diminuíssem as peças em espera por processamento, comprometendo a produção de peças/hora.

Tomou-se a decisão de estabelecer uma cadência mínima de produção, tendo como referência o tempo da atividade gargalo, garantindo, assim, que o gargalo não ficasse sem peças a processar, interrompendo o fluxo de produção.

## 4.3 Subordinar tudo à decisão anterior

Uma vez estabelecida a cadência mínima necessária, determinou-se que cada atividade seguiria esta mesma cadência, independentemente da velocidade real de cada operação.

Para assegurar que as outras atividades estariam sujeitas à cadência do gargalo, foi posto um cronômetro na entrada da linha de produção, sendo de fácil visualização por todos. O tempo usado no cronômetro foi o tempo da operação 5, dos desossadores, o gargalo do sistema produtivo.

Os tempos de ciclo dos desossadores estão expressos na Figura 6. As flechas representam os tempos remanescentes até que a atividade gargalo fosse cumprida ( $150 \pm 10$  segs.).

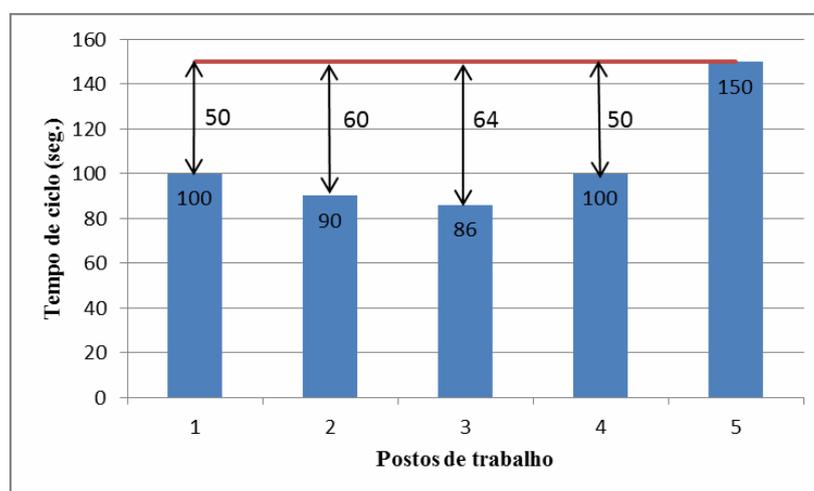


Figura 6 – Tempos de ciclo dos desossadores (valores modificados)

Ao estabelecer uma cadência mínima, colocar um cronômetro na entrada da

linha e subordinar tudo à restrição, a quantidade produzida já obteve um acréscimo de oito peças/hora, inicialmente de 40 peças/hora, para 48 peças/hora (3600s/150s). Porém, ainda era necessário elevar a restrição do sistema, dando início ao quarto passo.

#### **4.4 Elevar a restrição do sistema**

Para, então, elevar a restrição do sistema, foram usados os tempos disponíveis dos colaboradores entre os ciclos (representados pelas setas do gráfico acima).

Durante cada hora, ficou estabelecido que fosse posto duas peças suplementares na linha para que esses colaboradores pudessem processá-la durante o tempo ocioso, aumentando a quantidade de peças/hora produzida para 50 peças/hora.

Essa modificação foi também importante para mitigar os efeitos indesejáveis presentes na linha devido à temperatura das carnes, abaixo do normal, e ao tamanho da peça maior que o normal, elevando o tempo de processamento das peças. Desta forma, sempre que a operação gargalo ultrapassasse o tempo estabelecido, um dos quatro colaboradores iria o ajudar, fazendo com que a cadência fosse mantida, não havendo necessidade de um funcionário a mais na linha. Isso só foi possível pela proximidade das atividades e porque todos os funcionários sabiam realizar todas as operações.

#### **4.5 Se em um passo anterior uma restrição for quebrada, volte ao passo 1**

A inércia não deve tomar conta de uma organização, uma vez que essa é constantemente modificada. Assim sendo, com a devida elevação da capacidade da restrição, mostrada no passo 4, a operação das faqueiras (Refile) se tornou a nova restrição do sistema.

Para se obter um novo real ganho é necessário voltar ao início da metodologia, ou seja, decidir como explorar a nova restrição, subordinar tudo à nova restrição e decidir como elevar esse gargalo.

Na Figura 7 é mostrada a evolução da quantidade produzida por hora. É importante destacar que, com a adoção desse método, chegou-se a um pico de 53 peças por hora. Todavia, não foi mantida essa cadência por ser considerada muito rápida e por se caracterizar como arriscada ao operador, uma vez que seus instrumentos de trabalho eram facas.

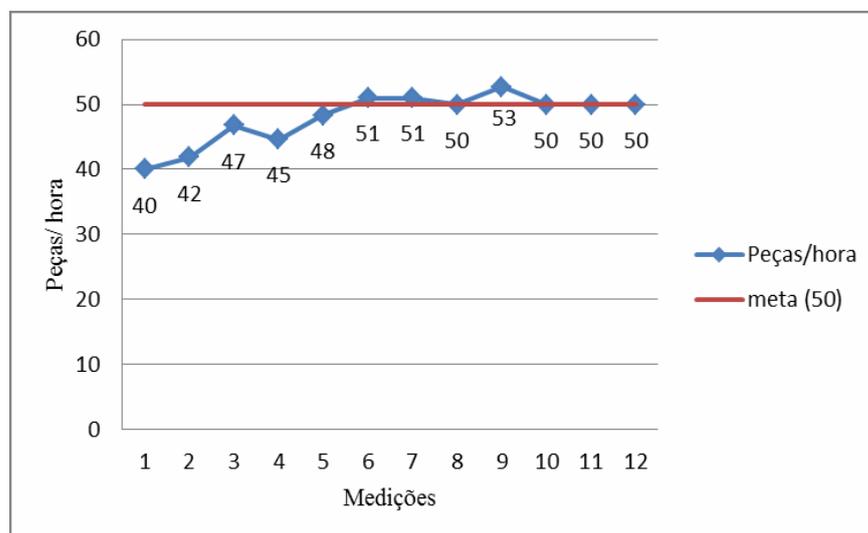


Figura 7 – Evolução da quantidade produzida (valores modificados)

Como resultado dessas modificações, a empresa pôde aumentar o número de peças/hora produzidas de 40 para 50 (valores modificados) sem precisar aumentar seu contingente de colaboradores, nem aumentar a quantidade de horas trabalhadas, isso corresponde a um aumento de 25% na produção por hora.

## 5 | CONCLUSÕES

O trabalho proposto objetivou aplicar a teoria das restrições, em um frigorífico, e responder a seguinte pergunta: é possível aumentar a quantidade produzida por hora, de peças de bovinos, sem a necessidade de contratação de mão de obra e/ou compra de maquinário? De fato, a quantidade produzida foi aumentada, em 25%, e não houve nova contratação nem compra de maquinário, confirmando a aplicação da teoria das restrições e respondendo positivamente à questão inicial.

Entretanto, em sua fase de implementação, resistência a mudanças e não aceitação foram uma constante, caracterizando, assim, uma restrição comportamental. Como forma de obtenção de confiança, e maior aceitação por parte dos colaboradores foi colocado um quadro com a marcação da produção das peças/hora na linha de produção, onde eles puderam ver a evolução da quantidade produzida, com isso foi possível aumentar a confiança com relação ao novo método de trabalho.

Durante a aplicação da metodologia, conceitos da TOC foram transmitidos aos funcionários, ao líder de produção e ao empresário, uma vez que esses não tinham conhecimento do que era a teoria das restrições bem como sua aplicação.

O empresário também demonstrou sua satisfação com o novo método, propondo, também, que a metodologia fosse expandida para a linha de produção de suínos e dianteiros bovinos.

## REFERÊNCIAS

- ADRIANO, F. F.; Rodrigues, M.V; Hossn, C.A.A; Moreira, M.L.S; Tabosa, C. de M., **Determinação da Capacidade produtiva de uma confecção de pequeno porte através do estudo de tempos sob o enfoque da teoria das restrições**. In. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011, Belo Horizonte, MG. Anais...Belo Horizonte, MG, 2011.
- BARNES, Ralph M. **Estudo de Movimentos e de Tempos**. 6ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.
- COGAN, Samuel. **Contabilidade Gerencial: uma abordagem da Teoria das Restrições**. São Paulo: Saraiva, 2007.
- COX, J. F.; Schleier Junior, J. G. **Theory of Constraints: Handbook**. New York: McGraw-Hill, 2010.
- FANTINI, Rodrigo. **Influências e contribuições da teoria das restrições em sistemas de medição de desempenho: uma análise teórico-conceitual**. 2011. 142 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, 2011.
- FERREIRA, Alessandra Henriques; **Aspectos importantes na implantação da teoria das restrições na gestão da produção: um estudo multicaso**. Ribeirão Preto, 2007.
- GOLDRATT, E. E Cox, J. **A Meta**. 4. ed. rev. São Paulo: Claudiney Fullmann, 1990.
- GOMES, J.E.N.; Oliveira, J.L.P.; Elias, S.J.B.; Barreto, A.F.; Aragao, R.L. **Balanceamento de linha de montagem na indústria automotiva - um estudo de caso**. In. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2008, Rio de Janeiro. RJ. Anais... Rio de Janeiro, RJ, 2008.
- GORI, R.M. **O balanceamento de uma linha de montagem seguindo a abordagem lean manufacturing**, In. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2012, Bento Gonçalves. RS. Anais... Bento Gonçalves, RS, 2012.
- HINCKELDEYN, J.; Dekkers, R.; Altfeld, N.; Kreutzfeldt, J. **Expanding bottleneck management from manufacturing to product design and engineering processes**. Computers & Industrial Engineering, v. 76, p.415-428, 2014.
- JUNIOR, D.J.A.; Viegas, R.A.; Oliveira, A.L.; Simoes, A.S. **A contribuição da programação linear e da teoria das restrições para o planejamento em médio prazo do mix de produção em uma fábrica de refrigerantes**. In. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015, Fortaleza, CE. Anais... Fortaleza, CE, 2015.
- MABIN, V.J.; Balderstone, S. J. **The performance of the theory of constraints methodology**, International Journal of Operations & Production Management, v. 23, p. 568 – 595, 2003.
- MACHADO, R.L.; Brito, A.M.O. **Análise da cadeia de suprimentos do etanol**. In. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2013, Salvador. BA. Anais... Salvador, BA, 2013.
- MAHESH, C.; Gupta Lynn H. Boyd. **Theory of constraints: a theory for operations management**, International Journal of Operations & Production Management, v. 28, p. 991–1012, 2008.
- MELLO, C. H. P.; Turrioni, J. B.; Xavier, A. F.; Campos, D. F. **Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução**. Produção, v. 22, p.1-13, 2012.
- OGLETHORPE, D; Heron, G, **Testing the theory of constraints in UK local food supply chain**, International Journal of Operations & Production Management, v.33, p.1346-1367, 2013.
- OLIVEIRA, L. V.; Bonato, S. V.; Cassel, R. A.; Caten, C. S. T. **utilização do conceito de gargalos em**

**uma linha de produção - uma análise da interpretação do conceito.** In. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015, Fortaleza, CE. Anais... Fortaleza, CE, 2015.

PEINADO, J.; Graeml, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba: Unicenp, 2007

PESSOTTI, R.Q.; Chagas, T.S.; Morte, J.A.B. **Aplicação da cronoanálise e de ferramentas da qualidade como meio para aumento da produtividade em uma empresa do ramo moveleiro.** In. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015, Fortaleza, CE. Anais... Fortaleza, CE, 2015.

PIRES, Fernando Bernardi de Souza Sílvio R.I. **Theory of constraints contributions to outbound logistics,** Management Research Review, v. 33, p. 683 – 700, 2010.

REIS, C.C.C.; Naunmann, E.A.; Scortegagna, C. **Aplicação do estudo de tempos em uma prestadora de serviços na busca do aumento da produtividade.** In. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015, Fortaleza, CE. Anais... Fortaleza, CE, 2015.

RODRIGUES, M. R. O. R.; Peixoto, J. K. C. **teoria das restrições como uma ferramenta de análise e solução de problemas: um estudo de caso em uma confecção na cidade de limoeiro do norte-ce.** In. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015, Fortaleza, CE. Anais... Fortaleza, CE, 2015.

SILVA F.L.; Genro J. P.; Kipper L.M. **A teoria das restrições e a gestão de processos: uma apreciação crítica da literatura.** In. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015, Fortaleza, CE. Anais... Fortaleza, CE, 2015.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação.** 15. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

VEIT, D.R.; Dresch, A.; Neto, S.L.H.C.; Lacerda, D.P.; Cassel, R.A. **Análise da governança da cadeia de suprimentos sob a perspectiva das etapas de focalização da toc - theory of constraints.** In. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2012, Bento Gonçalves. RS. Anais... Bento Gonçalves, RS, 2012.

## APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES PARA A MELHORIA CONTÍNUA DE UM PROCESSO PRODUTIVO: UM ESTUDO APLICADO A UMA EMPRESA DE EXTRAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA MINERAL

### **Cryslaine Cinthia Carvalho Nascimento**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Centro de tecnologia.

Natal - RN

### **João Victor Nunes Lopes**

Universidade Federal Rural do Semiárido, Centro  
de Engenharias.

Mossoró - RN

### **Paulo Ricardo Fernandes de Lima**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Centro de tecnologia.

Natal - RN

### **Sonagno de Paiva Oliveira**

Universidade Federal Rural do Semiárido, Centro  
de Engenharias.

Mossoró - RN

**RESUMO:** O presente artigo apresenta o mapeamento do processo de produção de uma fonte e distribuidora de água mineral com potencial de incremento de produtividade. O objetivo primordial foi investigar os principais problemas do seu processo produtivo utilizando as ferramentas da Teoria das Restrições (Theory of Constraints - TOC), que busca aperfeiçoar a produção de uma organização por meio da identificação das restrições do sistema, minimizando-as ou eliminando-as, e sugerir a implementação de mudanças a fim de melhorar o desempenho global da fábrica. Os resultados

apontaram que a principal restrição do sistema é a etapa um do processo que corresponde à atividade de lavagem dos recipientes para uso. Assim foram usados alguns princípios da teoria das restrições como forma de tentar minimizar os impactos causados nessa etapa em relação ao restante do processo. Foi sugerida, então, a utilização das ferramentas citadas como forma de solução para as restrições. Agora surge a necessidade do emprego, pela empresa, das sugestões propostas, de modo a evidenciar - ou não - a melhoria nos resultados. A pesquisa desempenhada é aplicada e exploratória, e, para proceder à coleta de dados, foram realizadas entrevistas e visitas à fábrica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Teoria das restrições, gargalo, processo produtivo.

**ABSTRACT:** The present article presents the mapping of the production process of a source and distributor of mineral water with potential to increase productivity. The main objective was to investigate the main problems of its production process using the tools of Theory of Constraints (TOC), which seeks to improve the production of an organization by identifying the constraints of the system, minimizing or eliminating them, and suggest the implementation of changes in order to improve the overall performance of the plant. The results pointed out that the main restriction of the system is the step one of the

process that corresponds to the washing activity of the containers for use. Thus some principles of the theory of restrictions were used as a way to try to minimize the impacts caused in this step in relation to the rest of the process. It was suggested, then, the use of the cited tools as a form of solution for the constraints. Now the need arises for the company to use the suggested suggestions in order to show - or not - the improvement in results. The research performed is applied and exploratory, and in order to collect data, interviews and visits to the factory were carried out.

**KEYWORDS:** Theory of constraints, bottleneck, productive process.

## 1 | INTRODUÇÃO

No atual mercado competitivo que é encontrado nos dias de hoje cada vez mais se faz necessário a implementação de métodos e técnicas para o constante melhoramento da produção, conseqüentemente do lucro obtido. Nesse contexto surge o objetivo de avaliar a relevância de estudos que venham a atingir estes objetivos, por exemplo, a metodologia da Teoria das Restrições que vem como auxílio para minimizar algumas dessas restrições que possam a surgir na cadeia produtiva.

Assim, o objetivo principal desta pesquisa é estudar o processo de produção de uma fábrica, e a identificação de recursos restritivos e através desde aplicar a teoria das restrições para um possível melhoramento na produção. Escolheu-se, então, uma empresa do setor alimentício, mais particularmente, uma fonte de água mineral localizada no município de Apodi, Rio Grande do Norte.

Deste modo, irá se investigar e avaliar as principais problemáticas do processo produtivo da fábrica fazendo uso das ferramentas da Teoria das Restrições (Theory of Constraints – TOC), que buscam apurar a produção por meio da identificação das restrições de um sistema. Essas ferramentas serão utilizadas como uma proposta de solução para as restrições, seguindo as regras da TOC. Para alcançar os objetivos acima foram realizadas diversas entrevistas e visitas à fábrica e aplicou-se a teoria em uma situação real, porém com alguns valores financeiros aproximados.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Conceituação

A teoria das restrições pode ser determinada como uma abordagem de gestão centrada no melhoramento dos processos que encurtam o fluxo da produção com vistas ao melhoramento contínuo do desempenho das operações de fabricação; ou seja, esse pensamento busca aperfeiçoar a produção, por meio da identificação das etapas que apresentam restrições de um sistema, minimizando-as ou eliminando-as, com o objetivo de melhorar o desempenho da organização como um todo (VERMA, 1997).

## 2.2 Etapas da Teoria das Restrições

De acordo com a TOC cada organização possui pelo menos uma restrição que impede alguma meta da organização a um maior grau. As restrições consideradas para esta ferramenta são de natureza física. Logo, a teoria tem como objetivos desenvolver um conjunto de procedimentos para identificar e otimizar tais restrições. Segundo Goldratt (2002) essa metodologia consiste em cinco passos e é utilizada para promover a melhoria contínua. Tais etapas podem ser descritas a seguir:

Etapa	Definições segundo determinados autores
1. Identificar as restrições do sistema	Para Noreen, Smith e Mackey (1996), as restrições tendem a ser identificadas facilmente desde que a fábrica seja bem organizada, através da localização de inventários de material em processo. Outra maneira de identificar as restrições citada por Cogan (2007) é através da realização de cálculos da carga que cada máquina suporta versus a carga que é solicitada para produção
2. Decidir como explorar as restrições	Segundo Watson, Blackstone e Gadiner (2006), essa etapa consiste em identificar a melhor forma de explorar as restrições. Como também conseguir atingir a melhor taxa de rendimento possível, dentro dos limites dos recursos atuais do sistema, atentando para o fato de que a saída do sistema é limitada pela taxa de transferência da restrição.
3. Subordinar os demais recursos	Csillag e Corbett (1998) tal etapa tem como objetivo é proteger o conjunto de decisões relativas ao aproveitamento da restrição durante as operações diárias. Não podem deixar faltar material para a restrição trabalhar, pois assim ela pararia e o desempenho do sistema seria afetado negativamente. Porém, os recursos não restritivos não devem trabalhar mais rápido que a restrição, pois não estariam aumentando o nível de produção da linha.
4. Elevar (Levantar) a restrição	Para elevar (levantar) as restrições do sistema Noreen, Smith e Mackey (1996) define que se deve “aumentar” a produção da restrição. Desta forma, parte do trabalho que rotineiramente passaria pela restrição pode ser enviada para fábricas externas e, se a restrição for uma máquina, outra pode ser adquirida.
5. Elevar a Inércia do Sistema	Por último, Csillag e Corbett (op. cit.) relata que é necessário renovar o ciclo de melhoria para elevar a inércia do sistema. Caso a restrição dos passos anteriores foi quebrada será preciso começar de novo.

Quadro 1 - Etapas a serem seguidas da Teoria das Restrições

Fonte: Noreen et al. (1996), Csillag e Corbett Neto (1998), Watson et al. (2007), Cogan (2007).

No início da implantação do OPT nas empresas dos Estados Unidos, alguns dados do cronograma eram controversos, pois as empresas mantiveram alguns

centros de trabalho muito ocupados, enquanto, às vezes, outros ficavam ociosos, contradizendo o sistema de medição de desempenho, já que os trabalhadores eram geralmente medidos pela eficiência individual. Assim, existiam trabalhadores que, por vezes, ignoravam o cronograma e produziam peças para o estoque em uma tentativa de se manterem ocupados e evitarem avaliações de desempenho desfavoráveis (WATSON et al., 2007).

Para combater esse comportamento, Goldratt (2002) decidiu educar os gerentes e trabalhadores e abordou a primeira falácia da eficiência como a medida primordial de produtividade do trabalhador. Assim, o dogma principal da TOC é que dentro de cada sistema, existe pelo menos uma restrição que limita a capacidade do sistema para atingir níveis mais elevados de desempenho em relação ao seu objetivo, isto é, existe sempre aquele que é mais restritivo.

### 2.3 Tambor-Pulmão-Corda

Um dos principais problemas dos processos produtivos é a interrupção. Para evitá-la desenvolveu-se a técnica *Drum-Buffer-Rope* (Tambor-Pulmão-Corda), que ajuda a definir qual processo deverá ser controlado.

Segundo Slack (2009) a maior parte dos processos não possui o mesmo volume de trabalho empregado em cada estação de trabalho, ou seja, as estações não são perfeitamente balanceadas, o que significa que é provável que haja uma parte do processo que atue como um gargalo no fluxo.

O Tambor, estabelecendo a velocidade máxima que o sistema produtivo é capaz de manter sob as melhores condições, ou seja, sob baixos níveis de variabilidade ou interrupção. O Tambor é, portanto, um programa de produção formal e estabelecido segundo algoritmos criados para explorar a capacidade limitada do RRC (SOUZA E BAPTISTA, 2010).

Uma vez que os ambientes produtivos estão sempre sujeitos a variações, uma proteção deve ser fornecida ao programa estabelecido no RRC. A esta proteção ao Tambor dá-se o nome de Pulmão, o qual, para o DBR clássico, é sempre definido na forma de tempo (time buffer). (SOUZA E BAPTISTA, 2010).

A Corda sinaliza às operações iniciais do roteiro de fabricação para que elas ajustem suas taxas de liberação de matéria-prima ou componentes ao sistema produtivo em um ritmo estabelecido no Tambor. Ao contrário das programações tradicionais, a Corda programa as liberações de material na forma de “não libere antes de determinada data”, evitando que desnecessário excesso de estoque em processo entre no sistema, mesmo quando as operações iniciais estão ociosas (SOUZA E BAPTISTA, 2010).

A Figura 1 simboliza um processo produtivo, os elementos do sistema Tambor-Pulmão-Corda, bem como suas devidas localizações e interações com as demais atividades do sistema.

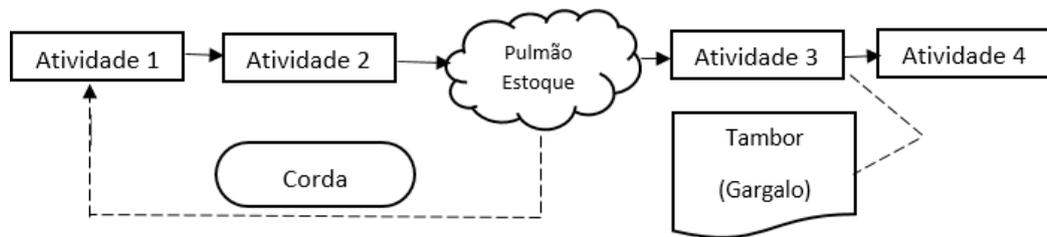


Figura 1 - Processo produtivo com elementos do tambor-pulmão-corda

Fonte: Os autores (2016)

## 2.4 TOC para tomada de decisão

A globalização interliga pessoas, atividades e pensamentos ao redor do mundo quase que instantaneamente. Essa característica insere as empresas em um universo onde a relação ensino-aprendizagem é constante. Segundo Minadeo (2001, p. 5-6) a globalização consiste na organização que possui produtos que empregam componentes fabricados em todo o mundo, cuja finalidade é atingir o mercado global.

No universo empresarial há, também, diversas necessidades gerenciais. As informações gerenciais serão fornecidas de acordo com a dinâmica gerencial e são fundamentais para uma tomada de decisão coerente e precisa.

## 2.5 TOC e a Geração de Informação

1. Identificando as restrições físicas ou políticas (análise do funcionamento) e enfoca como objetivo a consecução do ganho;
2. Identifica restrições, propõe e desenvolve alternativas para eliminação da restrição;
3. Após desenvolvimento de alternativas logicamente ocorre à comparação dos mesmos,
4. Informações inerentes ao Retorno sobre o Investimento;
5. Identificação dos gargalos;
6. A TOC possui capacidade de informar se um novo produto poderá ser produzido ou não;
7. Possui rapidez no processo de informação, na medida em que não subdivide detalhadamente os seus custos, tendo condições de revelar imediatamente o ganho unitário do produto ou o lucro líquido da empresa;
8. Prevê a formação de estoques no caso da existência de flutuações dos gargalos, assim como poderá estabelecer metas de aumento do ganho.

Segundo Fernandes *et al.* (2009), alguns estudos desenvolvem a Teoria das Restrições sob a forma de simulação sobre sua aplicação. Entretanto, observar sua utilização no mundo real permite uma compreensão maior de sua finalidade, bem como abre perspectivas de estudos complementares em outros ramos de atividade, visto que a interação entre academia e as empresas possibilita o aprofundamento do

conhecimento e experiência de ambos.

### 3 | METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo foi realizada como uma investigação de caráter qualitativo e quantitativo, possuindo quanto ao meio de pesquisa, natureza exploratória em consequência dos próprios objetivos do trabalho, visto que, tal pesquisa exploratória busca ampliar o número de informações sobre determinado ponto que se quer investigar e também uma aplicação prática das ferramentas da Teoria das Restrições em uma fonte de engarrafamento de água mineral, portanto, um estudo de caso.

Com referência aos instrumentos de coleta de dados e suas respectivas fontes, foram utilizados:

- Coleta de dados feita através de entrevistas com responsáveis pela produção da empresa;
- Registros por meio de fotografias do ambiente de trabalho;
- Análise da produção através de observações visuais.

A realização da pesquisa ocorreu na empresa onde se dará o estudo de caso é a empresa Nordeste Indústria e Comercio de Produtos Alimentícios e Bebidas LTDA, tem como nome fictício Cristalina do Apodi. A empresa de CNPJ 08.912.938/0001-90 teve sua abertura na data 06/06/2007 e opera até os dias de hoje em dois turnos de trabalho, o primeiro das 7:00 h às 11:00 h e das 13:00 às 17:00h de segunda a sexta e aos sábados opera somente no turno matutino.

Objetiva-se com este estudo realizar um breve levantamento bibliográfico sobre a Teoria das Restrições e sua implantação em pequena empresa do setor alimentício (Fonte de água mineral). O estudo de caso é uma distinção abrangente que assinala pesquisas diferentes que serão coletados e registrados dados de um caso específico ou de vários casos com o objetivo de relatar de forma organizada, ordenada e crítica uma experiência, ou avaliá-la analiticamente, com a finalidade de adotar decisões à respeito ou propor uma ação transformadora (CHIZZOTTI, 1998). O estudo de caso caracteriza-se por uma análise profunda e exaustiva de um ou poucos objetos.

## 4 | ANÁLISE E IMPLEMENTAÇÃO

### 4.1 Caracterização da empresa

Tem sua sede na cidade de Apodi-Rio Grande do Norte no Endereço rodovia BR 405, S/N, KM 75, Bairro Rodoviário e CEP 59.700-000. A unidade de fabricação é toda cercada por calçamento e gramado, para evitar que ocorra o carreamento indesejado de terra para dentro da unidade de produção e armazenamento de insumos e produto

acabado.

O quadro de empregados é composto por 28 funcionários no total, sendo dois na área administrativa, contábil e de contratos, um mecânico responsável por todo maquinário e instalações, dois porteiros. Na limpeza duas funcionárias e na produção um funcionário em carregado chefe de produção e vinte funcionários na produção que se revezam em descarregamento, tamponamento, rotulação e carregamento dos caminhões.

## 4.2 Processo de produção

### *Captação:*

Após a captação da água por bombeamento do poço, a mesma é conduzida por tubulação inox adequada; passando por dois reservatórios de aço inox com capacidade para 50.000 litros cada (Armazenamento temporário) e em seguida é enviada para a unidade de industrialização para o polimento e envase da mesma.

### *Envase:*

Neste processo a água é introduzida em embalagens adequadas e tamponadas logo em seguida, para que cheguem até o consumidor com as mesmas características e qualidade que lhe é peculiar ao ser extraída da fonte. O produto é monitorado desde a sua extração até o armazenamento por laboratório próprio com profissional treinado para a sua função.

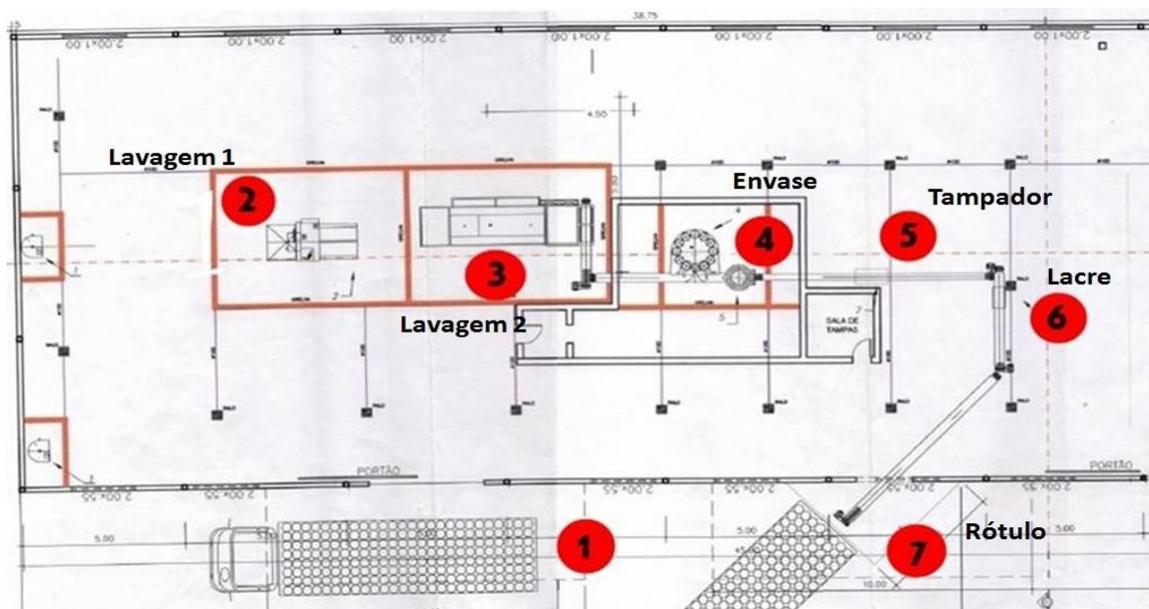


Figura 2 - Sequencia do processo produtivo

Fonte: A empresa (2016)

Detalhando mais um pouco o processo produtivo (Figura 2) logo após que a carga chega ao setor de descarregamento, os produtos começam a ser direcionados

para a primeira lavadora (Processamento dois) esta faz a retirada de resíduos maiores que possam vir nas embalagens como grãos de areia e algas (Lodo). Após a primeira lavagem ocorre o direcionamento para a segunda lavagem, esta opera com quatro itens de uma só vez.

A fase seguinte ocorre na máquina enchedora, esta opera com quatro itens de uma só vez. No processamento cinco o produto já preenchido com a água o mesmo é tampado através de um equipamento a tampadora. Posterior a tampadora o produto passa por uma estufa com temperatura elevada onde é lacrado.

Posterior a fase de lacre o produto prossegue através de esteiras para a rotulagem que é manual. Com o produto pronto segue para a sua última fase, o carregamento nos caminhões para distribuição.

## 5 | APLICAÇÃO DA TOC

### 5.1 Coletando os dados

A partir de uma visita técnica à empresa e observações feitas dos processos produtivos, escolheu-se duas linhas de produção para análise e posteriormente aplicar os princípios da TOC. No caso, foram selecionadas as linhas de atividades de garrafões (20L) e a linha de garrafinhas (500 mL). As etapas das duas linhas de produção estão expressas no Quadro 2.

<b>Etapas dos Processos</b>	<b>Atividades</b>
Etapa 1	Lavagem 1
Etapa 2	Lavagem 2
Etapa 3	Enchedoura
Etapa 4	Tampador
Etapa 5	Movimento até estufa
Etapa 6	Lacrar o recipiente
Etapa 7	Rotulagem

Quadro 2 - Descrição das etapas dos processos selecionados para aplicação da TOC

Fonte: Os autores (2016)

Com a ajuda de um funcionário da empresa foram medidos os tempos de cada etapa do sistema e, posteriormente sua somatória. Os resultados estão apresentados no Quadro 3 com todos os valores expressos em minutos.

		Produto 1 Garrafão	Produto 2 Garrafinha
Etapa 1	Lavagem I	2,47	2,08
Etapa 2	Lavagem II	1,24	1,02
Etapa 3	Envase	0,61	0,38
Etapa 4	Tampador	0,18	0,17
Etapa 5	Movimento até estufa	0,35	0,28
Etapa 6	Lacrar o recipiente	0,11	0,1
Etapa 7	Rotulagem	0,45	0,4
<b>TOTAL</b>		<b>5,41</b>	<b>4,43</b>

Fonte: Os autores (2016)

Esses dados são relevantes, pois servirão como base para a posterior identificação dos recursos restritivos e não restritivos.

O produto garrafão possui uma demanda média de 40.000 unidades por semana e é vendido a um preço unitário de R\$ 2,00. Enquanto a tiragem de garrafinhas é aproximadamente 18.000 com preço de venda de R\$ 0,48. Os custos provenientes da compra com matéria prima para a atividade do produto 1 foi de R\$ 0,95; já o do produto 2 foi R\$ 0,14.

	<b>Produto 1 (Garrafão)</b>	<b>Produto 2 (Garrafinha)</b>
<b>Demanda</b>	40.000 unidades / semana	18.000 unidades / semana
<b>Preço de Venda</b>	R\$ 2,00	R\$ 0,48
<b>Custos com Matéria Prima</b>	R\$ 0,95	R\$ 0,14

Fonte: Os autores (2016)

Quadro 4 - Dados da demanda semanal, preço de venda e custos com matéria prima

Para complementar a visita técnica e ajudar a implementação dos conceitos da Teoria das Restrições, tomou-se posse das informações adicionais da execução, como número de funcionário, salário, jornada de trabalho e dias trabalhados. Esses dados estão apresentados na Quadro 5.

<b>INFORMAÇÕES ADICIONAIS</b>	
Mão de Obra (R\$)	R\$ 4,55
Jornada de Trabalho (h/ dia)	8 horas por dia
Dias trabalhados na semana	5,5 dias
Número de Funcionários na linha apresentada	18 operários

Quadro 5 - Informações adicionais da empresa referentes ao processo produtivo

Fonte: Os autores (2016)

## 5.2 Encontrando a operação gargalo

Para encontrar o maior ponto de restrição do sistema foram considerados todos os tempos gastos para a passagem do item de uma operação para outra, até o final do fluxo produtivo. Este tempo foi multiplicado pela demanda semanal de cada produto isoladamente, já que as duas linhas de trabalho atuam de formas paralelas e independentes não havendo compartilhamento de recursos no trecho analisado.

Apenas nas atividades carregamento dos lotes finais, tanto de garrafões quanto de garrafinhas, há uma atividade em comum aos dois produtos, porém ela não foi incluída neste estudo. Portanto, devem-se analisar os dois processos separadamente e encontrar um mix de produtos para cada caso (Quadro 6).

	<b>Tempo da atividade x Demanda</b>	<b>Carga Total</b>
		<b>Garrafões</b>
Etapa 1	2,47 minutos x 40.000 unid/sem	98.800
Etapa 2	1,24 minutos x 40.000 unid/sem	49.600
Etapa 3	0,61 minutos x40.000 unid/sem	24.400
Etapa 4	0,18 minutos x40.000 unid/sem	7.200
Etapa 5	0,35 minutos x40.000 unid/sem	14.000
Etapa 6	0,11 minutos x40.000 unid/sem	4.400
Etapa 7	0,45 minutos x40.000 unid/sem	18.000

Quadro 6- Encontrando a carga total (Garrafões 20L)

Fonte: Os autores (2016)

	<b>Tempo da atividade x Demanda</b>	<b>Carga Total</b>
		<b>Garrafinhas</b>
Etapa 1	2,08 minutos x 18.000 unid/sem	37.440
Etapa 2	1,02 minutos x 18.000 unid/sem	18.360
Etapa 3	0,38 minutos x18.000 unid/sem	6.840
Etapa 4	0,17 minutos x18.000 unid/sem	3.060
Etapa 5	0,28 minutos x18.000 unid/sem	5.040
Etapa 6	0,10 minutos x18.000 unid/sem	1.800
Etapa 7	0,40 minutos x18.000 unid/sem	7.200

Quadro 7: Encontrando a carga total (Garrafinhas 500 mL)

Fonte: Os autores (2016)

A compressão do Quadro 5 nos permite afirmar que a etapa 1 (lavagem I) é a operação restritiva desta linha de produção, pois é aquela que possui o maior valor de carga total, devendo-se dar a ela prioridade quanto a implementação de ações para melhoria global do sistema.

O mesmo procedimento foi aplicado à produção de garrafinhas. O resultado pode ser visto no Quadro 7 que mostra a etapa 1 também como ponto gargalo do processo, já que apresenta maior carga total perante as demais.

A Teoria das Restrições vem a mostrar que há uma diferença significativa em priorizar a minimização dos impactos negativos que a operação gargalo tem sobre o sistema do que adotar uma postura tradicional onde apenas a margem de contribuição unitária é levada em consideração, isto pensado neste trabalho para a elaboração do lucro final depois de feitos os cálculos de disponibilidade de tempo em cada etapa.

O primeiro passo foi calcular a quantidade de tempo disponível em cada etapa da produção. Os dados verificados indicam que a empresa trabalha de segunda-feira a sexta-feira em uma jornada de trabalho de oito horas diárias, mais um turno correspondente a meio expediente no sábado. Assim, chegou-se ao valor de 2.640 minutos de tempo disponível para cada atividade, já que não precisa uma unidade do produto percorrer toda a cadeia para que o próximo entre em atividade.

$$\text{Tempo Disponível} = \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ dia}} \times \frac{5,5 \text{ dias}}{1 \text{ s}} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}}$$

2.640 minutos por semana

Foi feito a multiplicação do tempo de cada etapa (1,2,3...,7) pela disponibilidade do produto garrafão e subtraindo-se do tempo disponível calculado. O resultado está expresso no Quadro 8.

		<b>Mix de produtos</b>
	<b>Tempo Disponível</b>	<b>Garrafões Produção de 40.000 unidades</b>
Etapa 1	2.640 minutos	96.160
Etapa 2	2.640 minutos	49.960
Etapa 3	2.640 minutos	21.760
Etapa 4	2.640 minutos	4.560
Etapa 5	2.640 minutos	11.360
Etapa 6	2.640 minutos	1.760
Etapa 7	2.640 minutos	15.360

Quadro 8 - Mix de produtos (Garrafões 20 L).

Fonte: Os autores

Pode-se perceber que há disponibilidade e viabilidade de produção de toda a demanda de garrafões (40.000 unidades), já que a terceira coluna da tabela 8 (mesma tabela da última) não apresenta valores negativos.

Dessa forma, conclui-se que um *mix* de produção de 40.000 unidades semanais do produto garrafão é viável e vantajoso para a empresa.

Calculando um mix de produção – Garrafinhas

O Quadro 9 contém os cálculos de disponibilidade de tempo por máquina desta operação, bem como suas respectivas “sobras” ou “faltas” de tempo.

		<b>Mix de produtos</b>
	<b>Tempo Disponível</b>	<b>Garrafinhas Produção de 9.600 unidades</b>
Etapa 1	2.640 minutos	34.800
Etapa 2	2.640 minutos	15.720
Etapa 3	2.640 minutos	4.200
Etapa 4	2.640 minutos	420
Etapa 5	2.640 minutos	2.400
Etapa 6	2.640 minutos	- 840
Etapa 7	2.640 minutos	4.550

Quadro 9: Mix de produtos (Garrafinhas)

Fonte: Os autores

Analisando a tabela observa-se que a etapa 6 apresenta valor negativo indicando que não há tempo suficiente para cumprir com a obrigação da demanda que, inicialmente, era de 18.000 unidades. Para saber de quanto deverá ser o decréscimo de unidades do produto garrafinha deve-se dividir o valor negativo encontrado pelo tempo que o produto gasta nesta operação, no caso 0,1 minutos.

$$\text{Decréscimo} = \frac{- 840}{0,1}$$

Decréscimo = 8.400 unidades

Dessa forma, o novo *mix* será:

**Novo mix = 9.600 unidades**

Novo mix = 18.000 - 8.400

Cálculo do Lucro do novo *mix*

Com essas novas quantidades de produção pode-se fazer uma estimativa do lucro total da empresa neste novo cenário. O lucro foi obtido pelo cálculo da receita, subtraindo-se os custos inerentes à mão de obra e matéria prima.

***LUCRO = Receitas - Custo Matéria Prima- Custo Mão de Obra- Despesas Gerais***

Cálculo da receita:

Receita: Nova Quantidade Produzida X Preço de Venda

Receita (garrafões) = 40.000 unidades X R\$ 2,00

Receita (garrafões) = R\$ 80.000

Receita (garrafinha) 9.600 unidades X R\$ 0 ,48

Receita (garrafinhas) = R\$ 4.680

Cálculo do custo com matéria prima:

Custo Matéria Prima = Nova Quantidade Produzida X Custo Mat.Prima

Custo Matéria Prima (garrafão) = 40.000 X R\$ 0,95

Custo Matéria Prima = R\$ 38.000

Custo Matéria Prima (garrafinha) = 9.600 unidades X R\$ 0,14

Custo Matéria Prima = R\$ 1.344

**Cálculo do custo com mão de obra:**

Custo Mão de Obra

= N° de Operários X Dias trabalhados X Jornada de trab. X Preço de uma hora de trab.

Custo Mão de Obra (garrafão) = R\$ 3.202,2

Custo Mão de Obra (garrafinha) R\$ 400,4

As despesas gerenciais que geralmente são utilizadas no cálculo geral do lucro não foram consideradas, porque o proprietário preferiu omitir tais informações.

Despesas Gerenciais = R\$ 0,00

Com isso, chegou-se ao lucro final para cada linha de produção.

**Lucro (garrafão) = R\$ 38.797,8**

**Lucro (garrafinha) = R\$2.935,6**

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a realização de uma modificação bem-sucedida em qualquer empreendimento, é imprescindível ter conhecimento e respeitar as suas características, assim como notar os limites impostas por condições específicas apresentadas pela direção da empresa. Desta maneira, tem-se que levar em consideração que uma das maiores barreiras para uma implementação bem-sucedida é superar a resistência à mudança, geralmente vindo da alta gerência.

Com a aplicação da metodologia da TOC foi revelado que o principal problema da empresa consiste na “restrição com a lavagem”. Como possível solução para a restrição principal sugere-se:

Utilizar uma metodologia tambor-pulmão-corda tomando como base a operação gargalo, no caso a etapa 1 (Lavagem 1).

Propor um novo mix de produto semanal para a empresa (40.000 garrafões + 9.600 garrafinhas);

Após isso refazer as etapas fundamentais da teoria das restrições encontrando o novo gargalo;

Introduzir uma filosofia de melhoria contínua dentro da organização.

Se tratando dos resultados da pesquisa, se faz preciso a necessidade da aplicação, pela empresa, das sugestões propostas, de forma a comprovar a melhoria nos resultados, principalmente pela atuação direta na produção, eliminando ou minimizando os recursos restritivos, saindo da ênfase em custo para o foco no ganho, como é recomendado pela Teoria das Restrições.

## REFERÊNCIAS

- CHIZZOTTI, Antônio. **Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais**. São Paulo, Cortez, 1998.
- COGAN, S. **Contabilidade gerencial: uma abordagem da teoria das restrições**. São Paulo: Saraiva, 2007.
- COX III, James F., SPENCER, Michael S. **Manual da Teoria das Restrições** Editora Bookman, 2002, reedição 2008.
- COX III, James F.; SPENCER, Michael S. “**Manual da Teoria das Restrições**”. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- CSILLAG, J. M.; CORBETT NETO, T. **Utilização da teoria das restrições no ambiente de manufatura de empresas no Brasil**. São Paulo: Núcleo de Pesquisas e Publicações. EAESP/FGV/NPP, 1998. (Relatório de Pesquisas n. 17).
- FERNANDES, Fernanda da Silva; FERNANDES, Luciana de Jesus Delfino; PEREIRA, Renata Gonçalves, COGAN, Samuel. **A Teoria das Restrições: Estudo de Caso em uma indústria de couros do estado de Santa Catarina**. Revista Contemporânea de Contabilidade, Florianópolis, v. 1, n. 11, p.59-82, jun. 2008.
- GOLDRATT, E. M. **Standing on the shoulders of giants – production concepts versus production applications: The Hitachi tool engineering example**. Revista Gestão & Produção, v.16, n.3, p.333-343, 2009.
- LEONE, George Sebastião Guerra. **Custos: planejamento, implantação e controle**. São Paulo: Atlas, 1981.
- MABIN, V. J.; BALDERSTONE, S. J. **The performance of the theory of constraints methodology: analysis and discussion of successful TOC applications**. International Journal of Operations & Production Management. v.23, n.6, p.568-595, 2003.
- MINADEO, Roberto. **Marketing internacional: conceitos e casos**. Rio de Janeiro: Thex Ed., 2001.
- NOREEN, E. W.; SMITH, D.; MACKEY, J. T. **A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial: um relatório independente**. São Paulo: Educator, 1996.
- SLACK, Nigel. CHAMBERS, Stuart. JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.
- SOUZA, Almir Antonio Cunha. “**Aplicação Da Metodologia Tambor-Pulmão-Corda (Tpc) Com Supermercado Na Gestão De Manufatura De Eletrodos De Grafite Das Unidades De Candeias, E Monterrey Da Graftech International Ltda.**” 2006 <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/8954/1/777.pdf> acessado em 26 de novembro de 2015
- SOUZA, Fernando Bernardi de; BAPTISTA, Humberto Rossetti. **Proposta de avanço para o método Tambor- Pulmão-Corda Simplificado aplicado em ambientes de produção sob encomenda**. Gestão & Produção, São Paulo, v. 17, n. 4, 18 out. 2010.
- TORRES, Marialice Guedes, Disponível em [http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/966](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/966) acessado em 26 de novembro de 2015
- VERMA, R. **Management science, theory of constraints/optimized production technology and local optimization**. Omega, International Journal of Management, v.25, n.2, p. 189-200, 1997.

WATSON, K. J.; BLACKSTONE, J. H.; GARDINER, S. C. **The evolution of a management philosophy: the theory of constraints.** *Journal of Operations Management*, v.25, p.387-402, 2007.

## ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NA LINHA DE MANUFATURA DE UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS BÉLICOS

### **Matheus Prado**

FEPI - Centro Universitário de Itajubá  
Itajubá – Minas Gerais

### **Fabício Alves de Almeida**

Universidade Federal de Itajubá, Instituto de  
Engenharia de Produção e Gestão  
Itajubá – Minas Gerais

### **Bruno Monti Nardini**

Universidade Federal de Itajubá, Instituto de  
Engenharia de Produção e Gestão  
Itajubá – Minas Gerais

### **José Henrique de Freitas Gomes**

Universidade Federal de Itajubá, Instituto de  
Engenharia de Produção e Gestão  
Itajubá – Minas Gerais

### **Thiago Prado**

FEPI - Centro Universitário de Itajubá  
Itajubá – Minas Gerais

**RESUMO:** Esse estudo busca mostrar como a Teoria das Restrições auxilia no aumento da produtividade, uma vez que a mesma é utilizada para a análise e soluções de problemas encontrados no meio fabril, utilizando cinco passos básicos. Esta teoria serve também como guia para realizações de kaizens e propostas de melhorias focadas nas causas raízes dos problemas encontrados, ou seja, otimização nos gargalos de produção. A fim de atender a demanda do mercado, aumentar

a sua produtividade, reduzir custos e eliminar a ociosidade do operador, fazendo com que empresa seja mais competitiva no mercado mundial. Notou-se que no estudo de caso, a utilização da metodologia ToC (Theory of Constraints) serviu para identificar e eliminar as restrições na linha de manufatura, com isto a empresa pode atender a sua demanda.

**PALAVRAS-CHAVE:** Teoria das Restrições; Kaizen; Gargalo; Indústria Bélica.

**ABSTRACT:** This study aims to show how the Theory of Constraints helps to increase productivity, since it is used for the analysis and solutions of problems found in the manufacturing environment, using five basic steps. This theory also serves as a guide to kaizens achievements and improvement proposals focused on the root causes of the problems encountered, that is, optimization of production bottlenecks. In order to meet market demand, increase its productivity, reduce costs and eliminate operator idleness, making the company more competitive in the world market. It was noted that in the case study, the use of the Theory of Constraints methodology served to identify and eliminate constraints in the manufacturing line, so the company can meet its demand.

**PALAVRAS-CHAVE:** Theory of Constraints; Kaizen; production bottlenecks; War Industry.

## 1 | INTRODUÇÃO

A procura continua por melhoria e faturamento induzem as indústrias buscarem, de maneira contínua, diminuir seus desperdícios com retrabalho, refugo, tempos longos de processamento, estoques em processo, dentre outros (ANTUNES *et al.*, 2008).

Slack *et al.* (2009) afirma que, para consolidar a indústria, é necessário superar seus concorrentes com produtos e/ou serviços melhores, mais diversificados, com entrega eficiente, qualidade garantida e com um custo reduzido, em relação aos seus concorrentes.

As indústrias fazem uso de certas estratégias ou metodologias para análise e soluções de problemas. Dentre algumas destas, destaca-se a Teoria das Restrições (ToC - Theory of Constraints), sendo uma metodologia que visa identificar e melhorar as deficiências das organizações, a fim de alavancar o ganho operacional da empresa, tornando-a mais competitiva no mercado no qual está inserida (GOLDRATT e COX, 2002).

Foi identificada uma oportunidade de melhoria em uma das etapas do processo de usinagem da indústria brasileira de produtos bélicos, situada no sul de Minas Gerais, sendo possível realizar a aplicação da metodologia da *ToC*. Portanto, este artigo tem como objetivo analisar a aplicação da *ToC* juntamente à melhoria contínua para redução de perdas no processo produtivo de uma peça, que restringia a produção de um item produzido nesta empresa.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Teoria das Restrições (*ToC*)

Sendo, inicialmente, utilizado para resolver problemas relacionados ao planejamento como altos níveis de estoques, má programação de produção etc, a Teoria das Restrições, criada por Elyahu M. Goldratt, é utilizada atualmente em diversos setores da organização, como produção, qualidade ou em qualquer setor que haja uma restrição (GOLDRATT e COX, 2002).

Neto, Vilela e Silva (2012) e Goldratt e Cox (2002), afirmam que, para a implantação desta metodologia, deve-se seguir cinco passos, sendo eles:

1. Identificar os gargalos: examinar o sistema e apontar qual área do do mesmo está restringindo a empresa de atingir seus objetivos.
2. Explorar as restrições: esta etapa consiste em intensificar a utilização das restrições do sistema.
3. Subordinar: nesta parte, faz-se a escolha da estratégia que melhor se adapta a melhoria do gargalo, de acordo com o passo anterior. Conseqüentemente, todas as demais ações do sistema passam a ser “segundo plano”, em

relação à restrição encontrada no primeiro passo.

4. Elevar o gargalo: ocorre o empenho de todos a fim de aumentar a quantidade de produção da restrição.
5. Toda vez que um gargalo for eliminado e aparecer uma nova restrição, deverá iniciar um novo ciclo. Para Pergher, Rodrigues e Lacerda (2011), se a capacidade da restrição for elevada (passo 4), deve-se voltar ao primeiro passo repetindo o ciclo, caso contrário, deve-se elevar a capacidade da restrição em questão.

Segundo Moellmann *et al.*(2006) restrição, neste contexto, significa tudo o que dificulta, de alguma maneira, que a indústria não consiga atingir seu objetivo. Estas restrições têm duas formas: físico ou de ordem gerencial. A forma física está relacionada a equipamentos, pessoas, layouts entre outros. Já a de ordem gerencial está ligada a procedimentos, políticas ou normas.

De acordo com Pacheco (2010), a *ToC* busca minimizar o custo, reduzir inventário, trabalhar com lotes de produção menores, aumentar a capacidade instalada do seu gargalo, priorizar a qualidade, a fim de aumentar seus lucros através desta gestão.

Sikilero, Rodrigues e Lacerda (2008) afirmam que a Teoria das Restrições consiste numa estratégia de análise e identificação de problemas, onde suas causas raízes são atacadas.

## 2.2 Kaizen

O termo *Kaizen* é uma expressão de origem japonesa, criado pelo engenheiro Taichi Ohno na Toyota que significa, MUDE (*Kai*) e BEM (*Zen*), ou seja, mude para melhor. Tal metodologia pode ser definida como melhoria contínua, que serve para a busca constante de otimizações para o meio produtivo, sem alterar a qualidade do produto ou serviço e conta com o envolvimento de todos da corporação (IMAI, 1994). Reno *et al.* (2010) complementam dizendo que a aplicação do *Kaizen* apresenta resultados financeiros a longo prazo, no entanto, após a conscientização da essência desta filosofia, as melhorias serão constantes.

Segundo Costa (2007), não se deve focar no quanto foi melhorado, e sim o momento que ocorreu. O importante é melhorar todos os dias e a todo o momento pode-se melhorar algo, a fim de reduzir custos e otimizar os processos.

## 2.3 Arranjo físico

O *Layout* é o arranjo dos variados setores de trabalho nos espaços que a empresa tem disponível, preocupando-se com a melhor maneira de adaptar máquinas, pessoas, recursos e equipamentos (CURY, 2000). Existem quatro tipos básicos de *layout*: posicional, por processo, celular e por produto. Para a seleção do arranjo físico ideal, alguns fatores devem ser levados em consideração, como o fator material, homem, máquina e a locomoção (SLACK *et al.*, 2009).

A escolha do layout ideal para o meio de produção é o que determina o

desempenho e a eficiência do fluxo. (CORRÊIA E CORRÊIA, 2006, p.408).

## 2.4 Ritmo de produção

Utilizado para projetar e medir a cadência de produção, o *takt time* busca determinar o tempo disponível que o processo possui (LIKER E MEIER, 2007). O ritmo de produção pode ser definido como sendo a divisão do tempo diário de produção pelo número de produtos acabados solicitados pelo cliente (OHNO, 1996).

Rother e Harris (2002) completam afirmando que o ritmo de produção é uma forma de fornecer cadência ao sistema de produção, alinhando a demanda do processo. Este tempo é determinado pela seguinte equação descrita na seguinte Equação:

$$Takt\ Time = \frac{\text{Tempo disponível por período}}{\text{Demanda Prevista por período}} = \text{Minutos} / \text{Peça}$$

Equação 1 – Equação do *Takt Time*

A função do *takt time* é permitir aos implementadores verificar se o tempo de ciclo de cada operação atende ou não a demanda no final do mês (ALVAREZ e ANTUNES, 2001).

## 3 | MÉTODO DE PESQUISA

Este artigo classifica-se como sendo de natureza aplicada, uma vez que se caracteriza em uma aplicação prática, isto é, que os resultados sejam aplicados ou utilizados imediatamente na solução de problemas que ocorrem na realidade. Com relação aos seus objetivos, o mesmo se classifica como exploratória, no qual visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vista a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Sua abordagem é qualitativa e o método de pesquisa é denominado estudo de caso.

O objetivo do estudo de caso é aprofundar o conhecimento de um determinado problema buscando compreender, analisar e sugerir hipóteses através de perguntas relevantes da situação atual do problema proposto (MATTAR, 1996).

Berto e Nakano (2000) afirmam que o método estudo de caso é muito utilizado para o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa. De acordo com Miguel (2012), no ramo de engenharia de produção e gestão das operações no Brasil e nos demais países, as relações sobre as abordagens metodológicas abordadas nas pesquisas para a elaboração de trabalhos acadêmicos, destacam-se o estudo de caso.

### 3.1 Aplicação do Método

Este estudo de caso tem como finalidade demonstrar a aplicação da *ToC*. O artigo foi realizado em um arranjo físico linear, em uma segmentação da linha produtiva bélica, de uma determinada peça fabricada pela empresa, onde as máquinas gargalos

se encontravam. Assim, o desenvolvimento do estudo de caso seguiu-se o fluxograma abaixo:

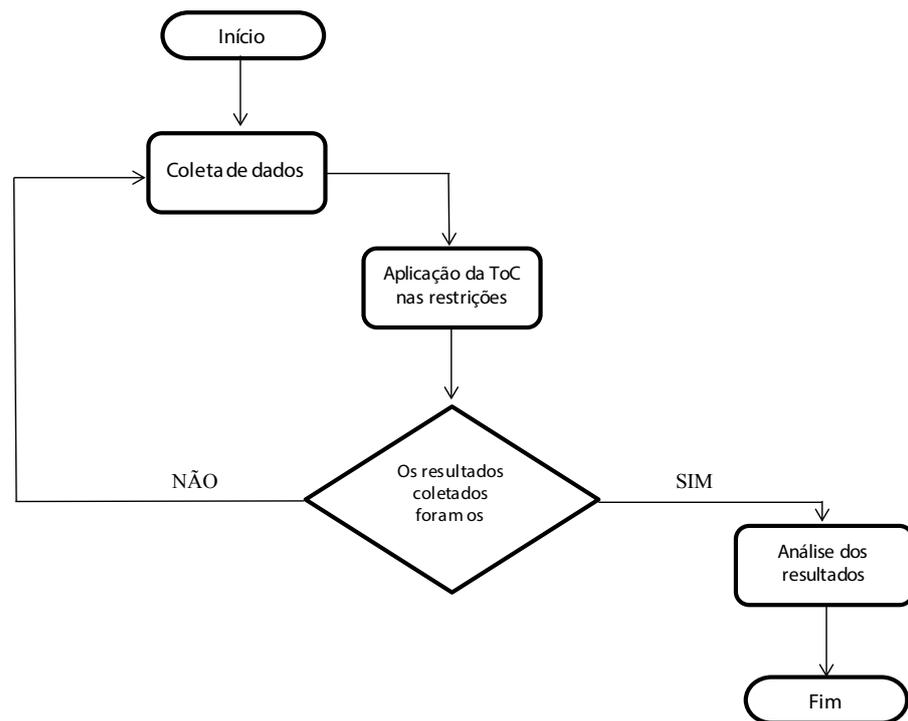


Figura 1 – Fluxograma do desenvolvimento do estudo de caso

A análise da aplicação da *ToC* na linha produtiva da empresa, descreve-se da seguinte maneira: Baseado nos tempos de produção do sistema da empresa e no *takt time* pode ser esquematizado, em forma gráfica, a relação entre os postos de trabalho, os tempos de processamento e ainda o ritmo de produção que cada posto tinha que seguir no cenário atual. Em seguida, optou-se por utilizar a metodologia da teoria das restrições.

### 3.2 Desenvolvimento

Ao começar o estudo, buscou-se inicialmente um embasamento de dados, em seguida, definiu-se então que seria retirado o tempo de produção do sistema utilizado da empresa, *EMS (Enterprise Management System)*. Com os dados foi possível simular em um gráfico sua capacidade, utilizando o *takt time* para localizar operação gargalo em relação à demanda mensal do produto. O ritmo de produção calculado para linha produtiva é demonstrado na tabela abaixo, sendo um tempo *takt* para atingir a demanda mensal e o outro, para a meta imposta pela equipe.

Setor	SEUS I	Demanda	Takt Time
Produto - peça	Tempo disponível (Min)	(PC)	(Min/PC)
Peça em Questão (meta/mês)	468	1600	5.9
Peça em Questão (meta/eq.)	468	2000	4.7

Tabela 1 – Ritmo de produção da peça

A Figura 2 demonstra a capacidade de produção da organização antes da metodologia.

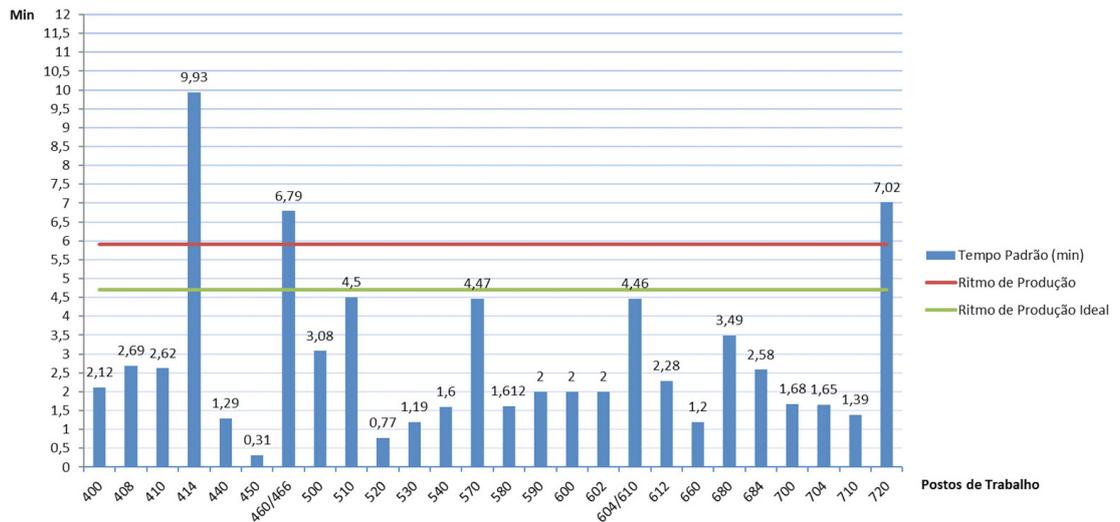


Figura 2 – Capacidade produtiva da empresa

Ao analisar o gráfico de capacidade produtiva, observa-se que, de todos os postos de trabalho, três poderiam atender à demanda proposta pelo cliente. São eles: o posto 414 com 9,93 minutos; o posto 460/466 com 6,79 minutos e o posto 720 com 7,02 minutos, pois os mesmos encontram-se acima do tempo *takt*. Nesta segmentação e com essa capacidade, tem-se uma previsão de fabricar apenas 990 produtos, ficando abaixo da meta da organização, que é de 1600 produtos.

Utilizando a *ToC* como metodologia, seguiram-se os cinco passos citados anteriormente, demonstrados na Figura 3.

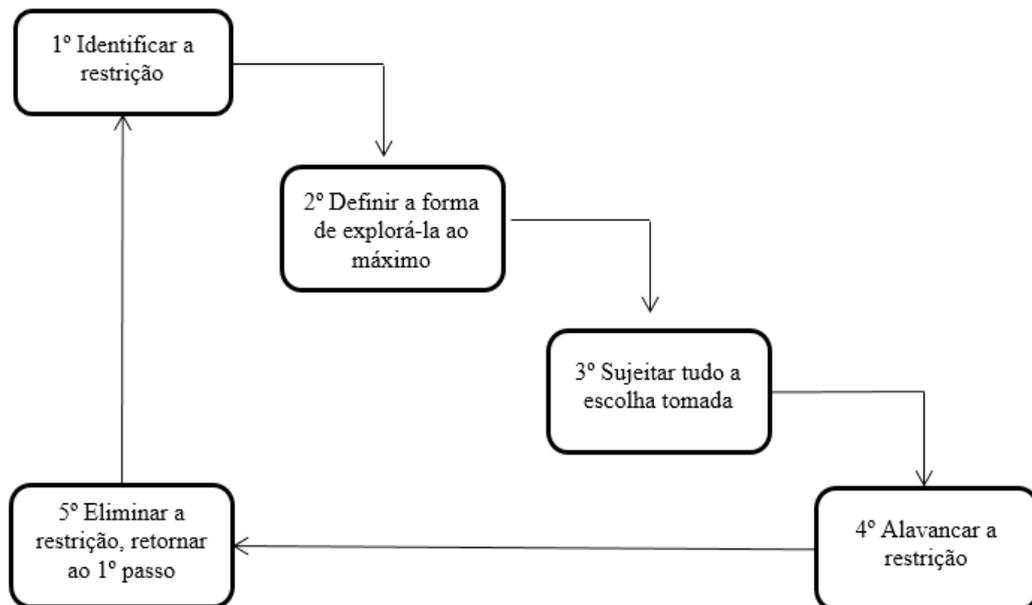


Figura 3: *ToC* – Metodologia para análise e solução de problemas.

Fonte: Adaptado Corbett (1996)

#### 1º - Identificação dos gargalos de produção:

Os postos de trabalhos 414, 460/466 e 720 são consideradas, pela *ToC*, como restrições, isto é, tudo aquilo que impede o cumprimento da entrega do produto para o cliente. Vale ressaltar que a *ToC* considera apenas um dos postos como restrição, então utilizará neste primeiro momento, o posto de trabalho 414 com cerca de 9,93 minutos.

#### 2º - Como explorar a restrição:

Foram realizados “*Flashs Kaizens*”, que são “sugestões de melhorias”, envolvendo o posto de trabalho mais crítico (posto 414). Dentre eles destacaram algumas nas quais se julgaram as principais para resolver o problema com um custo mínimo. Sendo elas:

- Redução do tempo de usinagem;
- Duplicação de gargalo (máquina);
- A máquina não poderá parar em nenhum momento do turno;
- Mudança da ferramenta de corte.

#### 3º - Subordinar tudo à decisão tomada:

Levantou-se uma questão sobre o tempo de execução das alternativas a serem tomadas. Dentre todas as alternativas, foram escolhidas duas:

- Duplicação de gargalo (máquina);
- A máquina não poderá parar em nenhum momento do turno.

Sendo assim, mensurou-se a quantidade de peças produzidas neste posto de trabalho (Figura 4) com a relação de peças produzidas no dia-a-dia (Figura 5) para validar a ação tomada.

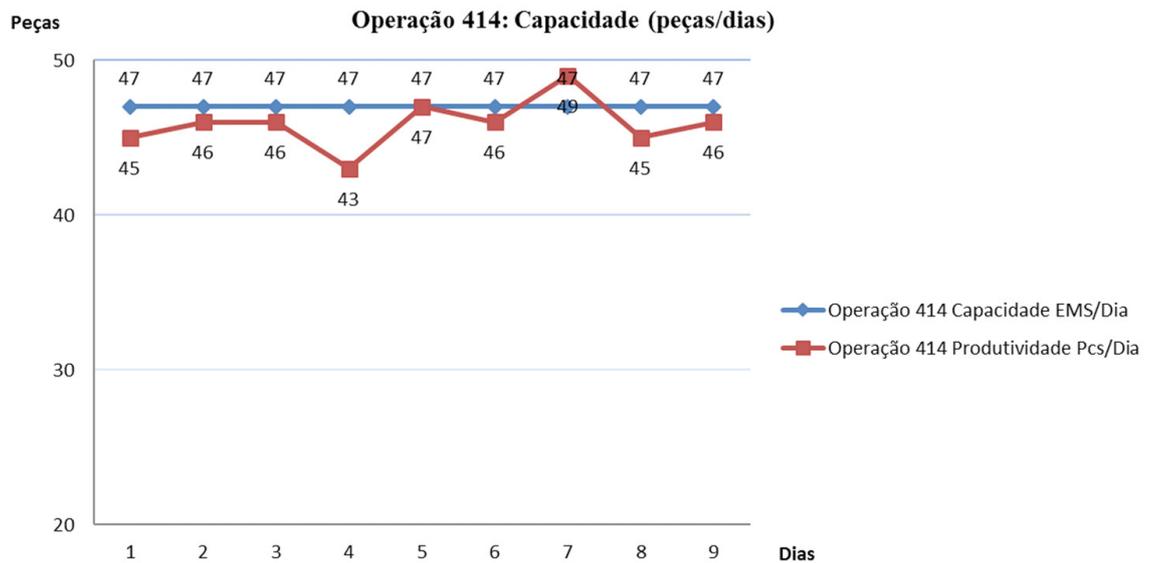


Figura 4- Quantidade de peças produzidas no posto de trabalho

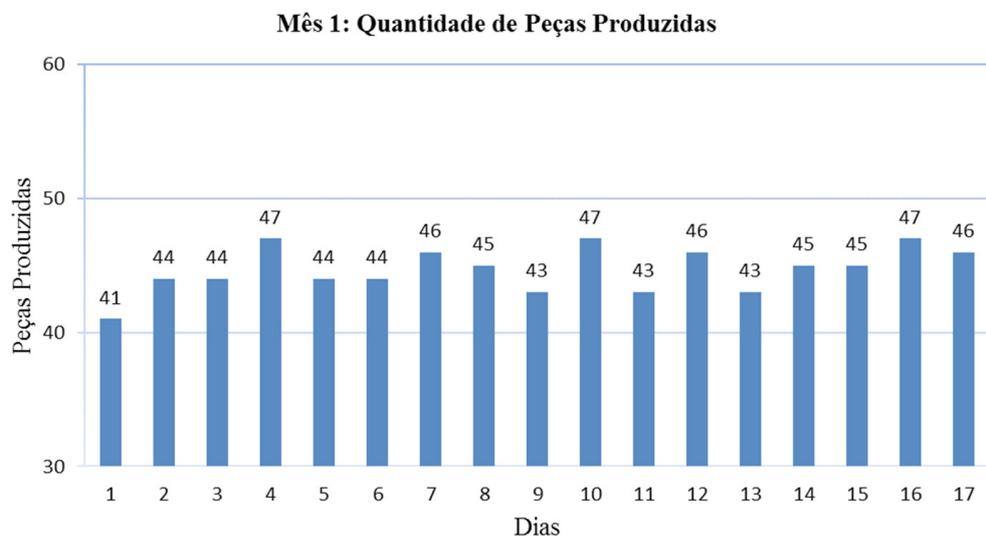


Figura 5 – Produtividade da peça

#### 4º Elevar a restrição:

Analisando a produção de peças no posto de trabalho 414, de acordo com a Figura 6, é possível verificar um aumento na produtividade desta operação. Entretanto, a produção da peça ainda está baixa, descrita na Figura 7. Observa-se ainda que a produtividade da peça, não foi idêntica ao aumento de produção, devido ao outro gargalo do processo o posto 720.

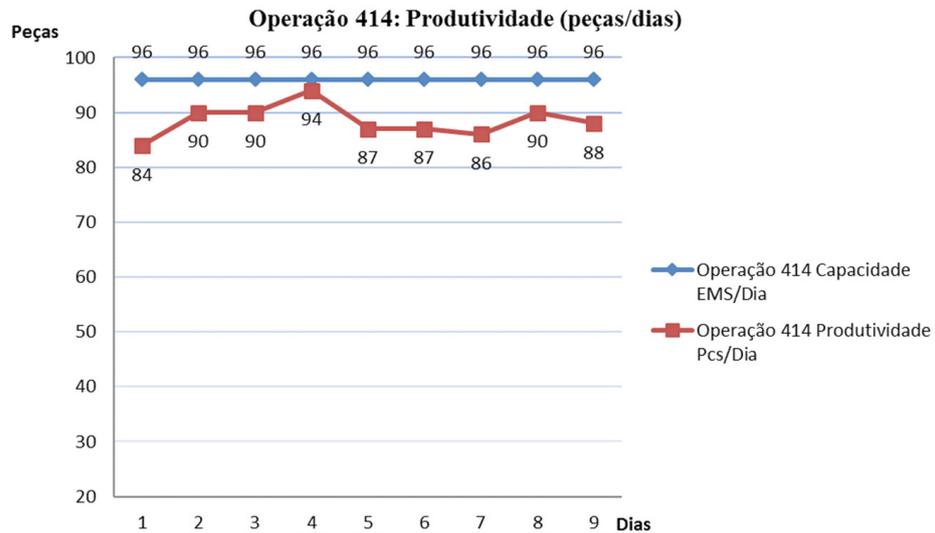


Figura 6 – Produtividade do posto de trabalho.

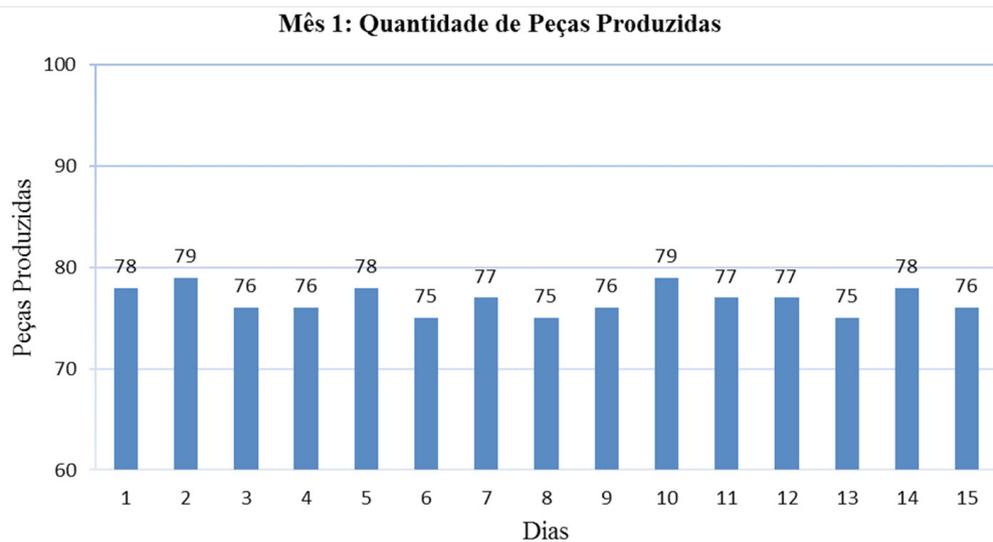


Figura 7 – Produtividade da peça

5° Extinção do gargalo:

Eliminou-se a primeira restrição do sistema, entretanto, não foi o suficiente, por causa de mais dois gargalos. Então, deverá ser avaliada novamente a capacidade da linha de fabricação para se encontrar outra restrição (no caso, o posto de trabalho 720).

### 3.3 Repetindo o ciclo

Realizou-se novamente a primeira etapa da metodologia, a identificação da restrição do sistema.

Neste posto de trabalho, analisou-se profundamente como ocorreu o processo de fabricação. Utilizou novamente *Flashes Kaizens*, para a situação. Descreveram-se algumas ações principais que poderiam levar ao êxito da operação, tais como:

- Otimizações no tempo de processo da máquina;
- Troca de pastilha de metal duro da ferramenta;

- Confeção de um novo dispositivo de prensagem;

Dentre as principais ideias constadas, verificou-se que a melhor ação seria a otimização do processo de produção da máquina. Fez-se assim a segunda etapa da *ToC*, decidindo-se como explorar ao máximo a restrição.

Ao colocar em desenvolvimento a ação, notou-se que a máquina estudada estava com os parâmetros de usinagem desatualizados. Observou-se então, que a melhor saída para aperfeiçoar o tempo de produção do posto gargalo seria otimizar o programa da Máquina CNC.

Para a quarta etapa do processo da metodologia (elevar a restrição) e para a validação do resultado, analisaram-se os tempos de produção descrita na figura 8. Comparado pela quantidade produzida no final do turno, isso significa que o tempo de processamento do posto de trabalho passou de 7,02 para 4,72 min/peça, em contraponto, a produtividade da peça não aumentou proporcionalmente em relação ao posto de trabalho como demonstrado na Figura 9.

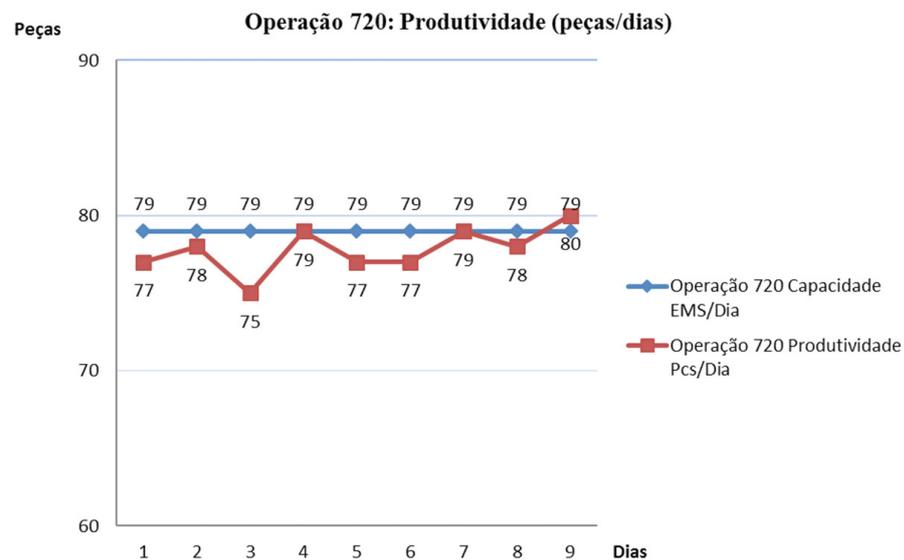


Figura 8 – Produtividade do posto de trabalho

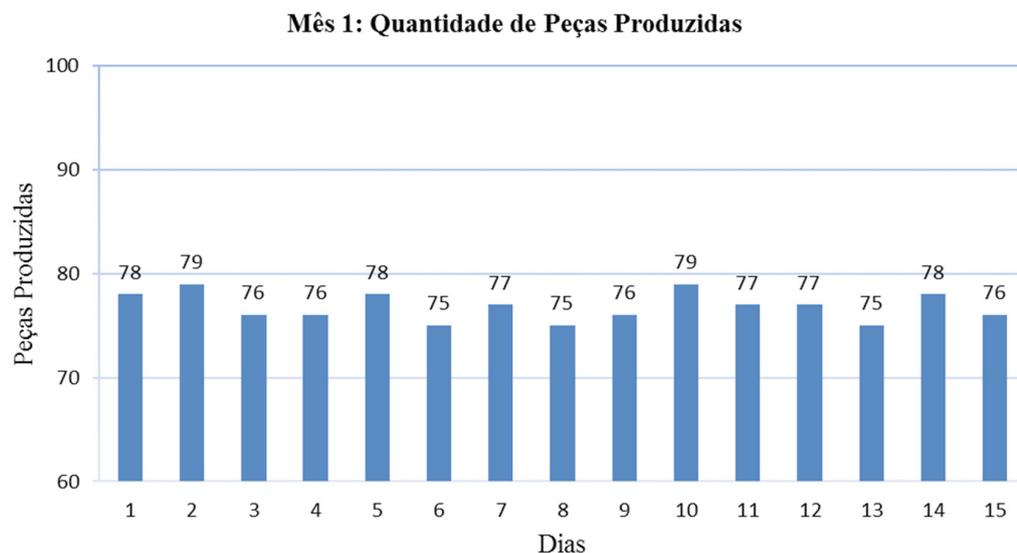


Figura 9 – Produtividade da peça

Houve um aumento mínimo de produtividade da peça, pois os tempos de produção entre este posto de trabalho e o próximo gargalo são de apenas 0,21 minutos (14 segundos) resultando em um ganho de 2 peças por turno. Conforme demonstram as Figuras 10 e 11, pode-se afirmar que a capacidade do posto de trabalho aumentou, mas a produtividade de fato não, devido ao posto 460/466 que está restringindo a linha de manufatura.

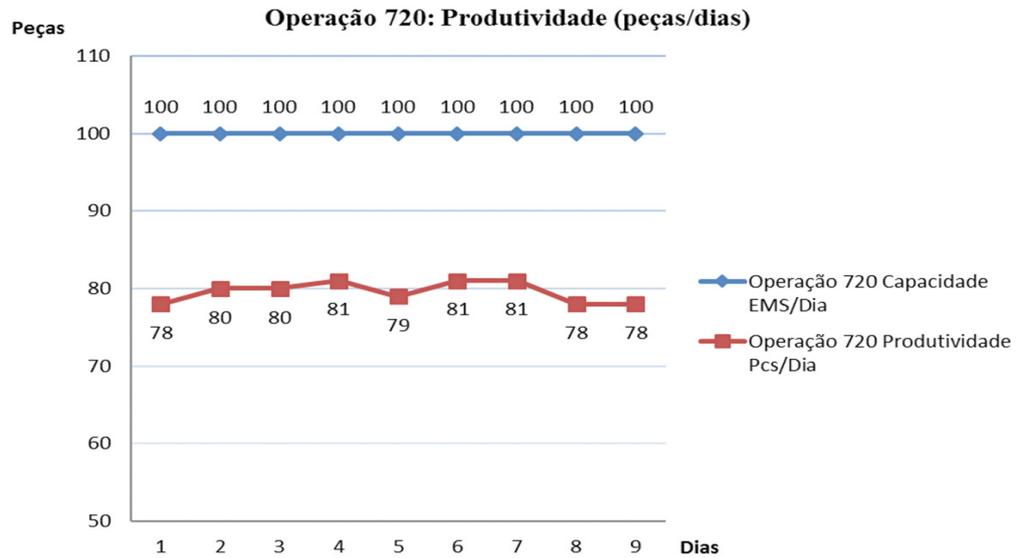


Figura 10 – Capacidade do posto 720.

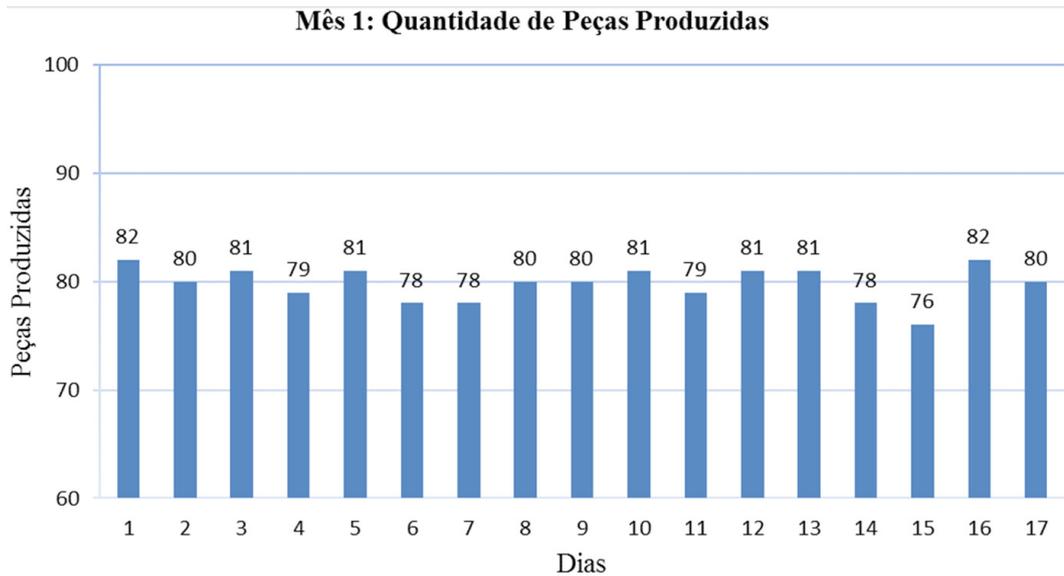


Figura 11 – Produtividade do posto 720.

Repetiu-se novamente o ciclo para a próxima operação gargalo (posto 460/466) e constatou-se uma redução de 6,79 minutos/peça para 5,3 minutos/peça, resultando nos tempos de processamento demonstrado na Figura 12.

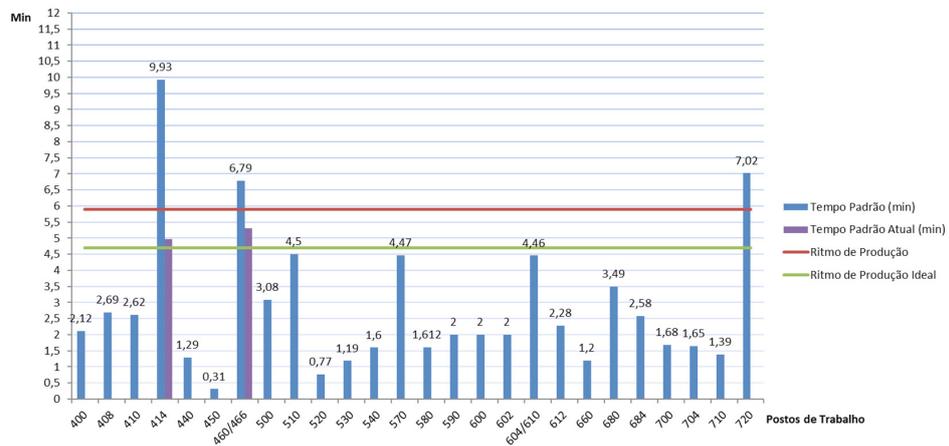


Figura 12 – Tempos de processamento de todos os postos de trabalho.

## 4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

De acordo com a comparação do índice de produtividade demonstrada na figura 12, observa-se que a produtividade foi superior. Nele pode-se inferir, que se a empresa focar na análise e soluções dos problemas em seus pontos críticos (restrições), a organização consegue os seguintes ganhos com a aplicação da metodologia, sendo eles:

- Aumento de aproximadamente 80% de produtividade, melhorando apenas três postos de trabalhos;
- Alavancagem operacional de 37 produtos finalizados por dia;
- O tempo de atravessamento da peça diminuiu de 77,75 para 67,02 minutos. Ganho em volta de 12% (desconsiderando o tempo de movimentação e de *WIP – Working in Process*).

A metodologia se mostrou de grande valia, pois, se todas as operações estão abaixo da linha do *takt time*, perante a produção mensal do produto que é de 1600 peças, isso indica que a produção consegue atender a demanda do cliente e, conseqüentemente, outra peça ou setor seria o gargalo da organização. Porém, as melhorias não foram satisfatórias para a equipe, pois não conseguiram atingir a meta proposta no início, conseguir chegar a uma produção de 2000 produtos, isto é, encontrou-se no final do período uma produção de cerca de 1760 produtos.

## 5 | CONCLUSÃO

O presente artigo se deu por analisar a aplicação da Teoria das Restrições em uma linha de manufatura perante um estudo de caso em uma indústria de produtos bélicos. Tal análise desta aplicação demonstrou que a utilização da *ToC* é de grande relevância para a organização, pois reduz os esforços por parte dos implementadores, uma vez que é possível ir diretamente na raiz do problema, no caso, a baixa produtividade e os

gargalos da linha.

Outra dificuldade, quanto ao monitoramento dos gargalos do sistema como um todo, seria caso a restrição seja localizada fora das dependências da empresa, como fornecedores e clientes, pois a indústria não consegue controlar de forma eficiente os processos em questão.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se propor a realização de um estudo para um balanceamento da linha produtiva, eliminando o possível excesso de mão-de-obra, um aumento na qualidade do processo e, ainda, uma criação do fluxo puxado favorecendo a busca de resultados que buscam a melhoria da qualidade para tais processos.

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, R. R.; ANTUNES Jr., J. A. V. **Takt-Time**: Conceitos e Contextualização Dentro do Sistema Toyota de Produção. *Gestão & Produção*, V. 8, n.1, p. 1 -18, abril. 2001
- ANTUNES, J.; ALVAREZ, R.; KLIPPEL, M.; BORTOLOTTTO, P.; PELLEGRIN, I. **Sistemas de Produção**: Conceitos e Práticas para Projeto e Gestão da Produção Enxuta. Porto Alegre. Bookman. 2008.
- CORBERTT, T. N. Uma comparação entre “Activity-Based Costing” e **Teoria das Restrições**, no contexto da contabilidade gerencial. 114 f. Dissertação (mestrado da EAESP/FGV) - Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 1996.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C.A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo. 2 ed. Atlas 2006.
- COSTA, D. Revista Técnica IPEP, **Aplicação do Kaizen na Logística**: As pessoas como fator de sucesso no desenvolvimento da empresa, V. 7, n.1, p. 45-54, jan./jun. 2007.
- CURY, A. **Organização & Métodos**. São Paulo. 7. ed. rev. Atlas 2000.
- GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A Meta**: Um Processo de Melhoria Contínua. São Paulo. 6. ed.-rev. Nobel, 2002.
- IMAI, M. **Kaizen**: A Estratégia para o Sucesso Competitivo. São Paulo. 5. ed. IMAM, 1994.
- LIKER, J. K. MEIER, D. **O Modelo Toyota**: Manual de Aplicação. Porto Alegre. Bookman, 2007.
- MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing**: Metodologia e Planejamento. São Paulo. Atlas, 1996.
- MIGUEL, P. A. C. O método do estudo de caso na engenharia de produção. In: MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; LIMA, E. P.; TURRIONI, J. B.; HO; L. L; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; SOUSA, R.; COSTA, R. E. G.; PUREZA, V. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2012 . p. 131-147.
- MOELLMANN, H. A.; ALBUQUERQUE, S. A.; CONTADOR, L. J.; MARINS, S. A. F. Aplicação da Teoria das Restrições e do Indicador de Eficiência Global do Equipamento para Melhoria de Produtividade em uma Linha de Fabricação. *Gestão Industrial, Ponta Grossa-PR*, v. 2, n.1, p.89-105, fev/2006.

NETO, A F. O.; VILELA, M S. S.; SILVA, A. M. Gestão dos fatores restritivos em indústria alimentícia de pequeno porte: aplicação dos conceitos da teoria das restrições. In: **SIMPÓSIO DE EXCELENCIA DE EM GESTÃO E TECNOLOGIA**, IX, 2012, Alagoas, anais... Alagoas, 2012.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção** – Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre, Bookman, 1996.

PACHECO, D. A. J. A proposição de estratégias para elevar a capacidade das restrições em sistemas produtivos: a aplicação integrada da teoria das restrições e do lean manufacturing. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, XXX, 2010, São Carlos, anais... , São Carlos, 2010.

PERGHER, I; RODRIGUES, H. L; LACERDA, P. D. Discussão teórica sobre o conceito de perdas do Sistema Toyota de Produção: inserindo a lógica do ganho da teoria das restrições. *Gestão & Produção*, V.18, n.4, p. 673- 686, outubro. 2011.

RENO, G.W.S.; DINIZ, C.P.; BERKENBROCK, T.; SEVEGNANI, G. Aumento da produtividade através do balanceamento das atividades dos operadores aplicando a metodologia kaizen no chão de fábrica. In: **ENCONTRO NACIONAL E ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, XXX, 2010, São Carlos, anais... São Carlos, 2010.

ROTHER, M; HARRIS, R. **Criando Fluxo Contínuo**: Um Guia de Ação para Gerentes, Engenheiros e Associados da Produção. São Paulo. Lean Institute Brasil, 2002.

SIKILERO, C; RODRIGUES, L H.; LACERDA, D P. Análise crítica das soluções da teoria das restrições para o gerenciamento da cadeia de suprimentos: uma análise teórica. In: **ENCONTRO NACIONAL DE EENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, XXVIII, 2008, Rio de Janeiro, anais... Rio de Janeiro, 2008.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo. Atlas, 2009.

## APLICAÇÃO DOS CINCO PASSOS DA MELHORIA CONTÍNUA DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC): O CASO DE UMA INDÚSTRIA DE CAL

**Fábio Pegararo**

**RESUMO:** Este artigo apresenta a aplicação dos cinco passos da melhoria contínua da Teoria das Restrições (TOC) no processo produtivo de uma indústria de cal da região sul do Estado do Tocantins frente ao aumento da demanda por cal da indústria a partir de um estudo de caso. É identificado no sistema de produção da empresa estudada que o forno onde a pedra dolomita, única matéria-prima para produção de cal é assada e os silos onde a pedra que depois de assada e moída por um britador é depositada com água e fica descansando durante 48 horas para virar uma espécie de massa, são as restrições do sistema, ambos, com a capacidade produtiva de 2,91 toneladas por hora. Quando as duas restrições são exploradas, identifica-se que a empresa possui recursos suficientes para aumentar a capacidade de produção dos silos de 2,91 toneladas por hora para 5,82 toneladas por hora, sendo que o forno, agora é a única restrição do sistema de produção da empresa. Nota-se que mesmo a empresa explorando ao máximo suas restrições, sua capacidade de produção ainda está subordinada à restrição do forno. A empresa só irá conseguir elevar sua capacidade de produção e atender o aumento da demanda, com a aquisição de mais um forno.

**PALAVRAS-CHAVE:** Teoria das Restrições, Melhoria Contínua, Indústria de Cal

**ABSTRACT:** This article presents the application of the five steps of the continuous improvement of the Theory of Constraints (TOC) in the production process of a lime southern Tocantins front region industry to increased demand for industrial cal from a case study. It is identified in the company's production system studied the oven where the dolomite stone, single raw material for lime production is roasted and silos where the stone that once roasted and ground by a crusher is deposited with water and is resting during 48 hours to turn a kind of mass, are the system constraints, both with a capacity of 2.91 tons per hour. When the two constraints are explored, it is identified that the company has sufficient resources to increase production capacity of 2.91 tons per hour silos to 5.82 tons per hour, and the oven is now the only restriction the company's production system. Note that even up to now exploiting to the full its restrictions, its production capacity is still subordinated to the oven restriction. The company will only be able to raise its production capacity and meet increased demand, with the acquisition of an oven.

**KEYWORDS:** Theory of Constraints, Continuous Improvement, Cal Industry

## 1 | INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta os resultados da aplicação dos cinco passos de melhoria contínua da Teoria das Restrições (*Theory of Constraints*, TOC) no processo produtivo de uma indústria de cal na região sul do estado do Tocantins com o intuito de aumentar sua capacidade produtiva, frente ao aumento da demanda por cal da indústria. Atualmente as empresas mudam com muita rapidez buscando alternativas para sobreviver no mercado em que atuam. Dentro da administração de empresas, algumas áreas vêm sofrendo grandes mudanças. Merece destaque a administração da produção e a TOC que quando usadas de forma adequada são ferramentas importantes para a empresa competir (sobreviver) no mercado em que atua. A TOC não é apenas uma teoria, consiste numa técnica capaz de contribuir para a competitividade das empresas/organizações através da identificação e gestão das restrições (gargalos) do seu sistema produtivo. Segundo os princípios da TOC a meta principal de uma empresa é ganhar dinheiro. A TOC pode contribuir para este objetivo através da identificação e gestão das restrições do sistema que impede a empresa atingir sua meta (CORRÊA; GIANESI, 1993).

Atualmente, muitos trabalhos são desenvolvidos na área de engenharia de produção com aplicação da TOC visando criar alternativas para o suporte à tomada de decisão. No trabalho de (BELICANTA; NERY; SAMED, 2006) a TOC é usada para a análise de uma célula de produção numa indústria de embalagens plásticas na região de Maringá no estado do Paraná. O objetivo é reduzir ou eliminar os gargalos existentes no processo de produção para obter o aumento da produtividade de embalagens. Em outro estudo a TOC é associada a conceitos de eficiência global de equipamentos numa multinacional que fabrica motores com a finalidade de escolher ações de melhoria de produção (MOELLMAN *et al.*, 2006). Os trabalhos consultados indicam que a aplicação da TOC melhora o processo de produção.

Este texto está organizado em cinco seções. A seção 2 apresenta os fundamentos teóricos necessários para a discussão e análise dos resultados. A seção 3 apresenta a metodologia empregada para a aplicação dos cinco passos de melhoria contínua da TOC numa indústria de cal. A seção 4 apresenta os resultados da aplicação da TOC numa indústria de cal e seção 5 conclui o trabalho.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Administração da Produção

A administração da produção e operações diz respeito às atividades orientadas para a produção de bens físicos ou a prestação de um serviço (MOREIRA, 1998). A produção pode ser definida como um conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens (caso das indústrias) ou serviços de

forma organizada. Um procedimento organizado visa à conversão de insumos em produtos acabados (MOREIRA, 1998; RUSSOMANO 1979; SLACK *et al.* 1996). A administração da produção é encarada como uma atividade controlada para agregar valor aos produtos e serviços das empresas (MONKS, 1987). Para que um sistema produtivo transforme insumos em produtos (bens e/ou serviços) o sistema precisa ser pensado em termos de prazos onde planos são feitos e as ações são disparadas com base nestes planos para que, transcorridos estes prazos, os eventos planejados pelas empresas tornem realidade (TUBINO, 2007).

## **2.2 Optimized Production Technology (OPT) e teoria das restrições (TOC): aplicação dos cinco passos para a melhoria contínua na produção de CAL**

A Tecnologia de produção otimizada (*Optimized Production Technology*, OPT) nasceu dentro de um ambiente de manufatura nos anos 70 em Israel, quando o estudante de física Goldratt desenvolveu uma formulação matemática para o planejamento da fábrica de um amigo que produzia gaiolas para aves (GOLDRATT, 1994 *apud* COX III; SPENCER, 2002). A OPT foi originalmente apresentada como *software* em um conjunto de regras de programação e acabou tornando-se questionamento das bases do planejamento e controle da produção, pois desafiava os indicadores de desempenho tradicionais da contabilidade de custos, gerencial e de negócios (COX III; SPENCER, 2002).

A primeira pesquisa sobre os usuários da OPT indica que o *software* é excelente, mas seu sucesso seria limitado. Para obter a eficiência com o uso do *software* a organização teria que mudar seu sistema tradicional de indicadores de desempenho. Assim, *A Meta*, novela *Best seller* de Goldratt contribuiu para a mudança da maneira como os gerentes visualizam a produção (COX III; SPENCER, 2002). Muitas empresas se tornaram muito bem sucedidas com a implementação dos conceitos do gerenciamento de restrições apresentados na *Meta*. Em 1986, baseados nos resultados da *Meta* Goldratt e Fox fundaram o Instituto educacional Avraham Y. Goldratt para o desenvolvimento e a difusão dos conhecimentos da TOC (COX III; SPENCER).

A TOC surge como uma nova filosofia para o pensamento gerencial cuja premissa básica é gerenciar a partir de suas limitações (restrições) que o sistema (organização) apresenta com foco no objetivo econômico máximo (meta) da empresa que é ganhar dinheiro (BELINCANTA; NERY; SAMED, 2006).

Restrição é todo recurso que a organização possui e que tem uma capacidade de operação inferior aos outros recursos existentes na organização (COX III; SPENCER, 2002). Por exemplo, em uma manufatura pode ser que uma máquina que faz um processo produtivo tenha sua capacidade de operação inferior às outras máquinas. A capacidade de operação é definida como o número máximo de operações que um recurso consiga realizar sob condições normais de operação (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

A premissa da TOC é que toda organização possui pelo menos uma restrição. Primeiro identifica as restrições e depois faz a gerência da organização/empresa a partir destas restrições para viabilizar o objetivo de ganhar dinheiro (CORRÊA; GIANESI, 1993). A TOC afirma que toda empresa é um sistema tangível, cujo desempenho depende da forma como interagem seus diferentes processos (SABADDINI; GONÇALVES; OLIVEIRA, 2006). A restrição pode ser caracterizada em um sistema com longas filas de espera ou por tempos de processamentos longos. Essas restrições podem influenciar nos tempos de processamento de produtos. Cabe aos gestores da empresa identificar e atuar nas restrições do sistema para que a empresa consiga atingir os objetivos de atender com rapidez e qualidade as necessidades de seus clientes (GOLDRATT, 1990).

O fato de todo sistema possuir pelo menos uma restrição não significa que o sistema é bom ou ruim. Significa que a restrição deve ser gerenciada (GOLDRATT, 1990). Existem quatro conceitos que fundamentam a TOC (GOLDRATT, 2002): a) toda empresa/organização é um sistema tangível e seu desempenho depende da forma de interação dos seus diferentes processos, b) toda empresa/organização possui uma meta fundamental e os sistemas e recursos devem estar voltados para a meta, c) Todo sistema considerado tangível possui ao mínimo uma restrição que limita o desempenho da organização como um todo em direção a sua meta, e d) os esforços de gerenciamento devem ser direcionados para os recursos que apresentam os maiores impactos sobre a meta.

As restrições se classificam em dois tipos (GOLDRATT, 2002): restrições internas (de recurso) e restrições externas (político-culturais). As restrições internas ou de recurso são caracterizadas por tempos de processamentos longos, falta de capacidade das máquinas e equipamentos produzirem o que se espera deles, falta de recursos humanos suficientes para a operação do sistema. As restrições político-culturais se referem às normas e procedimentos da organização, demanda por um produto, práticas e paradigmas culturais das organizações (UMBLE; SRIKANTH, 1990).

Os recursos podem ser gargalos (restrições) e não-gargalos (CORREA; GIANESI, 1993). Recurso gargalo é aquele que restringe o desempenho do sistema, ou seja, não deixa a empresa atingir a sua meta (COX III; SPENCER, 2002). Possui capacidade de processamento inferior à demanda depositada nele. Entende-se que restrição e gargalo possuem o mesmo significado (GUERREIRO, 1999).

A Figura 1 mostra parte de um processo produtivo com um gargalo representado pelo retângulo Operação 20.

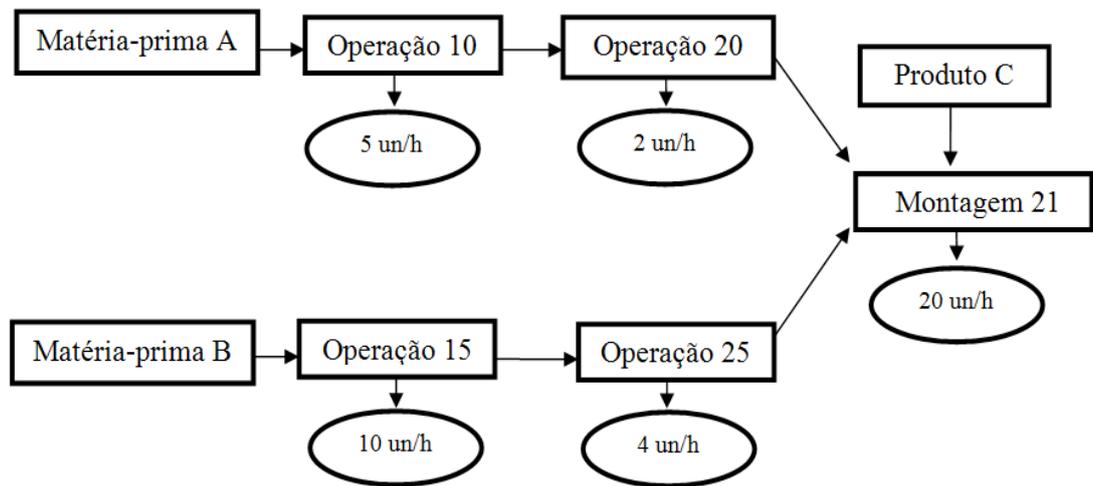


Figura 1- Parte de um processo produtivo com um recurso gargalo

Fonte: Adaptado de Cox III e Spencer, (2002, p. 71)

Observa-se que a operação 20 possui capacidade de operação de 2 unidades por hora. Essa capacidade de operação é menor do que a capacidade de todas as outras operações do processo produtivo. Isso significa que o processo todo fica limitado a produzir 2 unidades por hora (COX III; SPENCER, 2002). O que determina a utilização de um recurso não-gargalo não é a sua disponibilidade de operação e sim a restrição do sistema. Por exemplo, a operação de Montagem 21 tem capacidade de operação de 20 unidades por hora, no entanto, como ela depende da Operação 20 para realizar sua tarefa, fica limitada a produzir 2 unidades por hora. Tecnicamente, significa que não adianta a empresa concentrar esforços no recurso não gargalo. Uma hora ganha em um recurso não-gargalo não melhora a capacidade de produção do processo. Ao contrário, uma hora ganha em um recurso gargalo é uma hora ganha para todo o processo produtivo (CORRÊA; GIANESI, 1993). O recurso gargalo é quem dita todo o fluxo do processo. Qualquer ganho obtido no recurso gargalo é um ganho para todo o processo produtivo (GUERREIRO, 1999). A seguir são descritos os cinco passos para o aprimoramento contínuo ou processo de melhoria contínua utilizados pela TOC (NOREEN; SMITH; MACKEY, 1996).

- a. **Identificar a restrição do sistema.** As restrições devem ser identificadas porque determinam o fluxo do sistema. Em uma organização bem administrada as restrições são fáceis de encontrar. Por exemplo, em uma indústria, os inventários de materiais em processo vão indicar onde está a restrição (NOREEN; SMITH; MACKEY, 1996).
- b. **Explorar as restrições do sistema.** Após a identificação da restrição no sistema ela deve ser otimizada para tornar o sistema mais eficiente e aumentar a taxa da capacidade do recurso (NOREEN; SMITH; MACKEY, 1996). A empresa/organização deve ser vista como uma corrente em que o recurso gargalo se encontra no elo mais fraco da corrente. Se a organização quer fortalecer a corrente é necessário aumentar a resistência do elo

mais fraco (GOLDRATT, 1990). Otimizar a restrição significa realizar ações de curto prazo que adicionam capacidade a um recurso existente (COX III; SPENCER, 2002). Por exemplo, se a triagem de materiais em uma indústria é a restrição, alocar mais recursos para a restrição em curto prazo de tempo aumenta sua capacidade e permite atender a um maior número de recursos produtivos (GONÇALVES *et al.*, 2005).

- c. Subordinar todos os demais recursos à restrição.** Este passo consiste em subordinar todas as outras atividades à restrição (COX III; SPENCER, 2002). É o passo mais difícil porque questiona todas as práticas e procedimentos gerenciais tradicionais. Um equívoco é afirmar que nenhuma máquina pode ficar parada, pois enfraquecerá a eficácia do sistema (GUERREIRO, 1999). Todas as atividades devem ser direcionadas a restrição, pois um problema será criado claramente se a administração e os indicadores do recurso não-restrição não estão subordinados à restrição física. Isso pode levar o supervisor do recurso não-restrição a pensar que estão ociosos. Quando isso ocorre o supervisor realoca operários para balancear o fluxo e cria automaticamente uma restrição sem saber (COX III; SPENCER, 2002). Um recurso não-restrição pode e, muitas vezes, deve ficar ocioso, ótimos locais não garante ótimos globais (ROCHA NETO; MARCO, 2006).
- d. Elevar as restrições.** A organização deve procurar relaxar a restrição o que significa aumentar de alguma forma a sua capacidade de produção. Isso aumenta a capacidade de fluxo do sistema (CORRÊA; GIANESI, 1993). Elevar uma restrição significa aumentar a capacidade da restrição a um nível mais alto (GOLDRATT, 1997). Este passo é confundido com o passo de subordinar os demais recursos à restrição que introduz a exploração da restrição. O gerenciamento de restrições não é uma ciência exata ou uma receita e que a idéia é utilizar o gerenciamento de restrições como um processo de melhoria contínua dos negócios de maneira mais efetiva sendo que uma boa maneira de entender a distinção entre explorar e elevar é observar o efeito da capacidade no sistema. Explorar as restrições significa praticar ações de curto prazo que adicionam capacidade a um recurso existente. Elevar a restrição significa trazer capacidade ao recurso há um nível mais alto, normalmente através de investimentos em equipamentos mão de obra etc. (COX III; SPENCER 2002). Em geral, após a avaliação decide-se elevar à restrição para aumentar sua capacidade a um nível mais alto (GOLDRATT, 1997). Este passo é feito depois que a restrição é explorada ao máximo, pois pode repercutir em certo aumento nas despesas operacionais como, por exemplo, subcontratação, turnos extras e etc. (CORRÊA; GIANESI, 1993).
- e. Se uma restrição for elevada, volte ao passo inicial e não deixe que a inércia seja a maior restrição do sistema.** Se uma restrição é elevada, algo vai se tornar imediatamente numa restrição do sistema/processo pro-

duto e impede que a organização atinja sua meta (CORRÊA; GIANESI, 1993) destacam que se no passo, Elevar as restrições, uma restrição for elevada, deve-se voltar ao passo inicial (identificar a restrição do sistema) para identificar a próxima restrição e não deixar que a inércia tome conta do processo. Deve-se concentrar em identificar e lidar efetivamente com a nova restrição (NOREEN; SMITH; MACKEY, 1996). O processo de focalização de cinco passos faz com que a administração pense, planeje e só então realize e verifique. É um processo sistemático de melhoria contínua (ROCHA NETO; MARCO, 2006).

### **3 | METODOLOGIA**

O método usado na indústria de cal caracteriza-se por pesquisa exploratória e estudo de caso. As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista, a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores (GIL, 1999).

O estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos (YIN, 2001).

Quanto às técnicas de pesquisa, utiliza-se a pesquisa bibliográfica para dar embasamento científico ao estudo, entrevistas semi estruturada com os gestores do departamento de produção e observações diretas sobre o processo de produção de cal da empresa.

A análise dos dados é qualitativa. A análise qualitativa procura apresentar-se de uma forma adequada para poder entender a relação de causa e efeito do fenômeno e conseqüentemente chegar a sua verdade e razão (OLIVEIRA, 2002).

## **4 | ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS**

### **4.1 Processo de produção de cal na empresa filler cal rio formoso ltda sob a ótica da TOC**

A equipe de pesquisadores teve assessoria de um funcionário experiente da empresa Filler cal para compreender os detalhes do processo de produção de cal hidratado adotado pela empresa.

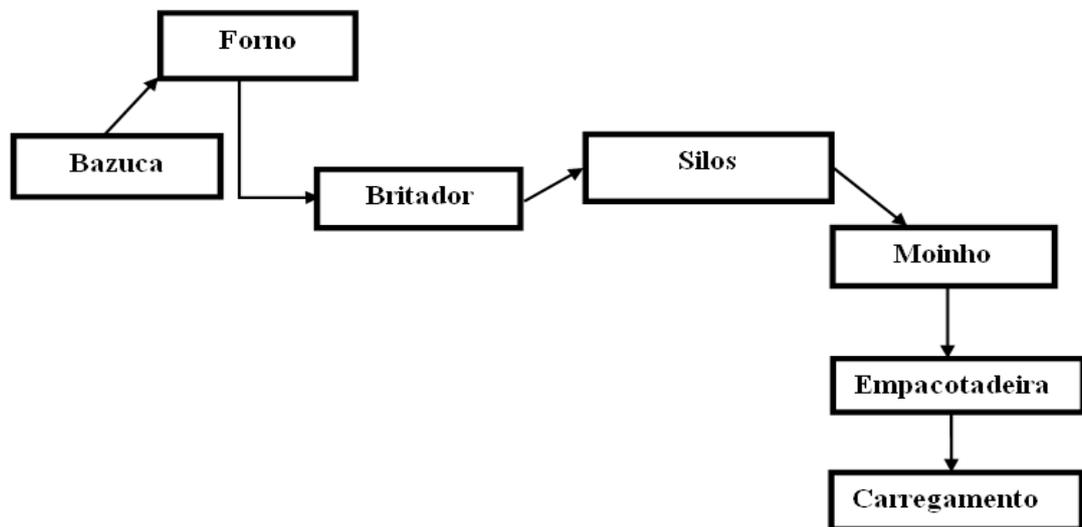


Figura 2 - Fluxograma da produção de cal da empresa Fillerca Rio Formoso Ltda

A Figura 2 mostra o fluxograma resumido do processo de produção de cal da empresa Fillerca Rio Formoso Ltda. A Fillerca trabalha em um regime de 24 horas por dia e utiliza três períodos para a produção de cal. A principal matéria-prima utilizada na fabricação é a pedra calcária dolomita. Trata-se de uma pedra branca encontrada e extraída no morro azul cerca de vinte quilômetros da indústria. Primeiramente a pedra é extraída e passa pelo processo de britagem para diminuir seu tamanho, depois as pedras são selecionadas em tamanhos de aproximadamente 25 centímetros e são transportadas por um caminhão caçamba com capacidade de 30 toneladas até a indústria. Na indústria parte da carga é depositada em um equipamento chamado bazuca que tem capacidade para 15 toneladas. Dentro da bazuca as pedras são movidas por uma correia transportadora até uma peneira para retirada de impurezas. Depois desse processo que dura 30 minutos a pedra fica pronta para a produção.

Depois de passar pela bazuca a pedra é transportada por correias a uma altura de aproximadamente 7 metros até o forno. O processo de enchimento do forno dura 1 hora. Atualmente a empresa possui 1 forno com capacidade para 70 toneladas. O forno é uma estrutura de concreto e tem a lenha como principal combustível para o processo de calcinação.

O forno é mantido aceso 24 horas a uma temperatura de 800 graus para que a pedra seja assada e os funcionários chamados de forneiros ficam responsáveis por manter o forno com a temperatura ideal. Assim, são assadas apenas as pedras que estão concentradas próximas do fogo e quando atingem a coloração avermelhada os forneiros descem as pedras que estão no ponto para dentro do funil. O funil é um compartimento dentro do forno que tem o papel de substituir pedras assadas por pedras ainda não assadas.

As pedras assadas ficam descansando por 2 horas para diminuir a temperatura e permitir que os funcionários retirem-as do funil. As pedras são retiradas do funil usando uma espécie de carrinho de mão que tem capacidade para 700 quilos, o tempo de retirada é de 30 minutos. A retirada das pedras do funil ocorre num período

de duas em duas horas. A capacidade de produção do forno é de 35 toneladas por dia. Em seguida as pedras são depositadas em uma espécie de rampa e removidas por uma pá-carregadeira que as coloca em um caminhão caçamba com capacidade para 7,5 toneladas. O tempo gasto para carregar este caminhão é de 10 minutos. As pedras são transportadas até a moega que é um local onde as pedras ficam armazenadas e que tem capacidade para 15 toneladas. Neste momento a matéria-prima passa para dentro de um galpão para ser industrializada. Segue para o processo chamado de hidratação que é o procedimento em que a pedra passa pelo britador para ser moída e transformada em pedras menores e através de correias transportadoras segue para os silos. O tempo gasto para encher um silo é de 6 horas. A capacidade de cada silo é de 70 toneladas.

Atualmente a Fillercal utiliza dois silos para a hidratação. Dentro dos silos, acrescenta-se 20 mil litros de água em cada silo e a mistura forma uma espécie de massa que fica descansando por um período de 48 horas. Depois do descanso inicia-se a retirada da massa do silo que segue pelo moinho onde o material é moído e peneirado permitindo que nesta etapa se tenha a pedra bem fina como pó. O processo de moagem tem capacidade para 8 toneladas por hora. O material que sai do processo de moagem é conhecido com cal que vai direto para a empacotadeira.

Na etapa de empacotamento são produzidas 1 tonelada a cada 3 minutos num total de 20 toneladas por hora. O processo de empacotamento é realizado de forma manual onde quatro funcionários são responsáveis pelo procedimento. Dois funcionários empacotam os sacos que caem na esteira e seguem até outros dois funcionários que formam pilhas de 50 sacos com 20 quilos. Depois, com o auxílio de uma empilhadeira é feita a remoção dos *palets* de madeira já prontos com 1 tonelada de cal cada um. O carregamento é feito com auxílio de outra empilhadeira e dois funcionários que são responsáveis por pegar um saco por vez e formar as cargas. Quatro a cinco caminhões são carregados em um período de 24 horas.

Os passos para a melhoria contínua da TOC são aplicados na Fillercal com intuito de contribuir para o aumento de sua capacidade de produção. A Fillercal constata que não atende a demanda e nem os pedidos conforme o acordo firmado com seus clientes.

A seguir são apresentados os passos de aplicação da TOC no processo de produção da empresa Fillercal Rio Formoso Ltda.

### *Passo 1 - Identificação da Restrição no processo de produção de cal*

Após a análise do fluxo de produção da cal descrito na seção 4.1 é aplicado o primeiro passo da teoria das restrições (TOC) que é a identificação das restrições.

A Figura 3 mostra o fluxograma com a capacidade produtiva de cada equipamento expressos na unidade de tempo padrão adotada neste trabalho que é de 1 (uma) hora.

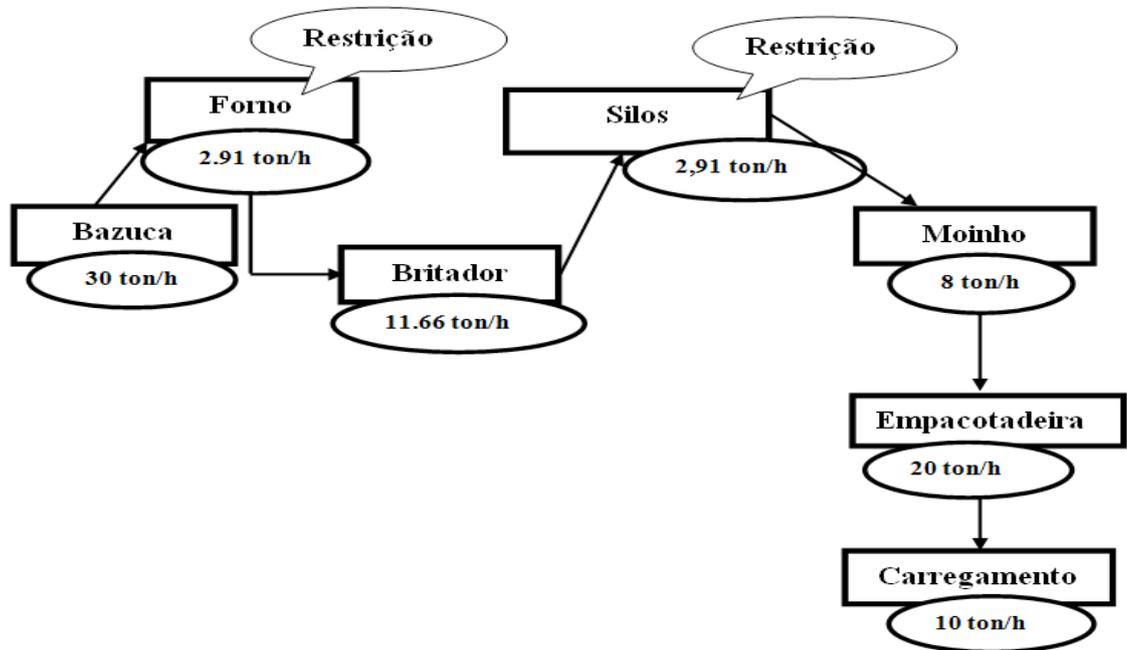


Figura 3 - Fluxograma com capacidade de produção de cal da empresa Fillercal Rio Formoso Ltda

**Bazuca.** A capacidade de operação da bazuca é de 30 toneladas por hora. Sua capacidade de operação original é de 15 toneladas a cada 30 minutos. A conversão da capacidade de produção da bazuca em uma hora é feita pela conversão de 2 vezes 15 igual a 30 toneladas por hora.

**Forno.** A capacidade de operação do forno é de 2,91 toneladas por hora. É mantido aceso por 24 horas e produz 70 toneladas. As pedras são retiradas do forno a cada 2 horas. Assim, para obter a capacidade produtiva por hora do forno divide-se a capacidade do forno de 70 toneladas por horas trabalhadas que é 24.

**Britador.** O britador produz 11,66 toneladas hora. Nessa etapa a pedra passa pelo britador e segue diretamente para os silos de armazenagem e cada silo tem capacidade para 70 toneladas. São gastas 6 horas para encher cada um. Como o britador trabalha até enchimento do silo então divide-se 70 toneladas por 6 horas trabalhadas.

**Silos.** A capacidade de produção por hora dos silos é de 2,91 toneladas. Dentro dos silos as pedras passam por um período de descanso de 48 horas. São 2 silos com capacidade para 70 toneladas cada um o que resulta num total de 140 toneladas. Para encontrar a capacidade de produção dos silos divide-se 140 toneladas pelo tempo em que as pedras ficam descansando que é de 48 horas.

**Moinho.** O moinho tem uma capacidade de produção de 8 toneladas por hora.

**Empacotamento.** O procedimento de empacotamento produz 20 toneladas por hora. Nesta etapa é produzida 1 tonelada a cada 3 minutos. Nesse caso, a produção por hora é de 20 toneladas.

**Carregamento.** O carregamento por hora é de 10 toneladas. É gasto 1:30 (uma hora e trinta minutos) para carregar 15 toneladas de cal ou seja a cada 1 hora são carregados 10 toneladas.

A análise da Figura 3 mostra que o forno e o silo são as restrições do sistema produtivo de cal da Fillercal. Como o forno e os silos possuem a mesma capacidade produtiva por hora de 2,91 toneladas eles estão determinando o fluxo de todo o sistema fazendo com que a capacidade de produção da empresa também seja de 2,91 toneladas por hora.

### *Passo 2 - Explorar as restrições do sistema de produção de cal*

Nesta etapa, a Fillercal deve explorar ao máximo suas restrições, afim de, utilizar recursos e equipamentos existentes para alocar aos locais restrição e elevar a sua capacidade produtiva. A Fillercal possui mais dois silos que estão inativos, assim recomenda-se que a empresa inicie a exploração desses silos para aumentar a capacidade dos silos para 5,82 toneladas por hora de acordo com a Figura 4. O local forno trabalha com sua capacidade máxima, e como nesse passo, conseguiu-se aumentar a capacidade dos silos, agora o forno passa a ser a única restrição do sistema o que ainda deixa a empresa com a capacidade de produção de 2,91 toneladas hora. O forno é evidenciado no passo 4 de elevar as restrições do sistema ou processo de produção. Após a exploração ao máximo da restrição o sistema de produção fica com a seguinte capacidade conforme Figura 4.

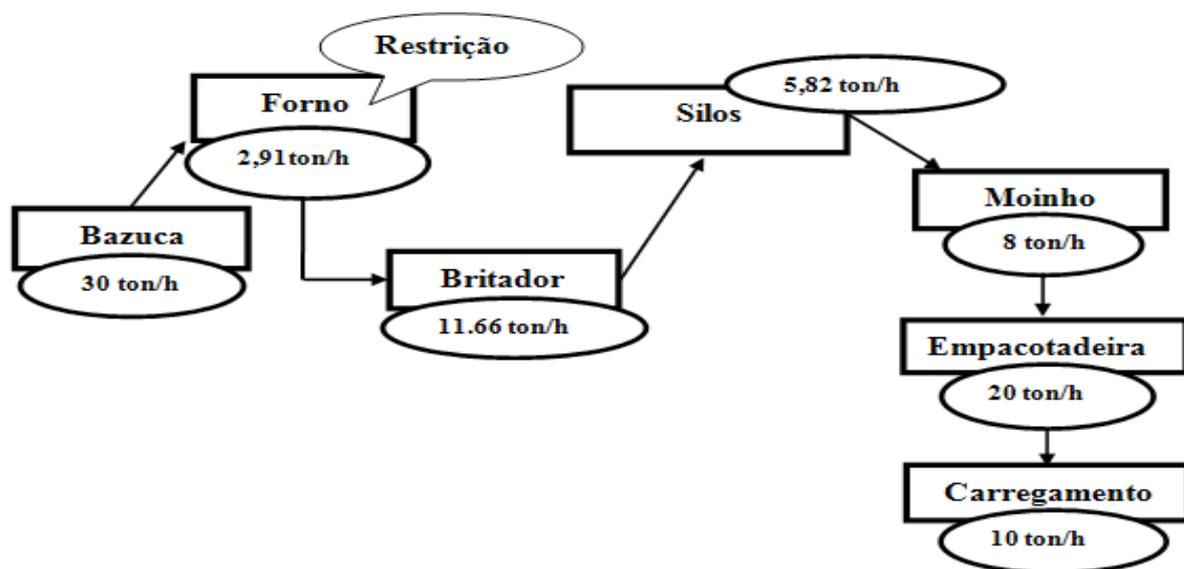


Figura 4 – Capacidade de produção após explorar as restrições

### *Passo 3 - Subordinar todos os demais recursos à restrição do sistema de produção de cal*

Neste passo, todos os recursos devem ser subordinados à restrição do sistema, ou seja, não há problema algum se alguma máquina fique ociosa, parada. Por exemplo, no processo de produção da Fillercal, a bazuca possui uma capacidade de produção

de 30 toneladas por hora se ela continuar trabalhando com essa capacidade provoca um aumento infinito de estoque entre o forno e a bazuca porque o forno é uma das restrições do sistema. Assim, recomenda-se subordinar a bazuca às restrições. Isto é, compatibilizar a produção da bazuca com a capacidade de produção do forno. Vale ressaltar, que o silo não é mais uma restrição para o sistema.

#### *Passo 4 - Elevar a restrição do sistema de produção de cal*

Após a restrição ter sido explorada ao máximo e não havendo mais recursos disponíveis na empresa que possa ser alocado para a restrição de modo que eleve sua capacidade é feito o passo de elevar a restrição. Elevar significa realizar ações que geralmente estão relacionadas a investimentos em compra de equipamentos, maquinários e contratação de mão de obra etc. O aconselhado a Fillercal é que ela adquira mais um forno para aumentar sua capacidade produtiva. Conforme Figura 4 o processo produtivo da empresa ainda é de 2,91 toneladas por hora. A capacidade de produção do forno não pode ser modificada com a aplicação do processo de melhoria da TOC e continua como a restrição do sistema que comanda o fluxo de produção.

A aquisição de mais um forno com a mesma capacidade de produção do atual eleva a capacidade de produção de cal para 5,82 toneladas por hora e a Fillercal tem sua capacidade produtiva dobrada.

#### *Passo 5 - Se uma restrição for elevada, volte ao passo um e não deixe que a inércia seja a maior restrição do sistema de produção de cal*

Recomenda-se a Fillercal é não deixar que a inércia seja a restrição, pois a TOC é um processo de melhoria contínua. É necessário que a empresa esteja sempre atenta as restrições do sistema, buscando a melhoria continua dos seus processos de produção.

## **5 | CONCLUSÃO**

O estudo é realizado na empresa Fillercal que desenvolve atividades manufatureiras para a produção de cal. O processo produtivo é determinado por uma restrição no forno e nos silos. Conclui-se que se as etapas posteriores consideradas não-restrições tenham disponibilidade de produção maior, a capacidade produtiva da Fillercal não é melhorada. Após exploração da restrição verifica-se que a empresa dispõe de recursos para aumentar a capacidade de produção dos silos. Com as sugestões, a capacidade dos silos passou de para 2,91 toneladas por hora para 5,82 toneladas por hora. Se empresa não atentar para a subordinação dos recursos não-restrição à restrição pode-se aumentar consideravelmente seu estoque entre o recurso restrição (forno) e

o não-restrição e isso pode acarretar aumento de custos de produção. Vale destacar que ótimos locais não significam ótimos globais. Após a exploração ao máximo das restrições da Fillercal o forno continua restrição. Como o passo de explorar a restrição não é suficiente para aumentar sua capacidade de produção (o forno trabalha com capacidade máxima) o problema de aumentar a capacidade do forno é resolvido no passo 4 da aplicação da TOC. Para que a Fillercal alcance a meta de melhorar a produção frente ao aumento da demanda ela deve comprar mais um forno. A inércia deve ser evitada para não ser sua maior restrição.

## REFERÊNCIAS

BELICANTA, F. P., NERY, M. L., SAMED, M. M. A. **Otimização da Produção segundo a Teoria das Restrições: Análise de suas aplicações em uma indústria de embalagens plásticas**. XIII Simpósio de Engenharia de Produção - SIMPEP, 2006, Bauru - SP.

CORRÊA, H. L., GIANESI, I.G.N. **Just in Time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico**. 2. ed. – São Paulo: Atlas, 1993.

COX III, J. F., SPENCER, M. S. **Manual da Teoria das Restrições**. Trad. Fernanda Kohmann Dietrich. Porto Alegre: Bookman, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. Ed. – São Paulo: Atlas, 1999.

GOLDRATT, E. M. **Haystack Syndrome: Sifting information out of the data ocean**. North River Press, 1990.

\_\_\_\_\_. **A Meta: Um processo de aprimoramento contínuo**: Claudiney Fullmann, 1997.

\_\_\_\_\_. **A Meta: Um processo de melhoria contínua**. São Paulo: Nobel, 2002.

GONÇALVES, A. A., ROCHA, S. A. S., OLIVEIRA, M. J. F., LEITÃO, A. R. **Modelo de Simulação Aplicado na Gestão de Serviços de Saúde**. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 2005, Porto Alegre - RS.

GUERREIRO, R. **A Meta da Empresa: Seu alcance sem mistérios**. São Paulo: Atlas, 1999.

MOELLMANN, A.H., ALBUQUERQUE, A. S., CONTADOR, J.L., MARINS, F. A.S. **Aplicação da teoria das restrições e do indicador de eficiência global do equipamento para melhoria de produtividade em uma linha de fabricação**. Revista Gestão Industrial, v. 02, n. 01, 2006, p. 89-105. Disponível em <http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/revista/revista2006/pdf/RGIv02n01a9.pdf>. Acesso em mar. 2011.

MONKS, J. G. **Administração da Produção**. São Paulo: Makron Books, 1987.

MOREIRA, D. A. **Introdução à Administração de Produções e Operações**. São Paulo: Pioneira, 1998.

NOREEN, E. W., SMITH, D., MACKEY, J. T. **A Teoria das Restrições e suas Implicações na Contabilidade Gerencial: Um relatório independente**. Tradução Claudiney Fullmann, São Paulo: Educator, 1996.

OLIVEIRA, S. L. de. **Tratado de Metodologia Científica: Projetos de pesquisas, TGI, TCC,**

**monografias dissertações e teses.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

ROCHA NETO, A., MARCO, R. A. de. **A Teoria das Restrições na Prática: Elevação dos gargalos no processo produtivo de uma indústria metal mecânica.** XIII Simpósio de Engenharia de Produção, SIMPEP, 2006, Bauru - SP.

RUSSOMANO, V. H. **Planejamento e Acompanhamento da Produção.** São Paulo: Pioneira, 1979.

SABBADINI, F. S., GONÇALVES, A. A., OLIVEIRA, M. J. F. de. **A Aplicação da Teoria das Restrições (TOC) e da Simulação na Gestão da Capacidade de Atendimento em Hospital de Emergência.** Revista Produção On-Line, Vol. 6, N. 3, Universidade Federal de Santa Catarina, dezembro de 2006.

SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A., JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 1996.

SLACK, N. CHAMBERS, S. JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 2ª.ed São Paulo, Atlas, 2002.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e prática.** São Paulo: Atlas, 2007.

UMBLE, M.M., SRIKANTH, M.L. **Synchronous Manufacturing.** South-Western Publishing CO. Cincinnati, 1990.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos.** 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## PROPOSTA DE UM NOVO MODELO DE ARRANJO FÍSICO PARA UMA COZINHA EXPERIMENTAL A PARTIR DO PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DO LAYOUT – SLP (SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING)

**Aylla Roberta Victer Ferreira da Silva**

Centro Universitário da Zona Oeste –  
Departamento de Engenharia de Produção  
Rio de Janeiro – RJ

**Ana Carolina do Nascimento Gomes**

Centro Universitário da Zona Oeste –  
Departamento de Engenharia de Produção  
Rio de Janeiro – RJ

**Elga Batista da Silva**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro -  
Instituto de Ciências Sociais Aplicada (ICSA)  
Rio de Janeiro – RJ

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar as condições higiênico-sanitárias e o layout da cozinha experimental de uma instituição de ensino superior e propor melhorias no arranjo físico dessa unidade para otimizar os processos produtivos do laboratório. Para tanto, foi utilizada a metodologia de Planejamento Sistemático do Layout – SLP (Systematic Layout Planning), que foi aplicada após uma avaliação das condições gerais do laboratório através de um checklist. A partir dessas informações foram elaborados novos modelos de layout, fluxos de produção e listas de equipamentos. Observou-se que o laboratório não possuía fluxos produtivos definidos e todos os possíveis fluxos apresentavam cruzamentos, o que compromete a qualidade sanitária dos alimentos

produzidos. Além disso, a unidade apresentava características típicas de uma cozinha doméstica e infraestrutura deficiente em vários aspectos. Para solucionar esses problemas foram sugeridas ações como a substituição dos móveis e modernização dos equipamentos, mudanças com relação à entrada e saída dos materiais e ainda melhorias na infraestrutura; com vistas a tornar mais eficientes as atividades do laboratório; bem como garantir a qualidade sanitária e sensorial das refeições elaboradas na unidade. Ressalta-se a importância acadêmica da implementação dessas mudanças por se tratar de uma cozinha destinada à aprendizagem em uma universidade; e também a necessidade de realização de mais estudos nessa área face a escassez de pesquisas científicas sobre esse tema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Alimento seguro; Fluxo de produção; Segurança do alimento.

**ABSTRACT:** The objective of this work was evaluate the hygienic-sanitary conditions and create a layout for an experimental kitchen to propose improvements to its physical arrangement. Therefore, it was used the Systematic Layout Planning (SLP), applied after an evaluation of the laboratory's conditions using a checklist. It was observed that the laboratory had undefined productive flows and all the possible flows showed many intersections,

what implicate the sanitary quality of the food that has been produced. In addition, the unit presented domestic kitchen typical characteristics. A new physical arrangement (layout), production flows and equipment lists were developed. Important actions were suggested, as the replacement of furniture, equipment's modernization, changes in entry and exit of materials and improvements for render the laboratory activities more efficient; and also to ensure quality of meals prepared at the unit. This paper has an academic importance because the changes would be implemented in a kitchen used for university classes; and there are not many studies about this topic.

**KEYWORDS:** Production flow; layout; food safety.

## 1 | INTRODUÇÃO

O conceito de segurança do alimento tem sido, nos anos recentes, bastante destacado em muitos países na área de produção de refeições, um fato que tem impulsionado a realização de estudos acerca das condições higiênicas na manipulação de alimentos. Esse tema possui considerável relevância para a manutenção da saúde das coletividades (Ferreira et al., 2011), uma vez que os alimentos contaminados em decorrência da manipulação inadequada podem causar vários prejuízos ao organismo humano.

Essa preocupação envolve vários fatores de risco para doenças transmitidas por alimentos, relacionadas a muitos casos de internações e até mortes. Como exemplos de elementos que podem estar envolvidos nesses prejuízos citam-se equipamentos e utensílios contaminados, alimentos mantidos ou restaurados em temperaturas inadequadas, além de falhas nos fluxos de produção das refeições (Harris et al., 2015). Nesse contexto, todos os aspectos relativos à segurança do alimento devem ser imperativos nas práticas de uma cozinha destinada à formação de alunos das disciplinas ligadas à produção de refeições. Os discentes devem compreender esse tipo de processo como um conjunto de etapas que visa não somente a integridade sensorial dos alimentos para promover o encantamento do cliente, mas também a segurança desses procedimentos.

Além disso, segundo Nascimento, Ribeiro e Batista (2014) “realizar atividades práticas no ensino superior representa uma alternativa para fomentar, junto aos alunos, formas de aplicar os conhecimentos adquiridos em aulas expositivas”. Assim, admite-se a relevância da adequação de todo laboratório destinado ao ensino às normas preconizadas pela legislação brasileira vigente. Especificamente no caso de cozinhas experimentais há necessidade de atender aos parâmetros da legislação sanitária de alimentos destinada aos estabelecimentos produtores de refeições, embora o objetivo desse tipo de laboratório não seja a comercialização de alimentos e bebidas.

*Checklists* são ferramentas muito empregadas para avaliar condições higiênico-sanitárias dos estabelecimentos produtores de refeições. Segundo Santos (2011) o termo *checklist*, ou lista de verificação, surgiu na força aérea norte-americana (década

de 1930) quando se percebeu que falhas não detectadas por falta de verificação provocavam acidentes fatais que começaram a ser evitados através da criação de *checklists*, uma verificação metódica de todas as etapas de um procedimento para que este se desenvolva com o máximo de segurança.

O *layout* de unidades produtoras de refeições está diretamente atrelado ao conceito de elaboração segura de alimentos, pois quando o *layout* é deficiente os fluxos de produção apresentam pontos críticos de controle, que propiciam riscos não podem ser corrigidos nas etapas seguintes do processamento, e de contaminação cruzada que ocorrem quando fluxos de produção se sobrepõem e acarretam riscos de contaminação.

*Layout* (ou arranjo físico) é a disposição física dos recursos de produção que ocupam uma determinada área do espaço, uma combinação ótima das instalações de uma unidade, para o máximo rendimento da produção através da melhor distância e menor tempo possível. Também determina a maneira de como as movimentações internas, sejam de pessoas, materiais ou informações, transcorrem ao longo da operação (Silva et al., 2012).

Desse modo, um dos principais responsáveis pela agilidade e eficiência nas tarefas produtivas é o planejamento do *layout*, visto que este tem por objetivo alcançar benefícios como utilizar o espaço disponível, reduzir custos e distâncias entre as movimentações internas, garantir melhores condições de trabalho e tornar o processo produtivo mais eficaz (Borba et al., 2014). Ressalta-se que esse planejamento reduz desperdícios e riscos de contaminação, além de melhorar o fluxo de processo produtivo.

Estudos pregressos envolvendo o desenvolvimento de modelos de *layout* para cozinhas (domésticas e profissionais) têm sido publicados nos anos recentes (Shimmura, Fujii, Kaihara, 2017; Bonenberg, 2015; Wansink, 2012), o que evidencia a importância do tema para um adequado funcionamento desse tipo de espaço. Considerando os estabelecimentos do setor de *food service*, o referido assunto torna-se ainda mais relevante, pois nesses há a necessidade de atender às legislações sanitárias vigentes, para garantir a segurança do alimento (Brasil, 2002).

A técnica mais difundida no rearranjo do *layout* é o Planejamento Sistemático de *Layout* (SLP – *Systematic Layout Planning*), que consiste em uma estruturação de fases propondo procedimentos para identificar, avaliar e visualizar atividades (Muther et al., 2000); e identificar dentre vários cenários aquele que satisfaz as necessidades da unidade produtiva.

A metodologia SLP possui três fases (análise, pesquisa e seleção), na primeira fase coletam-se os dados de produção, analisando-se os fluxos de processos e atividades relacionadas a eles. Na segunda fase, inicia-se o desenvolvimento das propostas de *layout*, considerando-se as mudanças e modernizações necessárias, restrições racionais e limitações práticas existentes no espaço. Na última fase é feita a seleção da melhor proposta do arranjo físico (Flessas et al., 2014).

O objetivo do trabalho foi avaliar as condições higiênico-sanitárias de uma cozinha

experimental, propondo melhorias no *layout* dessa unidade.

## 2 | METODOLOGIA

Foi utilizada metodologia de Planejamento Sistemático do *Layout* – SLP (*Systematic Layout Planning*), abordada de forma simplificada, segundo Flessas et al. (2014). Para tanto, foram executadas as três etapas do SLP:

### 2.1 Análise

Inicialmente foram realizadas visitas à cozinha experimental em questão, um laboratório situado em uma instituição de ensino superior do município de Seropédica, Rio de Janeiro; destinado às aulas práticas de cursos de graduação. Nessas ocasiões foi aplicado um *checklist* baseado na Resolução RDC nº275 (Brasil, 2002), que aborda aspectos relativos ao manejo de resíduos, utensílios, equipamentos e condições sanitárias (itens então classificados como “conforme” ou “não conforme”, segundo seu *status* na referida unidade).

Essa lista abordava aspectos correlatos às Boas Práticas de Manipulação (BPM) e aos Procedimentos Operacionais Padronizados (POP) aplicados aos estabelecimentos da área de alimentos. No *checklist* foram avaliados aspectos sobre edificações, instalações, equipamentos, móveis, utensílios, produção dos alimentos e documentação, segundo metodologia de Souza et al. (2009).

Para observar as metragens da área física foi utilizada uma trena com trava, linha profissional (3m). Além disso, foi elaborada uma lista de equipamentos indispensáveis para o funcionamento adequado da cozinha experimental.

### 2.2 Pesquisa

Foram construídos novos modelos de *layout* para o laboratório, através da reorganização do espaço físico original, para substituir os equipamentos antigos do laboratório por outros mais modernos e adequados à rotina de uma cozinha industrial, considerando a área da unidade. O software AutoCad® 2013 foi empregado para elaboração do novo *layout*, segundo metodologia adaptada de Freitas e Gonzalez Júnior (2013).

Além disso, ao ser formulado o novo *layout*, também foram propostos novos fluxos de produção para evitar a contaminação cruzada, garantindo a segurança das refeições produzidas na unidade, com ênfase nas BPM; segundo procedimentos de Flessas et al. (2014).

### 2.3 Seleção

Foram analisadas todas as propostas de *layout* e escolhido aquele cujos fluxos foram mais adequados à realidade da unidade em questão, sendo estes numerados

ou diferenciados por cores de forma a facilitar sua descrição.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Análise

Verificou-se que a cozinha experimental apresenta configuração retangular com dimensões de 10,2m X 6,5m que totalizam uma área de 66,3m<sup>2</sup>. Essa unidade, que apresentava estrutura semelhante à de uma cozinha doméstica, apresentou diversas não conformidades em todos os itens avaliados.

Diante disso, a primeira e a mais visível não conformidade encontrada era referente à edificação da unidade. Embora paredes, teto e piso dispusessem cores claras, não apresentam adequado estado de conservação (livre de defeitos, rachaduras, trincas, buracos e outros); nem acabamentos lisos, impermeáveis e de fácil limpeza. Os ângulos entre as paredes e o teto e as paredes e o piso não eram abaulados, dificultando a higienização do ambiente. Também foi constatado que as portas e a única janela apresentavam as mesmas irregularidades quanto ao estado de conservação e a higienização. Cabe ressaltar que as portas não possuíam fechamento automático, e as janela não continham proteção contra insetos e roedores (a partir do emprego de telas milimétricas), condições em desacordo com a legislação brasileira referente às BPM (Brasil, 2002).

Assim como a edificação, as instalações também apresentavam grandes irregularidades, como a precária iluminação artificial – que deve ser adequada à atividade desenvolvida, sem ofuscamento, reflexos fortes, sombras e contrastes excessivos. Segundo Brasil (2004) a iluminação da área de preparação deve proporcionar a visualização de forma que as atividades sejam realizadas sem comprometer higiene e características sensoriais dos alimentos. Luminárias sobre a área de preparação dos alimentos devem ser apropriadas e protegidas contra explosões e quedas acidentais. Na unidade encontravam-se seis pontos de iluminação artificial, mas um não continha a estrutura necessária para o funcionamento.

Outra não conformidade nas instalações está relacionada à ventilação e à climatização do espaço. A ventilação e a circulação de ar não eram capazes de garantir a renovação do ar e manter o ambiente isento de fungos, partículas em suspensão e condensação de vapores sem oferecer riscos às atividades de produção de refeições. Os equipamentos responsáveis pela ventilação artificial da unidade (ventiladores) foram classificados como precários, obsoletos e inapropriados para a climatização de uma cozinha industrial (Teixeira et al., 2000). Além disso, o ambiente não possuía um sistema de exaustão que capaz de prevenir possíveis contaminações.

A área de produção deve apresentar lavatórios com água corrente e, preferencialmente, com acionamento automático com posição adequada em relação ao fluxo dessa produção. Próximo ao lavatório deve estar disponível sabonete líquido

inodoro antisséptico, sistema higiênico (e seguro) de secagem e coletor de papel acionados sem contato manual (FERREIRA et al., 2011). Segundo Campos et al. (2015) as condições de higiene dos manipuladores são fatores importantes no que tange à segurança do alimento, assim sendo as orientações quanto à lavagem de mãos devem ser dispostas nas dependências de todas as unidades produtoras de refeições, em locais de fácil visualização por parte dos colaboradores.

Também foi observada a presença de equipamentos obsoletos como os três fogões, duas geladeiras, um liquidificador, um micro-ondas, um *freezer* horizontal e uma chapa, que deveriam ser dispostos de forma a facilitar, quando necessário, o acesso para a manutenção, a limpeza, a desinfecção e o monitoramento. Além disso, os mesmos devem apresentar adequado estado de conservação e ser constituído de materiais que não produzam efeitos tóxicos. Adicionalmente, para garantir o perfeito funcionamento dos maquinários, é preciso registrar as manutenções preventivas e corretivas desses equipamentos (Codex Alimentarius, 2006).

Móveis e utensílios foram classificados como inadequados para a unidade pois a maioria dos objetos é de madeira, material poroso e com rugosidades que dificultam a higienização e favorecem a formação de biofilme. Biofilmes em áreas de processamento de alimentos são formados por materiais orgânicos e inorgânicos em superfícies, sobre as bactérias, fungos e/ou protozoários, formas microbianas aderidas à superfície, mais resistentes aos agentes antimicrobianos, podendo persistir à sanitização e contaminar outras superfícies ou produtos alimentícios (Joseph, 2001).

Entre os móveis, verificou-se que as bancadas que são utilizadas para apoio e armazenamento dos utensílios encontravam-se revestidas de azulejos com péssimo acabamento, permitindo frestas entre os mesmos, irregularidades que propiciam a contaminação dos alimentos. As mesas de apoio de madeira, apesar de apresentar bom estado de conservação, eram inapropriadas para uma cozinha industrial, pois segundo Silva Filho (1996) a superfície do material apresenta imperfeições que comprometem a higienização das mesmas por aumentar o risco de formação de biofilme.

A unidade deveria ser projetada de modo a impedir possíveis cruzamento dos fluxos de produção, com *layout* ordenado para assegurar a eficiência na realização das tarefas. O *layout* adequado determina perfeitamente as distribuições das dependências de acordo com as etapas do processo de produção. Nas cozinhas industriais, os locais para a realização da atividade do pré-preparo, regiões consideradas como “áreas sujas”, que, portanto, devem ser isolados por barreira física ou técnica para evitar contaminação cruzada (Brasil, 2004).

Cabe ressaltar que é fundamental que todas as unidades produtoras de refeições possuam documentos e registros que garantam a produção de alimentos seguros, definidos como obrigatórios pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa): Manual de Boas Práticas e Procedimentos Operacionais Padronizados (POP). Segundo Brasil (2004) os serviços de alimentação devem implementar POP relacionados a higienização de instalações, equipamentos e móveis, controle integrado de vetores e

pragas urbanas, higienização dos reservatórios e higiene e saúde dos manipuladores.

### 3.2 Pesquisa

Foi desenvolvido um modelo de *layout* (Figura 1) no qual foram sugeridas diversas mudanças na unidade. Destaca-se que um ambiente de trabalho tumultuado, com espaço insuficiente para a circulação de pessoas e materiais, torna-se mais suscetível a contaminações. Logo, as alterações propostas consideraram a distância mínima exigida para unidades de cozinha experimental de 90cm entre os equipamentos e 1,2m para o tráfego de pessoas e materiais (Silva Filho, 1996).

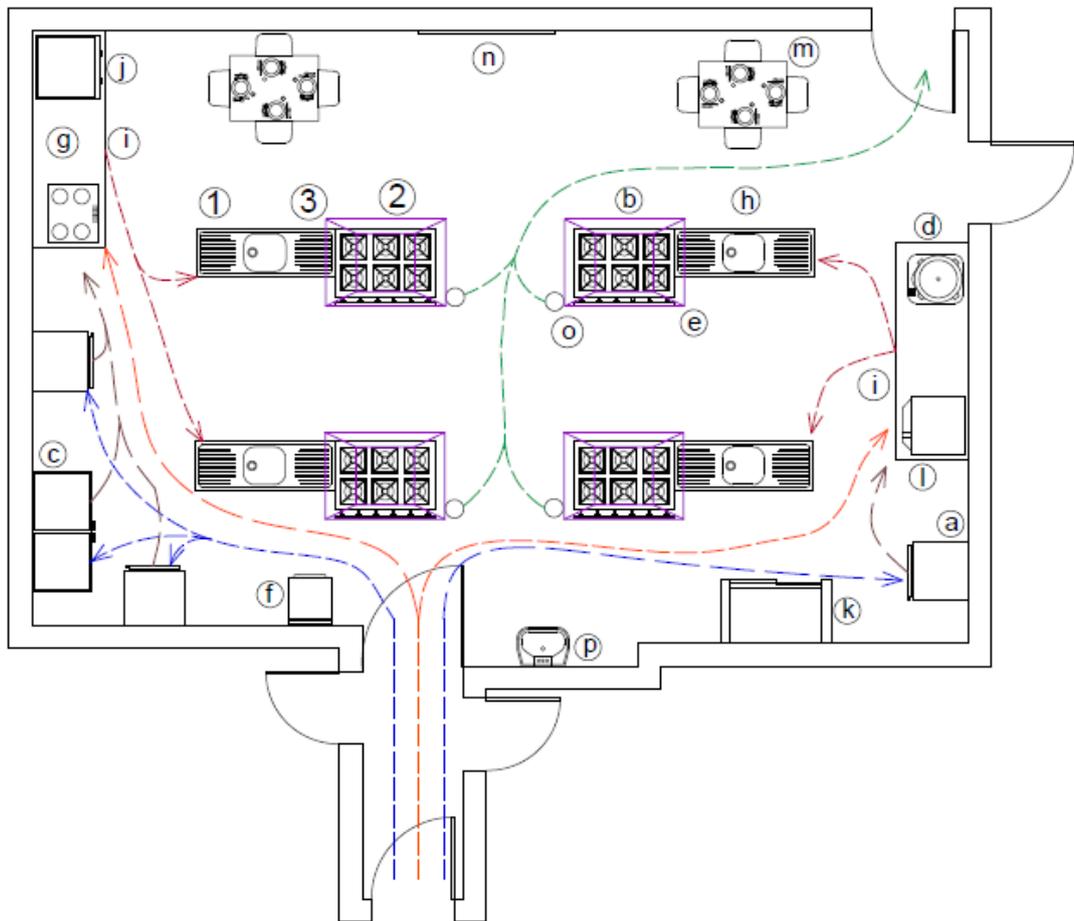


Figura 1: Proposta de planta baixa e fluxos de produção da cozinha experimental. **Legenda:**

a) Refrigerador industrial; b) Fogão industrial; c) Freezer industrial; d) Liquidificador industrial; e) Coifa; f) Máquina de gelo; g) Placa de indução; h) Bancada com pia; i) Bancada; j) Chapa sanduicheira; l) Micro-ondas; m) Mesas e cadeiras; n) Quadro branco; o) Lixeira; p) pia.

Fluxos: —> Insumos úmidos; —> Insumos secos; —> *Mise en place*; —> Pré-preparo; —> Resíduos; 1) Sanitização; 2) Preparo; 3) Finalização.

Esse novo arranjo físico propôs um fluxo padrão de produção, no qual os materiais destinados às refeições seguirão de forma que não existam fluxos cruzados na linha produtiva, ou seja, o mesmo material não passaria duas vezes pela mesma área, evitando contaminar os alimentos (Teixeira et al., 2000). Esse fluxo deve possuir as principais fases da produção de uma refeição, desde a chegada das matérias primas

na unidade até a finalização do prato ou bebida e o descarte dos resíduos (Kraemer, Saddy, 2007).

A primeira etapa é a recepção dos insumos para abastecer a produção. Segundo Vila et al. (2014) “o recebimento é uma etapa crítica para o controle sanitário, pois quaisquer alterações de deterioração, danos às embalagens ou temperaturas inadequadas podem deteriorar alimentos”. Na etapa seguinte os ingredientes são armazenados em despensas frias (geladeiras e *freezer*) ou secas (armários), segundo a composição química de cada matéria prima para evitar a deterioração. Quando necessário, existem etapas intermediárias entre essa etapa e a seguinte, como o descongelar e/ou dessalgar algum ingrediente (Kraemer, Saddy; 2007).

A próxima etapa é o pré-preparo das matérias primas, iniciada pela lavagem e pela sanitização. Depois os alimentos são selecionados, descascados, cortados, montados e distribuídos de acordo com a ficha técnica de preparação culinária (receita padrão) (Kraemer, Saddy; 2007). Depois desses procedimentos há o preparo da refeição (momento que inclui algum tipo de tratamento térmico), acarretando alterações irreversíveis ao alimento, operação que demanda equipamentos como fogão, forno e placas de indução (Coenders, 1996).

Por se tratar de uma cozinha experimental, o momento de distribuição da refeição não ocorre, portanto, as últimas operações da produção são a montagem e a finalização do prato ou bebida. Para a finalização da bebida decora-se o copo ou taça adequado adiciona-se gelo, quando necessário. Em um prato, a etapa seguinte é a finalização (empratamento), ou seja, arrumar e decorar a preparação culinária para que esta seja distribuída (servida) aos consumidores (Ricetto, 2013).

Paralelamente à produção das refeições, também são descartados os resíduos, ocasionando a necessidade de mudança significativa no fluxo de produção na unidade, alterando entrada e saída do laboratório para evitar que o fluxo de saída dos resíduos cruze com o fluxo de entrada das matérias-primas (Somavilla, Lopes; 2013; Teixeira et al., 2000).

Além disso, sugeriu-se substituir paredes inteiramente de azulejo por paredes com 1,5 metros de altura de azulejo; e que o restante seja pintado com tinta epóxi de cor clara. Essa tinta foi escolhida pela alta resistência à corrosão, resistência química satisfatória e adesão (Bertouli et al., 2014). Outra sugestão é instalar equipamentos de ar condicionado, para renovar o ar e manter o ambiente livre de fungos, partículas suspensas diminuindo assim o risco de contaminações nos alimentos (Brasil, 2004), e, portanto, a ocorrência de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA). Adicionalmente, é imperativo colocar telas na janela da cozinha para evitar a entrada de vetores.

Também foi elaborada uma lista de móveis e equipamentos que possam contribuir com o arranjo físico do laboratório. Embora sejam necessários à rotina de produção dessa unidade, alguns desses equipamentos não participam efetivamente do fluxo. A seguir é apresentada uma lista com móveis e equipamentos dos *layouts* desenvolvidos, bem como as finalidades de cada um desses itens:

- a. **Refrigerador industrial**, medindo 65cm x 70cm x 205cm – armazenamento dos insumos mais perecíveis (despensa fria), com temperatura entre 2 e 6° C (Teixeira et al., 2000);
- b. **Fogão industrial**, medindo 84cm x 107cm x 84cm – preparo da refeição;
- c. **Freezer industrial**, medindo 72cm x 130cm x 94cm – armazenamento de insumos como carnes e pescados (despensa fria);
- d. **Liquidificador industrial**, medindo 19cm x 52cm x 19cm – homogeneização de ingredientes para drinks ou pratos;
- e. **Coifa**, medindo 104cm x 127cm x 104cm – atua de forma coadjuvante ao fogão, servindo como exaustora;
- f. **Máquina de gelo**, medindo 60cm x 51cm x 45cm – não participa efetivamente do fluxo;
- g. **Placa de indução**, medindo 52cm x 59cm x 6,5cm – preparo da refeição;
- h. **Bancada com pia**, medindo 70cm x 150cm x 100cm – higienização e do pré-preparo da refeição ou da bebida, além de servir para o armazenamento dos insumos necessários a realização da atividade (despensa seca);
- i. **Bancada**, medindo 80cm x 240cm x 90cm – armazenamento de insumos para auxiliar no pré-preparo das refeições (despensa seca);
- j. **Chapa sanduicheira**, medindo 45cm x 90cm x 25cm - preparo de pratos proteicos e sanduíches;
- k. **Armário de alvenaria**, medindo 70cm x 120cm x 210cm – armazenamento de insumos para a realização dos pratos (despensa seca);
- l. **Micro-ondas**, medindo 58cm x 60cm x 32cm – restauração (aquecimento) e descongelamento de ingredientes ou refeições;
- m. **Mesas e cadeiras**, medindo 120cm x 150cm x 75cm – não participam diretamente do fluxo. Como se trata de uma cozinha experimental para aulas práticas a função desses móveis é apenas demonstrar *mise en place*, que segundo Riccetto (2013), consiste em organizar utensílios que serão usados pelos clientes em um restaurante, e distribuir alimentos e bebidas (distribuição que é denominada tecnicamente de serviço).
- n. **Quadro branco**, medindo 150cm x 4cm x 120cm – explicações escritas durante a aula;
- o. **Lixeira**, medindo 26cm x 26cm x 40cm – descarte de resíduos.

### 3.3 Seleção

Dentre os possíveis arranjos físicos levantados, aquele que melhor atendeu as necessidades da unidade estudada foi o modelo demonstrado na Figura 1. Neste *layout*, foram organizados os equipamentos de forma a otimizar os fluxos produtivos, obedecendo normas de vigilância sanitária (de acordo com a legislação brasileira) e garantindo condições de funcionamento da unidade, ou seja, seguindo os conceitos de BPM. Dessa forma, os manipuladores dos alimentos poderão elevar a produtividade em menor tempo e mínimos riscos de contaminação por cruzamento de fluxos.

Outra alteração do *layout* foram os fluxos de entrada e saída dos materiais, pois como na unidade existia apenas uma porta para saída de resíduos e movimentação de pessoas e materiais o cruzamento dos fluxos entre esses elementos era inevitável. Assim, foi proposta a criação de um corredor que conecte o laboratório a sua área externa entre as duas salas vizinhas da unidade. Dessa forma, a antiga porta seria utilizada apenas para a saída dos resíduos, e a nova porta será usada para entrada de pessoas e materiais (Figura 1).

A proposta de fluxograma elaborada no presente estudo inicia-se nessa nova porta de entrada, posicionada no final do corredor. A pia para lavagem das mãos que se encontrava ao lado da porta de entrada foi realocada para área próxima à nova entrada de pessoas. Essa pia foi posicionada de forma estratégica, para servir como lembrete aos manipuladores (no caso, estudantes de graduação) quanto a necessidade da lavagem de mãos assim que estes adentrarem na área restrita do laboratório. Ainda sobre a referida pia, a mesma não participa efetivamente do fluxo, mas é necessária para que o risco de contaminação proveniente do manipulador de alimentos seja controlado em função de uma redução da carga microbiana nas mãos e nos antebraços, através da operação de lavagem das mãos.

O primeiro passo do fluxo é o armazenamento dos insumos, que serão separados em despensa seca (identificado pela seta laranja) ou despensa fria (seta azul), dependendo do tipo de ingrediente. Em seguida, os ingredientes necessários à realização da atividade são retirados das geladeiras, *freezer* e armários existentes nas bancadas. A seguir, os ingredientes selecionados das despensas secas como das frias irão para as bancadas, onde serão porcionados segundo a ficha técnica de preparação culinária (seta marrom). Na próxima etapa, representada pelas setas de cor vinho, os insumos já porcionados serão direcionados para o pré-preparo (1), preparo (2, g ou j, dependendo da ficha técnica) e montagem e finalização do prato (3). Na etapa final do fluxo é feito o descarte dos resíduos gerados pela antiga porta de entrada e saída, sem que o mesmo cruze pelos demais fluxos (seta verde).

## 4 | CONCLUSÕES

Esse estudo ratificou a necessidade de alteração da unidade experimental, pois

muitos itens não conforme foram encontrados ao longo do processo produtivo. A planta baixa sugerida implica na modernização e aquisições de equipamentos industriais, além de demandar mudanças fundamentais da estrutura física do laboratório, importantes para maximizar e redistribuir o espaço. Destaca-se a importância de um estudo paralelo de levantamento de custos, considerando as alterações propostas no *layout* e a aquisição de novos insumos.

A nova proposta de *layout* tornará a produção mais eficaz, podendo ampliar a capacidade produtiva do laboratório, reduzindo o tempo de preparo e atendendo às necessidades das pessoas envolvidas nessa atividade. Estes fatores que poderão contribuir para elevar a qualidade das aulas ministradas no referido espaço acadêmico.

## REFERÊNCIAS

BERTOULI, P. T.; FRIZZO, V. P.; PIAZZA, D.; SCIENZA, L. C.; ZATTERA, A. J. 2014. Caracterização mecânica e de proteção à corrosão do aço carbono revestido com tinta em pó base epóxi contendo montmorilonita funcionalizada com silano. *Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração*, 11, 2, 180-186.

Bonenberg, A. Designing a functional layout of a kitchen for persons with disabilities – concept of optimal access points. *Procedia Manufacturing*, v.3, p.1668-1675, 2015.

BORBA, M.; LUNA, M. M. M.; SILVA, F. A. B. 2014. Proposta de arranjo físico para microempresa baseado no Planejamento Sistemático de *Layout* (SLP). *Revista Produção e Engenharia*, 6, 1, 519-531.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Diário Oficial da União, de 15 de setembro de 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº275, de 21 de outubro de 2002. Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/ industrializadores de alimentos e a lista de verificação das Boas Práticas de Fabricação em estabelecimentos produtores/ industrializadores de alimentos. Diário Oficial da União, de 23 de outubro de 2002.

CAMPOS, J.; JOANA GIL, J.; MOURÃO, J.; PEIXE, L.; ANTUNES, P. 2015. Ready-to-eat street-vended food as a potential vehicle of bacterial pathogens and antimicrobial resistance: Na exploratory study in Porto region, Portugal. *International Journal of Food Microbiology*, 206, 1–6.

CODEX ALIMENTARIUS. 2006. *Organização Pan-Americana da Saúde. Higiene dos Alimentos – Textos Básicos / Organização Pan-Americana da Saúde; Agência Nacional de Vigilância Sanitária; Food and Agriculture Organization of the United Nations*. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde.

COENDERS, A. 1996. *Química culinária*. Zaragoza: Acribia.

FERREIRA, M. A.; SÃO JOSÉ, J. F. B.; TOMAZINI, A. P. B.; MARTINI, H. S. D.; MILAGRES, R. C. M.; PINHEIRO-SANT’ANA, H. M. 2011. Avaliação da adequação às boas práticas em Unidades de Alimentação e Nutrição. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 70, 2, 230-235.

FLESSAS, M.; RIZZARDI, V. M.; TORTORELLA, G. L.; DENICOL, J.; MARODIN, G. A. 2014. Planejamento sistemático de *layout* aplicado à cozinha industrial de um restaurante temático.

*Produção em Foco*, 4, 2, 449-480.

FREITAS, F. L.; GONZALEZ JÚNIOR, I. P. 2013. Aplicação das técnicas de *layout* em padarias no Recôncavo Baiano baseadas nos parâmetros ergonômicos e de produtividade. *Revista Formadores: Vivências e Estudos*, 6, 1, 90-10.

HARRIS, K. J.; MURPHY, K. S.; DIPIETRO, R. B.; RIVERA, G. L. 2015. Food safety inspections results: A comparison of ethnic-operated restaurants to non-ethnic-operated restaurants. *International Journal of Hospitality Management*, 46, 190–199.

JOSEPH, B.; OTTA, S. K.; KARUNASAGAR, I.; KARUNASAGAR, I. 2001. Biofilm formation by *Salmonella* spp. on food contact surfaces and their sensitivity to sanitizers. *International Journal of Food Microbiology*, 64, 3, 367-372.

KRAEMER, F. B.; SADDY, M. A. 2007. *Guia de Elaboração do Manual de Boas Práticas para Manipulação de Alimentos*. Rio de Janeiro: Conselho Regional de Nutricionistas – 4ª Região.

MUTHER, R.; WHEELER, J. D. 2000. *Planejamento Sistemático e Simplificado de Layout*. 1ª ed. São Paulo: IMAM.

NASCIMENTO, K. O. N.; RIBEIRO, D. F.; BATISTA, E. 2014. Reconhecimento de aromas e aplicação de testes afetivos como forma de aprendizado. *E-xacta*. 7, 1, 139-145.

RICCETTO, L. N. 2013. *A & B de A a Z: Entendendo o Setor de Alimentos & Bebidas*. Brasília: Senac Distrito Federal.

SANTOS, J. E. M. 2011. *Checklist*. *Jornal Português de Gastreterologias*. 18, 93-94.

Shimmura, T.; Fujii, N.; Kaihara, T. Staff motion reduction at a Japanese restaurant by kitchen layout redesign after kitchen simulation. *Procedia CIRP*, v.62, p.106-110, 2017.

SILVA FILHO, A. R. A. 1996. *Manual básico para planejamento de restaurantes e cozinhas industriais*. São Paulo: Varela.

SILVA, A. L.; RENTES, A. F. 2012. Um modelo de projeto de *layout* para ambientes job shop com alta variedade de peças baseado nos conceitos da produção enxuta. *Gestão e Produção*, 19, 3, 531-541.

SOMAVILLA, G. P.; LOPES, C. E. J. 2013. Orientações técnicas, legais e normativas para projetos de espaços destinados a serviços de alimentação coletiva. *Revista de Arquitetura da IMED*, 2, 2, 108-122.

SOUZA, C. H.; SATHLER, J.; JORGE, M. N.; HORST, R. F. M. 2009. Avaliação das condições higiênico-sanitárias em uma Unidade de Alimentação e Nutrição hoteleira na cidade de Timóteo – MG. *Nutrir Gerais – Revista Digital de Nutrição*, 3, 4, 312-329.

TEIXEIRA, S. M. F. G.; DE OLIVEIRA, Z. M. C.; DO REGO, J. C.; BISCONTINI, T. M. B. 2000. *Administração Aplicada às Unidades de Alimentação e Nutrição*. Recife: Atheneu.

VILA, C. V. D.; SILVEIRA, J. T.; ALMEIDA, L. C. 2014. Condições higiênico-sanitárias de cozinhas de escolas públicas de Itaqui, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Visa em Debate: Sociedade, Ciência e Tecnologia*, 2, 2, 67-74.

Wansink, B. Slim by design: kitchen layouts of the thin or famous. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, v.44, n.2 (suplemento), p.21, 2012. 2018 (*in press*).

## AMAZÔNIA LEGAL E OS DESAFIOS LOGÍSTICOS: ESTUDO LONGITUDINAL DE CASO EM UMA AGROINDÚSTRIA

### Rodrigo Ribeiro de Oliveira

rodrigoriibeirosp@hotmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de São Paulo

### Fernando Nascimento Zatta

zatta@hmzconsulting.com.br

Universidade Metodista de São Paulo

### Lirio Pedro Both

lirioboth@bol.com.br

Coordenador de Logística da COPRODIA

### Jair Pereira Rosa

jairrosa.registro@terra.com.br

Economista – Consultor de Negócios

Ex-professor de Gestão do Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

**RESUMO:** O estudo se propõe a apresentar o grande desafio logístico da agroindústria ABC, no contexto da Amazônia Legal, uma área quase do tamanho da Europa, que historicamente é a região mais carente do Brasil em termos de infraestrutura, pois as suas características fisiográficas desafiam as organizações. A pesquisa foi realizada mediante estudo de caso único. Foi possível identificar que, após a realização de melhorias em infraestrutura, por exemplo, a pavimentação asfáltica da rodovia MT 235, houve um ganho considerável no tempo de percurso, e uma diminuição considerável com os custos de

manutenção com o transporte da carga, o que possibilitou que se adotasse estratégias para o encerramento das atividades do “armazém intermediário” em Manaus-AM, no ano de 2009. Com os benéficos da pavimentação asfáltica da MT 235 e a adoção dessas estratégias, já no ano de 2011 em relação a 2010 (2011/10), a agroindústria Alfa conseguiu potencializar o crescimento do volume comercializado em 41%, de 11% (2012/11), 4% (2013/12), 32% (2014/13) e de 40% (2015/16), e reduziu nos últimos seis anos (2010-2015), expressivos percentuais dos custos logísticos em relação à sua receita (12% média), bem como em relação ao custo logístico médio das empresas da região centro-oeste (30% média). Concluiu-se que as ações estratégicas adotadas no tocante às atividades logísticas, levaram em consideração as suas características e peculiaridades o que contribuiu para a empresa se manter competitiva.

**PALAVRAS-CHAVES:** Amazônia legal; logística agroindustrial; custo logístico; competitividade.

### 1 | INTRODUÇÃO

O relatório elaborado pelo Banco Mundial em 2014 que avalia a logística de 160 países e leva em conta a percepção de mais de 1.000 empresários de todo o mundo em relação à eficiência da infraestrutura de transporte das

nações. Com relação ao *ranking* anterior, divulgado em 2012, o Brasil caiu 20 posições passando a ocupar o 65º lugar e ficou atrás de outros países da América Latina, como Chile (42.º lugar), México (50.º) e Argentina (60.º). Trata-se da pior colocação do Brasil desde que o *ranking* foi lançado, em 2007 (THE WORLD BANK, 2014).

Num país de dimensões continentais como o Brasil, o conhecimento e a aplicação de práticas modernas de logística tem como objetivo gerar o menor custo possível para manter a sustentabilidade das atividades produtivas, comerciais e de distribuição, em especial as do setor do agronegócio, seguimento essencial para o desenvolvimento da economia nacional, caracterizado por produtos de grandes volumes e baixo valor agregado.

No contexto da Amazônia Legal, há muitos entraves relacionados com o fornecimento de suprimentos, entre os quais os próprios produtos de subsistência, que deve-se principalmente à não existência de indústrias que possa atender a demanda local. Assim, o abastecimento ocorre pelos fornecedores de outras regiões do Brasil. Neste sentido, para que chegue até à “ponta da linha”, sofre retardos e interrupções, causando transtornos em toda cadeia logística. Esta deficiência logística implica em custos de transportes, armazenamento, e os custos financeiros de até 40% maiores que no restante do país, implicando em altos custos de manutenção de estoques, pela falta da sua constante reposição. (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS E LOGÍSTICA, 2014).

Este trabalho é resultado de uma pesquisa qualitativa, descritiva, com escopo de estudo de caso. Tendo em vista essa abordagem, o propósito é investigar como uma agroindústria sucroalcooleira mato-grossense modificou estrategicamente seus processos logísticos para manter-se competitiva no mercado de produtos agroindustriais, neste caso o açúcar, após o fechamento de sua filial (armazém intermediário) em Manaus-AM, onde o produto açúcar era armazenado e comercializado para atender a sua demanda.

Diante desse contexto se faz necessário atentarmos para as seguintes indagações: i) como ações públicas – pavimentação da MT 237 podem contribuir para competitividade das empresas – ii) como as dificuldades com pavimentação das rodovias deixam as empresas menos competitivas – iii) como ações públicas de pavimentação impactam positivamente na produtividade e competitividade das empresas - iv) como a logística pode exercer seu papel na cadeia de valor de empresas do setor de agronegócio, considerando as deficiências existentes nos diversos modais, que oneram sobremaneira a sua função?

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

A Amazônia Legal, formada pelos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e cerca de 79% do estado do Maranhão

ocupa uma área que se aproxima do tamanho da Europa, sendo que historicamente é a região mais carente do Brasil em termos de infraestrutura, quando se trata do escoamento de bens destinados ao consumo interno ou destinados para exportação. As condições das estradas são precárias e, embora haja longos trechos de rios com potencial para a navegação, apenas a hidrovía formada pelos Rios Madeira e Amazonas possibilitam condições de navegar. (OLIVEIRA et al., 2015).

As características fisiográficas da Amazônia Legal desafiam a execução do transporte, onde as grandes distâncias a serem percorridas aliam-se às deficiências existentes nos diversos modais, onerando, sobremaneira, esta função logística (BRINGEL et al., 2010).

Cabe destacar que as condições das vias utilizadas influenciam no preço do frete.

A má conservação dos modais rodoviários elevam sobremaneira os custos de manutenção dos veículos, tornando a atividade de transporte mais lenta, além de causar maior exposição a acidentes (MARTINS; CAIXETA-FILHO 2009).

Considerando as distâncias, os custos de movimentação de cargas na Amazônia Legal foram de aproximadamente R\$17 Bilhões em 2013. Este valor poderia ser reduzido em R\$ 1 Bilhão, se o potencial do modal hidroviário da região fosse otimizado (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS E LOGÍSTICA, 2014).

Em Mato Grosso, por exemplo, a extensão total das rodovias federais é de 6.440 km, sendo 3.647,7 km de rodovias pavimentadas. As rodovias estaduais totalizam 30 mil km, destas, somente 5 mil km são pavimentadas, sendo que metade das rodovias foram construídas nas décadas de 1970, 1980 e 1990 necessitando de restauração (LACERDA, 2012).

A análise dos percentuais de investimento do governo federal em infraestrutura de transporte em relação ao PIB revela uma trajetória decrescente dos aportes de capital no setor, como pode ser observado na Figura 1. Após investir pouco menos de 2,0% do Produto Interno Bruto em transporte, no ano de 1976, o investimento público federal não foi superior a 0,4% do PIB na última década. Em 2014, os R\$ 15,6 bilhões investidos em todo o sistema de transporte federal representaram somente 0,29% do PIB (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2015).



Figura 1 – Evolução % do investimento em transporte como percentual do PIB – Brasil – 1976-2014

Fonte: CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, (2015)

Contudo, o maior problema não é o reduzido investimento realizado em transporte, mas a incapacidade de se manter a infraestrutura implantada e ampliar a oferta a fim de atender à crescente demanda.

O estado de Mato Grosso atualmente ocupa o último lugar no *ranking* nacional da Confederação Nacional do Transporte (CNT) possuindo 5.961,2 km de estradas estaduais pavimentadas e 22.553,4 km de rodovias não pavimentadas. Apenas 26% das rodovias estaduais são pavimentadas (MATO GROSSO, 2016).

Essas rodovias são suscetíveis a intempéries climáticas que abrem buracos e atoleiros e danificam as precárias pontes de madeira e prejudicam diretamente a vida das pessoas, além de comprometer o escoamento da produção agrícola da região Centro-Oeste do País. (PIMPÃO, 2014).

Neste cenário, o grande desafio da logística é prover um bom nível de serviços aos clientes, e colocar o produto que o consumidor quer, com a qualidade que ele quer, na condição que ele quer, quando ele quer, a um custo razoável.

Desta forma, surge a necessidade da aplicação de novas estratégias competitivas, buscando a integração dos modais de transporte, com o objetivo de reduzir os custos envolvidos nesta etapa da cadeia produtiva (SILVA; MENEZES, 2008).

De acordo com os conceitos já discutidos sobre o assunto, após a metodologia de pesquisa, serão apresentadas as vantagens obtidas pela agroindústria estudada neste estudo para adquirir níveis de vantagem competitiva sustentáveis.

### 3 | METODOLOGIA DE PESQUISA

Este estudo classifica-se como uma pesquisa qualitativa, descritiva, desenvolvida a partir de um estudo de caso (YIN, 2010).

A empresa do caso escolhida foi selecionada por conveniência, relacionada aos aspectos de economicidade e de tempo.

Os meios de investigação utilizados para a coleta de dados envolveram a pesquisa documental e entrevistas individuais em profundidade, com uma abordagem semiestruturada (MALHOTRA, 2006).

Referindo-se a pesquisa documental, foram consultados registros, relatórios, planilhas, gráficos, inventários e demais documentos relacionados ao acompanhamento da produção, faturamento, custos logísticos e volume de produtos comercializados pela empresa. Outra forma de coleta de dados foi a pesquisa de campo, onde buscou-se narrativas individuais e entrevistas.

Conforme Yin (2010) as entrevistas individuais em profundidade são baseadas em roteiro. Na agroindústria estudada as entrevistas foram realizadas no período de março a abril de 2013 com atualização feita em abril de 2016. Entrevistou-se o coordenador de logística e o supervisor comercial da empresa. As entrevistas foram gravadas por meio de áudio, com aproximadamente 45 minutos de duração. Posteriormente, para facilitar o processo de análise e interpretação, as entrevistas foram transcritas e conferidas com a versão em áudio como um recurso para proporcionar maior precisão, fidelidade e interpretação dos dados (FLICK, 2004; GIBBS, 2009).

Para a validação dos dados coletados, realizou-se a triangulação entre as entrevistas e os documentos fornecidos pela empresa, no intuito de combinar os aspectos positivos de cada uma das abordagens de forma a entender melhor o problema de pesquisa (MARTINS, 2012).

Para preservar a confidencialidade da empresa pesquisada, bem como das pessoas que colaboraram com as informações, utilizamos neste trabalho o nome fictício de “Agroindústria Alfa.”

#### 3.1 A Empresa Investigada

O presente estudo foi realizado na agroindústria denominada Alfa (uma indústria sucroalcooleira), localizada na cidade de Campo Novo do Parecis-MT, interior do estado do Mato Grosso (400 km ao Noroeste de Cuiabá-MT), a qual vem desenvolvendo atividades há mais de 30 anos na produção de açúcar e etanol (álcool combustível). A agroindústria Alfa possui uma área total cultivada de 35,2 mil hectares, produzindo anualmente 85 mil toneladas de açúcar cristal e 184 milhões de litros de etanol. A agroindústria Alfa gera aproximadamente 1.400 empregos diretos no período da safra que vai de abril a outubro e 800 empregos no período da entressafra que vai de novembro a março. A agroindústria Alfa comercializa seus produtos em cinco mercados principais: Capital do Mato Grosso, em Cuiabá-MT e no Interior do Estado,

em Rondônia-RO, em Manaus-AM, Boa Vista-RR e no estado do Acre-AC.

## 4 | ESTUDO DE CASO

### 4.1 Abertura da Filial em Manaus/AM

Em agosto de 2002, foram iniciadas as atividades da agroindústria Alfa em Manaus-AM, com o objetivo de atender melhor seus clientes. Naquele estado foi inaugurado um armazém intermediário que serviu para a pronta entrega de seus produtos.

Segundo Ballou (2010) para atingir um grau razoável de disponibilidade de produto, é necessário manter estoques, que agem como “amortecedores” entre a oferta e a demanda. O uso extensivo de estoques resulta no fato de que, em média, eles são responsáveis por aproximadamente de um a dois terços dos custos logísticos, o que torna a manutenção de estoques uma atividade-chave da logística. Porém, os altos custos associados na manutenção dos produtos armazenados, em geral, correspondem a, entre 25% e 30% do valor do produto por ano, requerendo uma administração cuidadosa. A administração de estoques envolve manter, níveis tão baixos quanto possíveis, ao mesmo tempo em que deve prover a disponibilidade desejada pelos clientes.

O grande desafio da agroindústria Alfa era conseguir atender a demanda de seus clientes durante os doze meses do ano. A empresa precisava desenvolver por meio da logística, ações estratégicas de competitividade para manter o estoque de antecipação dos produtos no seu armazém intermediário e se programar para enfrentar anualmente suscetíveis condições climáticas peculiares das regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil. Isto porque, durante aproximadamente quatro meses, com a intensificação das chuvas neste período, o acesso de Campo Novo do Parecis-MT à Rodovia BR-364, principal via de escoamento dos produtos oriundos do agronegócio de 60,8 km fica intransitável, estando em seu leito natural, rodovias construídas sem atendimento às normas rodoviárias de projeto Geométrico, aumentando consideravelmente o tempo de transporte percorrido neste trecho com aumento no custo do transporte. A Figura 2 ilustra as péssimas condições de trafegabilidade dessa rodovia.



Figura 2 - MT-110 e MT-100 em péssimas condições de trafegabilidade  
 Fonte: Associação dos Produtores de Soja e Milho do Estado de Mato Grosso (2014)

A alternativa para o escoamento dos produtos agroindustriais naquela região é transportá-los até a cidade de Porto Velho-RO, Capital do Estado de Rondônia, onde está localizado o porto fluvial utilizado para embarque, desembarque e transporte de produtos pela Hidrovia do Rio Madeira, afluente da margem direita do Rio Amazonas. O Rio Madeira é uma via fundamental de escoamento da produção agrícola dos estados de Rondônia e do Oeste do Mato Grosso, apresentando desta forma, os menores custos logísticos, sendo a alternativa mais competitiva com os mercados externos e internos (regiões Norte e Nordeste do Brasil) e contribuindo para o desenvolvimento da região amazônica devido à sua posição estratégica. A Figura 3 apresenta uma visão geral do Transporte Fluvial em Balsa: Manaus-AM x Porto Velho-RO x Manaus-AM.



Figura 3 - Transporte Fluvial em Balsa: Manaus-AM x Porto Velho-RO x Manaus-AM  
 Fonte: TRANSAMAZONAS, (s.d)

Cabe ainda destacar que o transporte fluvial tem características peculiares devido aos três meses de estiagem (regime das águas), em situações que o nível do rio diminui como mostra a Figura 4, ocorrendo a formação de bancos de areia que inviabiliza o transporte por meio de grandes balsas. Dessa forma, a alternativa é utilizar balsas menores, o que demanda um maior tempo de transporte, em média de 7 a 25 dias, além da redução da capacidade de carga por balsa, o que eleva os custos no processo logístico.

O serviço hidroviário tem abrangência limitada por diversas razões. As hidrovias domésticas estão confinadas ao sistema hidroviário interior, exigindo, portanto, que o usuário ou esteja localizado em suas margens ou utilize outro modal de transporte (BALLOU, 2010).



Figura 4- Seca nos rios da Amazônia deixa ribeirinhos sem alimentos, água potável, combustíveis e escola para as crianças

Fonte: SOS Rios do Brasil, (2010)

Os aspectos relatados foram os fatores motivadores que levaram a agroindústria Alfa a instalar uma filial (armazém intermediário) em Manaus-AM, para atender as necessidades de seus clientes instalados na região Norte do País. Conforme Figura 5.



Figura 5 – Logística de Distribuição da agroindústria Alfa

Fonte: Elaboração dos autores

## 4.2 Mudança de Estratégia para o Mercado de Manaus-AM

Tendo em vista os impactos da crise econômica mundial de 2008 a diretoria da agroindústria Alfa solicitou aos departamentos comercial e de logística um estudo de viabilidade econômica sobre a manutenção do armazém intermediário instalado em Manaus, cujo principal objetivo era a redução dos custos logísticos.

Após o levantamento de dados, análises e resultados desse estudo, no ano de 2009 aconteceu a desativação do armazém intermediário de Manaus-AM, centralizando suas atividades na planta da empresa em Campo Novo do Parecis-MT. Essa centralização foi motivada pela conclusão da pavimentação asfáltica da Rodovia MT 235. Além desta, outra ação foi a utilização da Lei de Pareto (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009) para a segmentação dos clientes que seriam atendidos pela agroindústria Alfa, que passaram de pequenos varejistas para atacadistas e distribuidores. Nesse panorama, os clientes passaram a comprar volumes maiores, que resultaram em cargas completas, reduzindo o custo e viabilizando o recebimento de seus produtos no Porto Fluvial de Porto Velho-RO, sendo que, desse ponto em diante, o transporte dos produtos até seu destino final passou a ser de responsabilidade dos compradores.

## 5 | ANÁLISES E DISCUSSÕES

Com a mudança estratégica implementada, a agroindústria Alfa redefiniu sua estrutura de formação de caixa, passando a receber o pagamento das compras feitas pelos clientes antes da entrega dos produtos. Dessa forma, a autorização para o transporte dos produtos passou a ocorrer depois da confirmação do pagamento. Assim a agroindústria Alfa obteve uma significativa melhora na sua liquidez financeira, eliminando o pagamento antecipado do frete. De acordo com o gestor de logística, com o transporte do açúcar sendo realizado somente até Porto Velho-RO, os custos dessa atividade foram reduzidos em aproximadamente 50%. A implementação do novo modal logístico (hidroviário) implantado pela empresa, quando comparado com modal anterior (rodoviário), resultou em uma diminuição de 65% do valor dos custos logísticos relativos à eliminação de despesas com aluguel do prédio, equipamentos de movimentação e armazenagem, administração, custos com inventários, sistemas de gerenciamento do armazém intermediário, mão de obra, transporte hidroviário até o Porto de Manaus-AM, perdas e avarias, desvios, seguros, taxas portuárias, carga e descarga, prazo de entrega e aspectos geográficos.

A agroindústria Alfa conseguiu repassar aos clientes uma redução de 15% a 20% nos preços do açúcar, sendo que os clientes assumiram as despesas com o frete hidroviário, ficando a agroindústria Alfa responsável por entregar a carga em Porto Velho-RO. A vantagem para os compradores (atacadistas e distribuidores) em assumir o frete do transporte hidroviário está na redução dos custos globais de seus negócios, pois eles conseguem diluir esses custos com outros produtos que por eles

são revendidos. Os fabricantes localizados, em sua maioria, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil entregam seus produtos também em Porto Velho-RO, viabilizando assim a continuação do transporte até a entrega dos produtos em Manaus-AM.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo identificou que os principais responsáveis pelo alto custo logístico da agroindústria Alfa dava-se pela má qualidade da Rodovia MT 235, que elevava o custo do frete, que não tinha como estipular prazos de entrega, conter risco de tombamento dos caminhões, a questão dos atoleiros, entre outros problemas. Após a pavimentação asfáltica, reduziram-se consideravelmente os custos logísticos.

A agroindústria Alfa adotou alternativas estratégicas significativas que possibilitaram uma nova perspectiva de competitividade, a partir da mudança nos contratos de fretes rodoviários, redução dos prazos de entrega, alocação dos fardos em *big bags*, maximização do espaço físico, redução de custo de inventário e diminuição do tempo de resposta ao cliente.

Estas estratégias foram adotadas mediante a decisão do encerramento das atividades realizadas no armazém intermediário de açúcar em Manaus-AM. Essa decisão estratégica tem favorecido gradativamente a redução dos custos logísticos. Ressalta-se que mesmo com o encerramento das atividades do armazém intermediário, a agroindústria Alfa manteve-se competitiva no mercado de Manaus-AM, sem comprometer suas receitas, mesmo havendo na região, concorrentes com armazéns intermediários. A agroindústria Alfa apresentou também um crescimento no volume de fardos comercializados de 41% (2010/11); 11% (2011/12), 4% (2012/13), 32% (2014/13) e de 40% (2015/16) respectivamente, com acumulação de 2.991.384 de fardos na comercialização do açúcar, com fardos de 30 Kg, o que favoreceu também uma melhor integração com seus clientes.

Nos últimos seis anos, período compreendido entre 2010 e 2015, os percentuais dos custos logísticos em relação à receita mantiveram-se com média de 11,78% (min. 8,78% máx. 13,67%).

Em 2015 setor do agronegócio brasileiro registrou custos logísticos de 13,27% contra 13% da agroindústria Alfa. Quando o custo logístico é detalhado por região, a região Centro-Oeste, onde esta instalada a agroindústria Alfa, apresentou um custo médio de 30%. Estes resultados demonstram que a agroindústria Alfa vem conseguindo apresentar resultados satisfatórios quando comparados com o mercado em que está inserida (FUNDAÇÃO DOM CABRAL, 2016).

No tocante à questão das rodovias, a pavimentação da Rodovia MT 235, é um exemplo da importância de rodovias em boas condições, reduzindo consideravelmente o tempo de percurso, diminuindo a manutenção do transporte de carga. Estes fatos corroboram com os resultados da pesquisa realizada pela Fundação Dom Cabral (2016), deixando claro que os fatores que tendem a aumentar o custo logístico no

Brasil são, principalmente, “as más condições das rodovias”. Por exemplo, no estado de Mato Grosso apenas 26% das rodovias estaduais são pavimentadas (MATO GROSSO, 2016).

Conclui-se a partir desta análise que as estratégias internas adotadas pela agroindústria Alfa levou em consideração suas características e peculiaridades. Os resultados deste estudo permitiram estabelecer outras questões de pesquisa que corroboram os achados de Amboni, Silva e Andrade (2012) de que a aposta na logística é fundamental para a estratégia competitiva com foco em diferenciação, bem como nos controles financeiros e nos contratos comerciais com fornecedores, levando a empresa a alinhar custos e benefícios. Em outras palavras, as soluções e respostas aos problemas dependem das características específicas de cada negócio e da estratégia implementada para manter a rentabilidade e a lucratividade com retornos superiores aos dos concorrentes, acima da média do setor de atividade.

Espera-se que os resultados apresentados neste estudo possam ter aplicação gerencial, como uma alternativa de mudanças estratégicas ante aos processos logísticos das empresas no intuito do redirecionamento dos negócios das empresas com características similares as da agroindústria Alfa, bem como para empresas de outros segmentos econômicos.

## REFERÊNCIAS

AMBONI, N.; SILVA, S. L.; ANDRADE, R. O. B. Estratégias empresariais: o caso da rede Angeloni, **RIAE**, v. 11, n. 1, p. 62-91, 2012.

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA E MILHO DO ESTADO DE MATO GROSSO. **MT-110 e MT-100 em péssimas condições de trafegabilidade**. Mato Grosso, 28 de fev. de 2014. Disponível em: <<http://www.aprosoja.com.br/noticia/mt-110-e-mt-100-em-pessimas-condicoes-de-trafegabilidade/>>. Acesso em: 02 jul. 2014.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS E LOGÍSTICA. **Falta de infraestrutura logística atrasa desenvolvimento notícias**. 28 de maio de 2014. Disponível em: <<http://www.portalntc.org.br/logistica/falta-de-infraestrutura-logistica-atrasa-desenvolvimento/53838>>. Acesso em: 04 maio 2014.

BALLOU, H. R. **Logística Empresarial**: transportes, administração de materiais, distribuição física. São Paulo: Atlas, 2010.

BRINGEL, L. A. M.; et al. **Da Logística na Amazônia Ocidental**: o suprimento e o transporte. 12ª Região Militar Manaus 2010. Disponível em: <<http://www.sae.gov.br/seminarioamazonia/wp-content/uploads/2010/08/Artigo-Gen-Bringel-Cmt-12-RM.pdf>> Acesso em: 02 jun. 2014.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Entraves logísticos ao escoamento de soja e milho**. Brasília: CNT, 2015.

FLICK, U. **Uma Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FUNDAÇÃO DOM CABRAL. **Pesquisa de Custos Logísticos no Brasil** – Elaboração, Nova Lima, 2016. Disponível em: <<http://www.fdc.org.br/blogespacodialogo/Lists/Postagens/Post.aspx?ID=482>>. Acesso em: 29 abr. 2016.

GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

LACERDA, J. **Infraestrutura e Rodovias (II)**. Disponível em: <<http://mt.gov.br/opiniaoinfraestrutura-e-rodovias-ii/77387>>. Acesso em: 02 jul. 2014.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing**: uma orientação aplicada. 4. ed. São Paulo: Bookman, 2006.

MARTINS, R. A. Abordagens Quantitativas e Qualitativas. In: MIGUEL, P. A. C. (Org.) **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações** (pp. 47-63). Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MARTINS, S. R. CAIXETA-FILHO, V. J. **Gestão Logística do Transporte de Cargas**. São Paulo: Atlas, 2009.

MATO GROSSO, Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Governo já concluiu 554 quilômetros de asfalto. **Notícias**, Infraestrutura. Cuiabá, 08 mar., 2016.

OLIVEIRA, R. R.; ZATTA, F. N. ; BOTH ; CASTRO, D.S.P. ; ALMEIDA, D. A. . Desafios Logísticos na Amazônia legal: estudo de caso em uma Agroindústria. **Espacios (Caracas)**, v. 36, p. 8, 2015.

PIMPÃO, T. **Quase 80% das estradas estaduais não têm asfalto**; cidades reclamam. Disponível em: <<http://www.rdnews.com.br/materias-especiais/rotas-e-percalcos/quase-80-das-estradas-estaduais-nao-tem-asfalto-cidades-reclamam/52532>>. Acesso em: 04 maio 2016.

SILVA, M. S.; MENEZES, T. M. Corredor de escoamento noroeste: alternativa logística para produtores agrícolas da região centro e norte do estado do Mato Grosso. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v 1, n. 1, p. 37-44, 2008.

SLACK, N; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOS Rios do Brasil. **Seca nos rios da Amazônia deixa ribeirinhos sem alimentos, água potável, combustíveis e escola para as crianças**. 27 out. 2010. Disponível em: <<http://sosriosdobrasil.blogspot.com.br/2010/10/seca-nos-rios-da-amazonia-deixa.html>> Acesso em: 02 maio 2016.

THE WORLD BANK. **The International Bank for Reconstruction and Development**, Washington-DC, 2014. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Trade/LPI2014.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2016.

TRANSAMAZONAS. **Transporte Fluvial em Balsa: Manaus x Porto Velho x Manaus**. s.d. disponível em: <<http://www.transamazonas.com.br/transporte-fluvial-maritimo-em-balsa-de-carga-manaus-porto-velho-transporte-fluvial-em-balsa/>>. Acesso em: 29 abr. 2016.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

## ATIVIDADES LOGÍSTICAS: ESTUDO DE CASO EM UMA TRANSPORTADORA LOCALIZADA NA REGIÃO CENTROOESTE DO PARANÁ

### **Nayara Caroline da Silva Block**

Universidade Estadual do Paraná

Campo Mourão – Paraná

### **Pedro Henrique Barros Negrão**

Universidade Estadual do Paraná

Campo Mourão - Paraná

### **Andressa Maria Corrêa**

Universidade Estadual do Paraná

Campo Mourão - Paraná

### **Camila Maria Uller**

Universidade Estadual do Paraná

Campo Mourão - Paraná

### **Tainara Rigotti de Castro**

Universidade Estadual do Paraná

Campo Mourão - Paraná

**RESUMO:** As constantes mudanças e exigências do mercado consumidor fazem com que as empresas tornem-se competitivas e determinadas a alcançar sempre a satisfação de seus clientes. Assim, a logística surge para otimizar a produção, por meio de planejamento e controle das operações, por meio de suas atividades primárias (transporte, manutenção de estoque, processamento de pedidos) e de apoio (armazenagem, manuseio de materiais, embalagem, programação de produtos, obtenção/suprimento). Com isso, esta pesquisa tem por objetivo detectar e analisar cada uma

dessas atividades em uma Transportadora localizada na região Centro-oeste do Paraná. A Empresa transporta desde documentos até cargas de grande porte e volume, objetivando manter a qualidade do produto e confiabilidade nos serviços prestados. A coleta de dados foi realizada por meio de visitas técnicas in loco, bem como reuniões presenciais com os gestores da Empresa. Após a detecção das atividades, as mesmas foram analisadas, em que foram encontradas algumas disfunções no processo que acabam afetando o desenvolvimento efetivo das atividades logísticas. As atividades que apresentam disfunções acabam atrapalhando a eficiência do serviço prestado pela Empresa, assim, foram apresentadas sugestões de melhorias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Logística Empresarial; Atividades operacionais da Logística; Atividades Primárias; Atividades de Apoio.

**ABSTRACT:** The constant changes and demands of the consumer market make companies become competitive and determined to always reach the satisfaction of their customers. Thus, the logistics arise to optimize production, through planning and control of the operations, through its primary activities (transportation, inventory maintenance, order processing) and support (warehousing, material handling, packaging, products, procurement

/ procurement). Therefore, this research aims to detect and analyze each of these activities in a Carrier located in the Midwest region of Paraná. The Company transports documents up to large loads and volume, aiming at maintaining the quality of the product and reliability in the services provided. Data collection was performed through on-site technical visits, as well as face-to-face meetings with the Company's managers. After the activities were detected, they were analyzed, in which some dysfunctions were found in the process that end up affecting the effective development of logistic activities. The activities that present dysfunctions end up hampering the efficiency of the service provided by the Company, thus, suggestions for improvements were presented.

**KEYWORDS:** Business logistics; Logistics Operational Activities; Primary Activities; Support Activities.

## 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, a competitividade entre empresas aumenta cada vez mais, sendo caracterizadas por diversos fatores, dentre eles destaca-se: a concorrência de empresas do mesmo ramo de atuação, custos logísticos e de estocagem de materiais, elevada carga tributária, entre outros. Todos esses fatores somados ao mau gerenciamento de recursos limitam as ações das empresas, tornando-as não competitivas (LEITE et al., 2015).

Sendo assim, nota-se a importância de um bom gerenciamento da cadeia de suprimentos de uma organização, uma vez que nela consta todas as tarefas referentes a logística interna e externa, controle e alinhamento de todos os integrantes da cadeia, sendo eles: fornecedores, prestadores de serviços, consumidores. Ao ordenar todos esses recursos a otimização de produção ou prestação de serviço da organização será otimizada, ofertando qualidade nos produtos e serviços, assim satisfazendo o cliente (LEITE et al., 2015).

Considerando tais fatores, a logística se mostra importante. A mesma promove o melhor nível e a rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes, por meio do planejamento, organização e controle das atividades, e a armazenagem que visam melhorar o fluxo dos produtos (BALLOU, 2006). Além disso, a logística é classificada pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008) com uma área de conhecimento da Engenharia de Produção, sendo conceituada como aquela que abrange técnicas para tratamento e melhoria de questões que envolvem transporte; movimentação; estoques e armazenamento de materiais (insumos, materiais em processamento ou produtos acabados) visando redução de custos e satisfação dos clientes.

Em outras palavras, qualquer produto e/ou serviço perde quase todo o seu valor de mercado quando não está ao alcance do consumidor no momento e nos lugares adequados ao seu consumo, partindo desse pressuposto, quando uma empresa consegue alcançar esse cliente no tempo hábil com um produto de qualidade, isso

acaba resultando em um vínculo de fidelidade entre o cliente e a empresa, tornando-se necessário analisar todas as atividades logísticas para buscar atingir a satisfação do cliente (CHOPRA; MEINDL, 2003). Tais características incentivaram as organizações a investirem e direcionarem seus esforços no planejamento das atividades logísticas.

Neste contexto, este trabalho tem por objetivo analisar as atividades logísticas de uma transportadora, localizada na Região Centro-Oeste do Paraná, por meio da identificação de suas atividades primárias (transporte, manutenção de estoques, processamento de pedidos) e de apoio (armazenagem, manuseio de materiais, embalagem, programação de produto, obtenção/suprimento), tendo em vista sua importância para um funcionamento adequado de um processo de produção. Sua relevância consiste em contribuir para o conhecimento do papel da gestão logística e suas atividades nas empresas, mais especificamente na prestação de serviços de transporte.

Este artigo está estruturado em cinco (5) tópicos, divididos em: introdução; referencial teórico, referente à logística e suas atividades primárias e de apoio; metodologia de pesquisa; estudo de caso, com a descrição da Empresa em estudo e seu funcionamento e análise logística; conclusão, com as observações finais obtidas por meio da pesquisa e; por fim, as referências utilizadas.

## **2 | LOGÍSTICA**

A logística tem como finalidade incluir atividade de distribuição de bens e/ou serviços com foco nos consumidores, no tempo e local determinado por eles. As atividades tratam do planejamento, transporte, armazenagem entre outros (BALLOU, 2006). Independente do porte da organização basta ela produzir bens e/ou serviços, que intrinsecamente ela utilizará a logística do transporte, pois a empresa terá de se preocupar com os problemas de movimentar o que produz de um local para outro, com isso ela será utilizada para encontrar o melhor caminho a se percorrer (UELZE, 1994). Segundo Bowersox e Closs (2001), a empresa, ao decidir obter um diferencial com base na competência logística, deve se preparar para superar a concorrência em todos os aspectos, pois está relacionada com a capacitação de fornecer ao cliente um serviço que terá um custo menor, principalmente no que diz respeito às atividades logísticas. Para tanto a mesma deve estar integrada, formando uma estratégia central.

### **2.1 Atividades logísticas**

Como a logística busca a constante otimização dos seus processos, de modo a diminuir seus custos e melhorar seu nível de serviço. Desta forma, otimizar as atividades logísticas acaba tornando-se a chave para o sucesso de uma empresa. As atividades logísticas podem ser divididas, em: primárias e de apoio (BALLOU, 2011).

### *2.1.1 Atividades primárias*

A logística apresenta algumas atividades que são de importância primária no quesito de atingir sempre o menor custo e melhor nível de serviço oferecendo ao cliente e a própria empresa. De acordo com Ballou (2001), estas atividades englobam: transporte, manutenção de estoques e processamento de pedidos, uma vez que influenciam de forma significativa na parcela de custo total da logística, além de serem essenciais para que a tarefa logística ocorra.

#### *2.1.1.1 Transporte*

O transporte é uma atividade logística responsável por mover e alocar os recursos de uma empresa, devido sua importância, pelo alto custo envolvido, é necessário uma pessoa responsável para essa atividade. Os modais podem ser divididos em cinco, sendo: hidroviário; rodoviário; aeroviário; ferroviário e dutoviário, dentre estes, o rodoviário é o mais utilizado no Brasil (GURGEL, 2000). De acordo com Bowersox, Closs, Cooper (2001), existem três aspectos que determinam o desempenho dos transportes, como, o custos, que é resultado do transporte de uma localidade à outra, envolvendo apenas gastos mas também a manutenção da carga; velocidade, ou seja, o tempo em que a carga se desloca de um ponto ao outro, quanto mais rápido a entrega maior será os custos de transporte; consistência, trata-se das variações que há no tempo e no custo da entrega. Uma empresa que apresente consistência nestes fatores costuma ter um vínculo de fidelidade com o cliente. Vale frisar que para um sistema de transporte logístico funcionar, ele precisa aliar os custos, velocidade e a consistência, obtendo maior qualidade de serviço atendendo a necessidade do consumidor.

#### *2.1.1.2 Manutenção De Estoques*

A manutenção de estoques permite que haja a disponibilidade dos bens a pronta entrega, levando em consideração a sua demanda, isso acaba tornando-se uma vantagem competitiva em relação a outras empresas, pois este fator afeta no tempo de resposta ao pedido do consumidor (BALLOU, 2001). Desta forma, manter uma manutenção regular de estoque é necessário para que uma empresa sobreviva ao mercado (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2001). É necessário ter em vista que o estoque está diretamente ligado com as instalações da empresa e com o nível de serviço que o cliente deseja, investindo o mínimo possível em estoque, pois tanto a falta quanto o excesso podem apresentar consequências consideráveis (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2013).

#### *2.1.1.3 Processamento de pedidos*

Para se processar um pedido deve-se considerar uma série de atividades que estão envolvidas com o ciclo de pedido do cliente, sendo elas: preparação e comunicação de pedidos, recebimento e entrada de pedidos, processamento de pedidos, resgate

no estoque e embalagens, expedição de pedidos e; entrega ao cliente (BERTAGLIA, 2003).

Para Ballou (1993), essas atividades possuem o intuito de reduzir ao mínimo os estoques, de maneira com que eles atendam o cliente, reduzir falhas operacionais, e aumentar a velocidade do processo logístico.

### *2.1.2 Atividades de apoio*

As atividades de apoio são aquelas que dão suporte ao processo logístico da empresa. Algumas organizações, dependendo do seu porte, podem apresentar uma, duas, ou até mesmo todas essas atividades, que de alguma forma vão auxiliar na melhoria deste processo. Estas atividades subdividem-se em: manuseio de materiais, armazenagem, embalagem, programação do produto e suprimento.

#### *2.1.2.1 Manuseio de materiais*

Todo processo de produção exige uma entrada de materiais, processamento dos mesmos e saída de um produto acabado (BERTAGLIA, 2003). Para que uma empresa passe por todo esse processo, existem etapas que exigem a movimentação de materiais durante a produção que precisam ser efetuadas de forma a manter a qualidade dos materiais sem desperdícios e danos, além de ser necessário um estudo para reduzir as distâncias entre a produção e a armazenagem (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2013).

#### *2.1.2.2 Armazenagem*

Armazenagem tem enfoque na estocagem e distribuição de produtos acabados dentro de uma empresa ou até mesmo em uma área externa de suas dependências, a fim de criar um vínculo entre produção, marketing e finanças. Entretanto, a armazenagem é responsável por gerir o espaço necessário para o estoque, lidando com problemas de localização, dimensionamento de área, layout industrial e configuração de armazém (BALLOU, 1993).

A armazenagem em si, possui dois papéis dentro de uma empresa, o operacional e o estratégico. O operacional tem como intuito reger as atividades voltadas à estocagem, movimentação e processamento de produtos e informações, já o estratégico manipula o ambiente externo a armazenagem, como por exemplo, coordenar canais de distribuição que atenda clientes em áreas longínquas.

#### *2.1.2.3 Embalagem*

As embalagens têm como objetivo, transportar produtos sem mudar suas características físicas e organolépticas. Segundo Ballou (2006), as embalagens podem ser classificadas como primária, secundária, terciária e quaternárias. As primárias são aquelas que estão em contato direto com produto; As secundárias são as que protegem

as embalagens primárias, as terciárias geralmente são embalagens para transportes a curta distância como, caixas de papelão, madeira, etc. E por fim, as quaternárias que são embalagens para transporte a longa distância, como por exemplo, contêineres (FARIA; COSTA, 2014).

#### *2.1.2.4 Programação do produto*

Uma das maiores responsabilidades que a logística necessita arcar, é saber onde arranjar seus materiais, componentes e produtos em produção. Dessa forma, a programação do produto envolve toda responsabilidade de do “fluxo de saída”, ou seja, da distribuição, de forma que a produção atenda às quantidades que devem ser produzidas, onde e quando devem ser fabricadas (VIVALDINI; SOUZA, 2006).

Então, a programação do produto está relacionada com a distribuição, sendo responsável pelo fluxo de saída do produto e necessária para o planejamento e controle logístico empresarial (REIS, 2004).

#### *2.1.2.5 Obtenção/suprimento*

A obtenção baseia-se em deixar o produto disponível ao sistema logístico. E o suprimento é conduzido, movimentado, armazenado, processado e transportado pela logística. A obtenção/suprimentos é muito importante para a logística, pois é através delas que são tomadas as decisões de compras, podendo afetar os custos logísticos (FARIA; COSTA, 2014).

Entretanto, essas atividades não devem ser confundidas com a função compras, pois obtenção/suprimentos expõe suas necessidades, mas quem negocia e avalia os preços com os vendedores e compras.

### **3 | METODOLOGIA**

O método de pesquisa utilizado foi o qualitativo. Quanto aos fins, foi classificada como descritiva. A pesquisa classificou-se, quanto aos meios, como bibliográfica, estudo de campo e estudo de caso.

Os dados foram coletados nos meses de setembro e outubro de 2016, por meio de visitas in loco, em uma Transportadora situada no Centro-Oeste do Paraná, com o intuito de detectar as atividades logísticas envolvidas em suas operações; e também, foram realizadas entrevistas informais com o gestor da Empresa a fim de se obter detalhes sobre tais atividades existentes. Com as informações obtidas, pode-se descrever o funcionamento das operações do sistema logístico da Empresa.



estabelecida uma rota de transporte. Logo após, ocorre o Embarque e Transporte da mercadoria, sendo a mesma devidamente entregue ao Destinatário. Esse retorna ao transporte um CE (Comprovante de Entrega) que é destinado por fim ao departamento de Vendas, como comprovação da entrega.

## 4.2 Descrição dos componentes logísticos

As atividades da logística na Empresa em estudo foram classificadas em atividades primárias e atividades de apoio, conforme descrito por Ballou (2006). Foram detectadas entre as atividades primárias: o transporte, a manutenção de estoques e o processamento de pedidos. Já entre as atividades de apoio foram identificadas: a armazenagem, a embalagem e o manuseio dos materiais.

Ressalta-se que as atividades de obtenção/suprimento e programação de produtos não foram identificadas, pois essas não são determinantes na Empresa em estudo, cuja a mesma apresenta características de uma prestadora de serviços.

### 4.2.1 Atividades primárias

#### 4.2.1.1 Transporte

O transporte é uma das principais atividades da logística desempenhadas na Empresa e visa distribuir mercadorias aos seus destinatários (clientes finais). A Empresa por ser de pequeno porte e presta serviços apenas em suas imediações da empresa e municípios da região Centrooeste, tratando-se de trajetos consideravelmente curtos, utiliza-se apenas de um modal de transporte, o rodoviário.

Para o transporte de mercadorias têm-se disponíveis dois veículos, sendo um automóvel e um caminhão. Esses veículos são de propriedade da Empresa, evitando-se custos com serviços terceirizados, porém, a Empresa apresenta custos de transporte associados ao combustível, pedágios e manutenção de veículos. Ao analisar as cargas e quantidades a serem entregues, é possível afirmar que os veículos suprem as necessidades da Empresa.

Quanto à capacidade do veículo, constatou-se que a capacidade deste não é totalmente utilizada pela Empresa, pois o volume de mercadorias a serem entregues varia todos os dias. Sugere-se que em casos de consignação de documentos e/ou objetos pequenos, a empresa terceirize a entrega dos mesmos através de um Office boy, servindo como um meio de economizar recursos, tendo em vista que uma moto é mais viável para este tipo de entrega.

Enquanto o automóvel é utilizado para realizar entregas em regiões próximas à Empresa, o caminhão é utilizado para entregas de mercadorias em longas distâncias. Essas entregas são realizadas diariamente pela Empresa e seguem um roteiro pré-estabelecido no dia. Este roteiro é preparado pelo gerente com o auxílio de um mapa, traçando manualmente a rota que será feita, com finalidade de interligar regiões

próximas de modo a facilitar o processo de entrega e reduzir custos com a roteirização.

Embora a Empresa desenvolva um roteiro básico para entrega de mercadorias, pôde-se observar que este processo de planejamento e análise de rotas apresenta falhas, pois é realizado de maneira manual e implica na perda de informações. Outra questão é que as rotas nem sempre são estabelecidas obedecendo a um método adequado que indique a melhor alternativa.

Sugere-se que a Empresa roteirize suas entregas através de um software específico, que por meio deste serão reduzidos os erros de rota e haverá otimização de recursos e tempo.

#### *4.2.1.2 Manutenção de estoque*

A princípio, na Empresa não são gerados estoques, pois, conforme as mercadorias chegam e os pedidos são processados, essas são rapidamente entregues aos clientes finais.

Durante a realização das entregas, as mercadorias permanecem em estoque nos veículos (estoque em trânsito), obedecendo ao sequenciamento da roteirização que foi pré-estabelecida anteriormente.

O estoque em trânsito não exige da Empresa constantes manutenções se comparado a outros tipos de estoques, pois é temporário, contudo envolve custos de manutenção associados às perdas e/ou roubos de mercadorias, se ocorrerem, além da necessidade de movimentações visando manter as mercadorias em ordem nos veículos.

#### *4.2.1.3 Processamento de pedidos*

Os clientes solicitam os serviços de entregas de mercadorias pessoalmente na Empresa, ou ainda, por meio de sistemas eletrônicos, como e-mails. Para os clientes que solicitam os serviços pessoalmente ou por e-mail, o processamento de pedido é realizado imediatamente.

O processamento de pedidos na Empresa é realizado por meio de um software específico que emite uma ordem de serviço CTE e etiquetas para as respectivas mercadorias. As etiquetas possuem as características do produto e seu local de saída e entrega e servem como um meio de controle que a polícia possui, para constatar se a carga é legítima ou é fruto de roubo ou contrabando.

Posteriormente, quando as ordens de serviço são emitidas, é realizada em sequência a triagem de mercadorias para selecionar a ordem de entrega que a roteirização deve seguir. Essa triagem é definida de acordo com o dia e o local que a carga será entregue, a partir disso as mesmas são distribuídas entre os veículos de transporte seguindo o FIFO (First In, First Out), ou seja, o primeiro que entra é o primeiro que sai.

Para o processamento de pedidos, é necessário coletar informações pessoais de clientes para alimentar o sistema eletrônico, porém, um dos problemas identificados

na Empresa foi o registro informal e falta de organização dessas informações em um caderno de anotações. Sugere-se a criação de uma planilha eletrônica, para que seja armazenada de maneira fácil e organizada as informações dos clientes, sem o risco de perdê-las. Assim não se faz necessário coletar os dados básicos dos clientes, toda vez em que ele entrar em contato com a Empresa.

#### *4.2.2 Atividades de apoio*

##### *4.2.2.1 Armazenagem*

Por se tratar de uma transportadora de mercadorias, a Empresa possui dois tipos de armazenagem, um armazém próprio e as cabines dos veículos que se apresentam com um armazém temporário. O armazém é pouco utilizado, devido às mercadorias ficarem retidas em um curto período de tempo na Empresa. Já a cabines dos veículos funcionam como um local de armazenagem das mercadorias, durante o transporte. Tanto no armazém quanto nas cabines dos veículos o espaço utilizado é suficiente para as necessidades da Empresa.

##### *4.2.2.2 Embalagem*

Na Empresa, as mercadorias são entregues pelos requerentes já embaladas. Contudo, antes de seguirem para o destinatário, é realizado um reforço nas embalagens com mercadorias frágeis, utilizando plástico bolha.

##### *4.2.2.3 Manuseio de materiais*

O manuseio de materiais envolve operações manuais e é necessário em atividades como pesagem das mercadorias, embalagem, carregamento e descarregamento destas nos veículos.

Primeiramente, ocorre o manuseio de materiais para a pesagem das mercadorias, que é conduzida manualmente pelo colaborador. Em seguida, se necessário, as mercadorias são manuseadas para realização de reforço das embalagens.

Para facilitar o carregamento das mercadorias, o veículo é posicionado no interior do armazém, onde o colaborador desloca manualmente as mercadorias, não importando o tamanho, para o veículo e seguem para os destinatários. Por fim, ocorre o descarregamento das mercadorias. Sugere-se para Empresa, um treinamento específico para carga e descarga de materiais, para que não haja prejuízo na saúde física do trabalhador. Também sugere-se que a empresa adquira uma empilhadeira hidráulica para movimentar um produto grande do armazém para o transporte.

## **5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As atividades da logística são essenciais nas empresas, pois fornecem suporte

para realização de atividades operacionais e prestação de serviços. Isso foi verificado por meio deste estudo que teve por objetivo analisar as atividades logísticas de uma transportadora, localizada na Região Centro-Oeste do Paraná, por meio da identificação de suas atividades primárias (transporte, manutenção de estoques, processamento de pedidos) e de apoio (armazenagem, manuseio de materiais, embalagem, programação de produto, obtenção/suprimento).

Entretanto, no objeto de estudo, foram detectadas apenas as atividades de transporte, manutenção de estoques, processamento de pedidos, armazenagem, embalagem e manuseio dos materiais; isso se dá por se tratar de uma prestadora de serviços, e atividades como obtenção/suprimento e programação de produtos não se encaixam neste tipo de segmento.

A partir da identificação e análise das atividades da logística, pôde-se identificar algumas disfunções na Empresa em estudo, que estão afetando o desempenho de atividades.

Para a melhoria da atividade primária de transporte, sugere-se, que para entregas de pequeno porte como documentos seria essencial a terceirização, como um meio de economia de gastos. E também, sugere-se um planejamento adequado das rotas, utilizando softwares apropriados de localização geográfica e métodos de roteirização dos veículos, por exemplo: roadway roteirizador de entregas e routing. Para o processamento de pedidos, sugere-se à Empresa o emprego de planilhas eletrônicas para registro de informações dos clientes, como um meio de se organizar e otimizar o atendimento ao consumidor.

E por fim, para o manuseio de matérias, sugere-se um treinamento especializado para manuseio de grandes cargas e a aquisição de uma empilhadeira hidráulica, ambas para evitar um comprometimento físico do colaborador.

Sugere-se, para trabalhos futuros, estudos no setor de serviços relacionados as atividades primárias e de apoio da logística, tendo em vista a escassez de estudos nessa área, considerando a sua importância para o desenvolvimento de uma organização e gestão da cadeia de suprimentos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: Informação e Documentação - Trabalhos acadêmicos - Apresentação. Rio de Janeiro: **ABNT**, 2001.

ABEPRO. Áreas e Sub-áreas de Engenharia de Produção. 2008. Disponível em <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?c=362>> Acesso em: Novembro/2016.

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: **Bookman**, 2006.

BALLOU, R. H. (2001). Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. 4ª edição. Porto Alegre: **Bookman**, 2001.

BALLOU, Ronald H, Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física. 24 ed. São Paulo: **Atlas**, 2011.

BALLOU, Ronald H. Logística Empresarial: Transporte, Administração de Materiais e Distribuição Física / Ronald H. Ballou; tradução Hugo T. Y. Yoshizaki – São Paulo: **Atlas**, 1993.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. Logística. São Paulo: **Saraiva**, 2003.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. Logística Empresarial: o Processo de Integração da Cadeia de Suprimentos. São Paulo: **Atlas**, 2001.

CHOPRA, S.; MEINDL, Sunil; MEINDL, Peter. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação. São Paulo: **Prentice Hall**, 2003.

FARIA, Ana Cristina de; COSTA, Maria de Fátima Gameiro da. Gestão de Custos Logísticos. São Paulo: **Atlas**, 2014.

FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati. Logística Empresarial. Rio de Janeiro: **Atlas**, 2013.

GURGEL, Floriano do Amaral. Logística Industrial. São Paulo: **Atlas**, 2000.

LEITE, Caio César Lemes et al. A LOGÍSTICA E A GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS: Um estudo de caso de uma empresa da região do Sul de Minas Gerais. In: XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2015, Rio de Janeiro: SEGet, 2015. Disponível em: < <http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/9122276.pdf>>

REIS, P.R. Logística Empresarial como Estratégia Competitiva: Caso do Centro de Distribuição da AMBEV. Florianópolis, 2004. Disponível em: <http://tcc.bu.ufsc.br/Contabeis295557.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2016.

UELZE, R. Logística Empresarial: uma introdução à administração dos transportes. São Paulo, 1974.

VIVALDINI, M.; SOUZA, F. B. Análise Crítica de um dos Primeiros casos de Quarteirização Logística (4PL) no Brasil: O Caso CVRD e IPQ, XXVI ENEGP, Fortaleza, 2006b.

## PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO

### Renan Barbosa de Assis

Departamento de Engenharia de Produção  
FANESE

### Josevaldo dos Santos Feitoza

Departamento de Engenharia de Produção,  
FANESE

### Bento Francisco dos Santos Júnior

Departamento de Engenharia de Produção

**RESUMO:** Com o mercado de produção de petróleo globalizado, a necessidade de produzir em grandes quantidades e conseguir vantagens competitivas faz com que as empresas petrolíferas sejam desafiadas a desenvolver constantemente inovações estratégicas que ofereçam respostas rápidas de forma a garantir o melhor desempenho contínuo no funcionamento de todos os equipamentos e ferramentas necessárias à produção de petróleo. O presente trabalho consiste em um estudo de caso tendo como principal objetivo propor a implantação de ferramentas compatíveis para a promoção de maior disponibilidade do sistema de automação. Posteriormente, foram aplicadas análises das informações coletadas com auxílio de ferramentas da qualidade. Os planos de ação possibilitaram a aplicação de melhorias contínuas, através de ferramentas, que otimizem todos os recursos necessários a melhorar a eficiência da disponibilidade e

confiabilidade dos sistemas de automação e, conseqüentemente, a redução de custos, controle ambiental; por fim, a sustentabilidade e longevidade dos negócios no mercado petrolífero.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de automação, Produção de petróleo, Controle da manutenção

**ABSTRACT:** With the global oil production market, the need to produce in large quantities and achieve competitive advantages makes oil companies are challenged to constantly develop strategic innovations that offer quick responses to ensure the best continuous performance in the operation of all equipment and tools necessary for oil production. This work is a case study with the primary objective to propose the implementation of compatible tools to promote greater availability of the automation system. Subsequently, information analyzes were applied collected with quality tools aid. Action plans have enabled the application of continuous improvement, through tools that optimize all the resources needed to improve the efficiency of availability and reliability of automation systems and, consequently, cost reduction, environmental control; Finally, the sustainability and longevity of the business in the oil market.

**KEYWORDS:** Autometion system, Oil production, Control maintenance

## 1 | INTRODUÇÃO

No século VIII, durante a Revolução Industrial, além do desenvolvimento da manufatura, houve a implantação do capitalismo cujo objetivo era transformar todos os meios de produção e distribuição em propriedades privadas e com fins lucrativos. Essa conflagração fez com que, no início do século XX, sucedesse o fenômeno da globalização, também chamada de Revolução Tecnológica, possibilitando maior aproximação mundial entre as organizações e melhor integração econômica, política, social e cultural, facilitando a vazão da produção.

As organizações se beneficiaram com a aceleração da produção e, conseqüentemente, com o aumento dos lucros. Essa necessidade de produzir em grandes quantidades desencadeou, na indústria mundial, uma nova visão para o cenário produtivo. Um panorama de mudanças constantes e de alta competitividade onde a permanência das empresas, nesse mercado, procede numa busca incessante a se adequar as exigências mercadológicas.

No setor produtivo nacional, o impacto da continuidade num mercado competitivo, afeta tanto empresas com experiências e tecnologias de primeiro mundo, quanto outras que nem sequer dispõem do mínimo de organização da produção, manutenção, dentre outros. Talvez o grande desafio das empresas seja manter-se em pleno funcionamento. Nos processos produtivos realizados pelos poços de produção de petróleo no Brasil, mais especificamente no estado de Sergipe, não é uma tarefa muito fácil, pois ocorrem paradas constantes de produção decorrentes de inúmeros problemas gerados pela utilização de equipamentos antigos ou danificados, e até mesmo, mais sofisticados, porém, sem o devido acompanhamento.

Com intuito de se antecipar as informações que sinalizem possíveis paradas e não programadas dos poços de produção de petróleo, faz-se o uso de sistemas de automação, chamado de Unidade de Transmissão Remota (UTR), cuja finalidade consiste no monitoramento, em tempo real, das condições de funcionamento dos poços de petróleo.

Neste contexto, percebe-se que garantir a disponibilidade e confiabilidade dos poços de petróleo pode estar associada à implantação ou otimização de ferramentas de planejamento e controle, atrelando-as a manutenções mais sofisticadas que condigam com o objetivo das organizações. Garantindo, assim, otimização dos custos, melhor eficiência na disponibilidade dos equipamentos, processos produtivos mais enxutos, produtos de melhor qualidade, aumento da competitividade, enfim, a sustentabilidade e longevidade dos negócios no mercado.

## 2 | MANUTENÇÃO

A função principal da manutenção é evitar a deterioração prematura dos equipamentos, instrumentos e/ou das instalações proporcionando o prolongamento

máximo da sua vida útil. Segundo Kardec; Nascif (2013, p. 51) “Existe uma grande variedade de denominações das formas de atuação da manutenção.”, onde essa variação está diretamente ligada à maneira que ocorre as intervenções.

Para Kardec; Nascif (2013, p. 52) “Os diversos tipos de manutenção podem ser considerados como políticas ou estratégias de manutenção, desde que a sua aplicação seja o resultado de uma definição gerencial ou política global da instalação, baseada em dados técnicos-econômicos.”, ou seja, a modalidade de manutenção a ser adotada nas indústrias será definida de acordo com a necessidade do processo produtivo existente ou a ser implantado de modo a permitir que os equipamentos sejam economicamente competitivos e maximizem a produção a baixo custo.

A alta competitividade, cada vez mais, exige que as empresas mantenham seus processos produtivos atrelados a um ou vários sistemas de manutenção, visando-os sempre como prioridade por estarem diretamente ligados ao seu produto final.

Segundo Xenos (2014, p. 24-29), as principais atividades de atuação de manutenção são a corretiva, preventiva, preditiva e produtiva. A NBR 5462:1994 e Slack; Chambers; Johnston (2014, p. 611) consideram apenas as três primeiras citadas. Já Kardec; Nascif (2013, p. 52), classificam-nas desde a restauração emergencial até a melhoria.

## 2.1 Ferramentas da qualidade

Atualmente, conceituar-se a palavra qualidade, segundo Deming (1993) apud Veras (2009, p. 5), é bastante dificultosa, devido a mesma estar associada a “[...] renovação das necessidades futuras do usuário em características mensuráveis, de forma que o produto possa ser projetado e modificado para dar satisfação por um preço que o usuário possa pagar.”

Segundo Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 40), a qualidade é a “[...] conformidade, coerente com as expectativas do consumidor; em outras palavras, significa ‘fazer certo as coisas’ [...]” com foco em reduzir custos e aumentar a confiabilidade atendendo às expectativas do cliente. Moreira (2008, p. 552) apud Sobrinho (2014, p. 28) refere-se a qualidade apenas como um “[...] atributo de produtos e serviços[...]”, devido a mesma manter relação e reflexo direto em todas as atividades desenvolvidas pelos recursos transformadores.

No geral, o termo qualidade é sempre associado a algo bom ou positivo que atinja a satisfação das necessidades de todas as pessoas.

Com o objetivo de auxiliar o processo de melhoria contínua, principalmente em atender às expectativas do consumidor, Carpinetti (2012, p. 74) afirma que a melhor maneira é a utilização de dispositivos chamados de ferramentas da qualidade. O uso dessas ferramentas proporciona, não só a solução de problemas, mas também, a identificação, análise, controle e melhoria da qualidade dos produtos, serviços e processos oferecidos. As ferramentas mais utilizadas são: fluxogramas; diagrama de Pareto; diagrama de causa e efeito; método 5W1H e método PDCA.

### 2.1.1 Fluxograma

Segundo Peinado; Graeml (2007, p. 539), o fluxograma “[...] é um diagrama utilizado para representar, por meio de símbolos gráficos, a sequência de todos os passos seguidos em um processo.”

Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 101) apud Sobrinho (2014, p. 30) afirmam que os fluxogramas têm um papel importantíssimo nos processos, de modo geral, por auxiliarem na identificação de desvios e por facilitarem o acesso a informações, qualificá-los e promover a melhoria contínua dos mesmos.

Um fluxograma é desenhado, segundo Araújo (2011, p. 36), utilizando-se vários símbolos padronizados.

De acordo com Oliveira (2013, p. 269), existem três tipos básicos de fluxogramas, cada um deles representado por um conjunto e símbolos padronizados que facilitam a interpretação do processo.

### 2.1.2 Diagrama de Pareto

Segundo Pessoa (2015, f. 1), o diagrama de Pareto “[...] é um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a priorização de temas.”, ou seja, é utilizado para classificar e priorizar problemas, falhas, não conformidades ou anormalidades.

Também chamado de gráfico de Pareto, Peinado; Graeml (2007, p. 546) afirmam que o mesmo surgiu com a análise do economista italiano Vilfredo Pareto após a constatação que 80% da riqueza do país estava concentrada nas mãos de 20% das pessoas, na qual, associou e concluiu que na maioria dos casos, os defeitos e custo associados são ocasionados por um número pequeno de causas. Segundo Peinado; Graeml (2007, p. 546) apud Salgado (2008, p. 14), o objetivo é separar os poucos problemas vitais dos muitos problemas triviais, ou seja, identificar que um problema possui várias causas, mas apenas algumas representam um grande impacto ou perda.

Carpinetti (2012, p. 82-83) afirma que após a coleta de dados das causas, as mesmas são dispostas em ordem decrescente de ocorrências e, posteriormente, são acrescentados os percentuais unitários de cada ocorrência. Deste modo, está ferramenta evidência, de forma mais detalha, diversos elementos que ocasionam um problema indicando quais devem ser priorizados para solucionar o mesmo.

### 2.1.3 Diagrama de causa e efeito

Também chamado de diagrama espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa, segundo Pareto; Graeml (2007, p. 550), é uma representação gráfica “[...] que auxilia

na identificação, exploração e apresentação das possíveis causas de uma situação ou problema específico.” Os autores afirmam que o objetivo do diagrama é mostrar possíveis causas de uma determinada ocorrência, onde elas precisam ser analisadas isoladamente, comprovando a veracidade e definindo o quanto elas influenciam ou impactam na ocorrência.

Segundo Pareto; Graeml (2007, p. 550), essa ferramenta, geralmente, é utilizada de forma coordenada com outras ferramentas, como por exemplo o *brainstorming*.

#### 2.1.4 Método 5W1H

Segundo Veras (2009, p. 19), o método 5W1H é “[...] um documento de forma organizada que identifica as ações e as responsabilidades de quem irá executar, através de um questionamento, capaz de orientar as diversas ações que deverão ser implementadas.”

Também conhecida como a técnica dos 5 por quês, Silva (2015, p. 4) afirma que Sakichi Toyoda a desenvolveu com a finalidade de analisar um problema, levando-o ao maior nível possível para que se possa descobrir a causa primária. Segundo Peinado; Graeml (2017, p. 559), “[...] recebeu esse nome em função das letras iniciais de algumas perguntas em inglês que ajudam a esclarecer situações, eliminando dúvidas que, de outra forma, podem ser extremamente prejudiciais a qualquer atividade empresarial.”

Segundo Falconi (2004, p. 107), 5W1H é um check-list utilizado para garantir que a operação seja conduzida sem nenhuma dúvida por parte da chefia ou dos subordinados. Em alguns casos, utiliza-se uma variação desta ferramenta, chamada 5W2H (5W1H +1H), onde além das perguntas anteriores, adiciona-se (How Much) Quanto – Quanto irá custar essa operação?

#### 2.1.5 Método PDCA

O PDCA, segundo Campos (2004, p. 113), é um método que visa resolver problemas gerenciando-os. Para Xenos (2014, p. 53), é o método universal para atingir metas. Segundo Campos e Xenos, a Figura 1 representa o ciclo PDCA composto pelas seguintes etapas distintas: Planejamento (PLAN) - estabelece claramente suas metas e os métodos para alcançá-las; execução (DO) - educa e treina as pessoas envolvidas nos métodos a serem utilizados e coloca o plano em prática; verificação (CHECK) - observa a situação e verifica se os resultados do trabalho executado estão progredindo em direção à meta e atuação (ACTION) - atua no processo em função dos resultados obtidos se os resultados não estão progredindo em direção à meta.

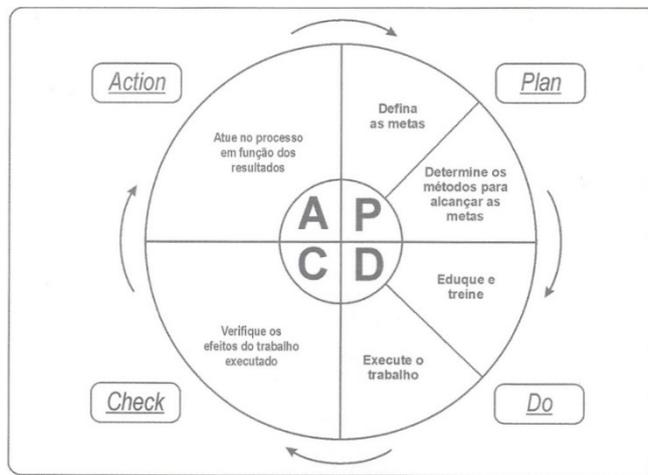


Figura 1 – Ciclo PDCA

Fonte: Xenos (2014, p. 54)

Xenos (2014, p. 53) afirma que para atingir uma meta ou várias metas, por exemplo, reduzir o número de falhas de equipamentos, reduzir o custo de manutenção, aumentar a produtividade operacional, dentre outros, é preciso seguir metodicamente as quatro fases citadas anteriormente, ou seja, as metas são atingidas através do giro sistemático do PDCA. Durante esse giro, quaisquer desvios podem ser corrigidos para que as metas sejam atingidas.

As metas que são realizadas durante o ciclo do PDCA, segundo Xenos (2014, p. 54), podem ser de dois tipos: metas padrão e metas de melhoria.

Metas padrão são metas que se deseja manter. Normalmente, aplicável em tarefas repetitivas e de natureza semelhante como: solicitações de ordens de serviços ou rotinas de inspeção. O PDCA utilizado para esse tipo de meta é chamado de SDCA (Standard-Do-Check-Action).

### 3 | METODOLOGIA

O processo utilizado para a realização deste estudo fundamentou-se em um estudo de caso, que foi desenvolvido e observada a realização de atividades de planejamento, controle e manutenção em equipamentos dos sistemas de automação de poços petrolíferos, cuja finalidade é identificar inconformidades e posteriormente sugerir melhorias.

Os modelos que compõem este estudo podem ser caracterizados como descritivo e explicativo. Descritivo por caracterizar os equipamentos utilizados na automação de poços petrolíferos, assim como o planejamento e controle da manutenção dos mesmos, e explicativo por esclarecer todas as etapas e ferramentas utilizadas no planejamento e controle da manutenção dos equipamentos do sistema de automação de poços de petróleo.

De acordo com o modelo conceitual (objeto ou meios), foi utilizada, no estudo, a

pesquisa de campo, por se tratar no local onde as atividades foram acompanhadas e analisadas. É documental, devido à utilização de dados extraídos de documentos de propriedade da empresa onde foi realizado o estágio.

Neste estudo, a abordagem ou tratamento da pesquisa foi concebido de forma quantitativa, por mensurar dados que representam paradas de equipamentos/dispositivos do sistema de automação dos poços de petróleo num determinado período; e qualitativa por acompanhar a aplicação das etapas de PCM, assim como das atividades de manutenção corretivas e, posteriormente, realizar uma análise dos dados referente a estas ocorrências.

Para a realização deste estudo, a técnica de seleção para os poços produtores de petróleo, durante o período citado anteriormente, foi da amostragem não-probabilística, as informações foram adquiridas através do programa SISAL, cujo resultado indicou que cerca de 569(31%) poços produtores de petróleo apresentavam sistema de automação.

## **4 | ANÁLISES DE RESULTADOS**

Nesta seção, serão apresentados os resultados adquiridos através de análise e coleta de dados das falhas dos equipamentos/instrumentos relacionados ao sistema de automação de poços produtores de petróleo, assim como das atividades referentes ao planejamento e controle da manutenção desses equipamentos, com o intuito de alcançar os objetivos propostos por este trabalho.

### **4.2 Processo de planejamento e controle da manutenção**

A programação de manutenção do sistema de automação dos poços produtores de petróleo tem como objetivo estabelecer a regularidade dos atendimentos corretivos nos poços de produção terrestre garantindo a disponibilidade dos mesmos para operação. As atividades de planejamento e controle de manutenção têm como base o detalhamento, a entrega, a devolução e a baixa de ordens de manutenção no sistema de manutenção SAP R/3. Para que esta ponte de entrega e retorno de OM's funcione é necessário toda uma logística, conforme apresentada Figura 2, que demonstra uma visão geral do fluxograma do processo.

A logística do fluxograma de PCM do sistema de automação inicia-se no momento em que há uma falha ou defeito no poço de petróleo. Essa falha ou defeito é identificada e avaliada pelos operadores em campo ou apresentada diretamente no supervisor, localizado no CIC. Os operadores atualizam o status da falha no sistema SISAL e efetuam uma ligação para o PCM, em ramal exclusivo (4747), ou abrem uma nota no sistema SMI cadastrando todas as informações referente a falha como: descrição, local, especialidade do serviço, centro de trabalho responsável, horário da avaria, dentre outros.

Em posse desses dados cadastrados no SMI, o PCM analisa todas as informações necessárias para o saneamento da falha e gera uma nota no SAP R/3. Posteriormente, no próprio SAP R/3, a ordem de manutenção é gerada e planejada com detalhamento das tarefas, mão-de-obra, tempos, materiais e ferramentas, impressa e encaminhada ao setor de manutenção.

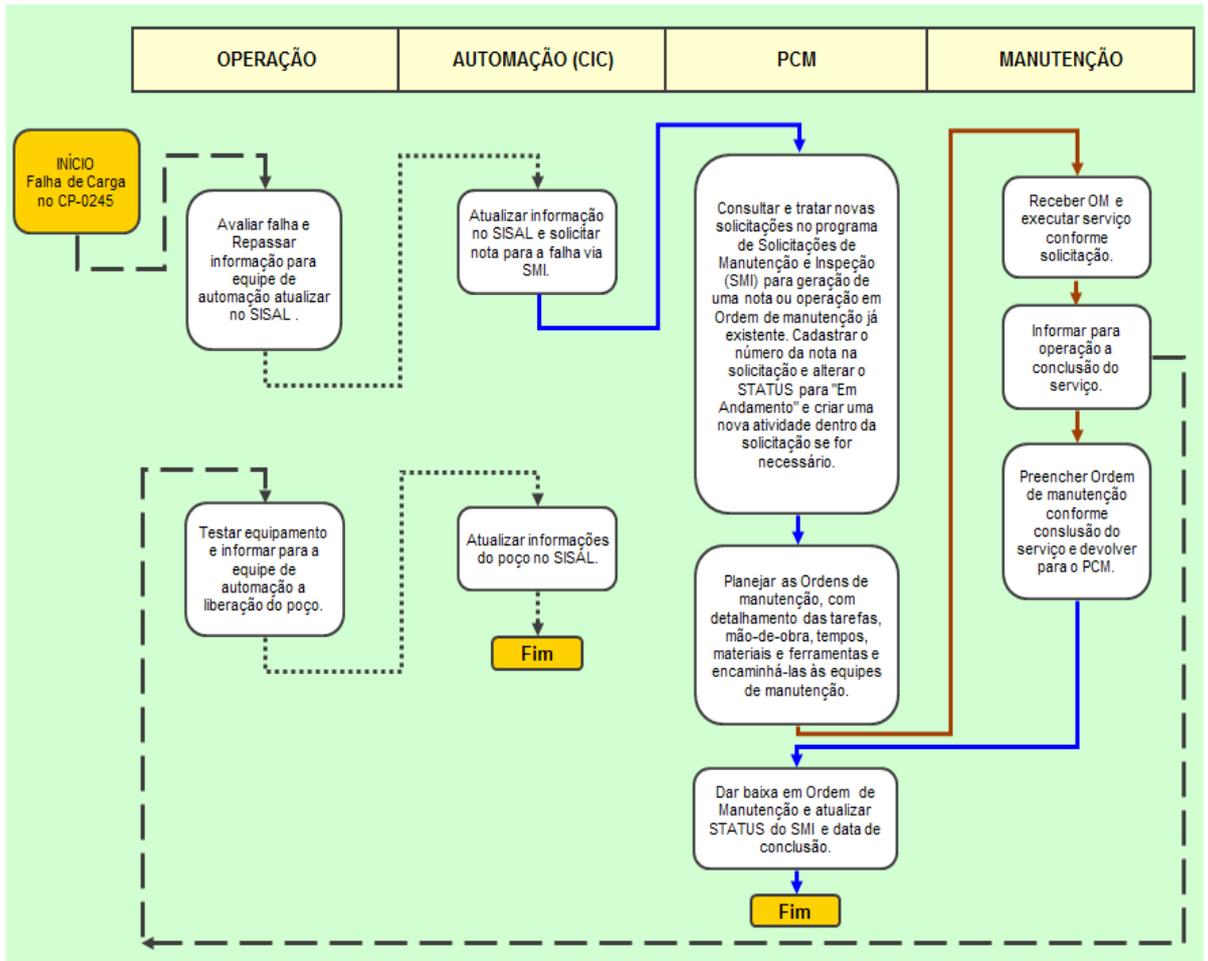


Figura 2 – Fluxograma básico de PCM do sistema de automação

Fonte: o autor

O fluxograma citado representa o correto processo de atendimento dos serviços referentes ao sistema de automação, porém, o mesmo não condiz com as atividades realizadas na prática. Durante as intervenções dos equipamentos do sistema de automação estão sendo utilizados dois sistemas para a solicitação de serviços, o SISAL e o SMI. Esta duplicidade de solicitações acarreta na geração de redundância de serviços que se agrava com o aumento da frequência de quebra de equipamentos.

#### 4.3 Falhas ocorridas no funcionamento dos equipamentos

A aplicação das unidades de bombeio variam em função de vários fatores como: alta flexibilidade para se adaptar as variações de vazão, custo operacional baixo, fácil manutenção, fácil diagnóstico de problemas, dentre outros.

As unidades de bombeio, normalmente, são compostas por um sistema mecânico

(bomba de subsuperfície, coluna de hastes, unidade de bombeio na superfície, etc.), um sistema elétrico (transformador, motor elétrico, quadro de comando, etc.) e um sistema de automação (unidade de transmissão remota (UTR), sensor de carga, sensor de posição e supervisor); seu princípio de funcionamento consiste, basicamente, em transmitir energia ao fluido para elevá-lo a superfície.

Durante todo o processo de elevação do petróleo, o poço é analisado e controlado. Dados como nível, pressão, temperatura, corrente do motor, vazamentos, dentre outros são informados através do sistema de automação. Todas essas informações são transmitidas a um supervisor por meio de sensores mecânicos, elétricos, magnéticos, analógicos e digitais, que são conectados a unidade de transmissão remota (UTR) constituído de micro-controlador (CLP), atuadores e rádio de transmissão.

Cada poço opera de maneira autônoma e independente, e todas as informações são centralizadas no centro integrado de controle (CIC). O supervisor é a interface entre os operadores responsáveis pelos poços e o sistema de automação de poços como alarmes e avisos.

Durante o período de janeiro de 2014 a setembro de 2015 foram registradas inúmeras falhas ou defeitos normalmente apresentados referente aos equipamentos e instrumentos que compõem o sistema de automação de poços de petróleo, com intuito de identificar as causas dessas ocorrências e propor um plano de melhoria. São elas: falhas de comunicação, falhas de posição, falhas de carga, falhas de controlador, falta dos cabos dos sensores, falhas de nível, falha de pressão, falha de corrente, dentre outros, conforme apresentado no diagrama de Pareto, Gráfico 1.

Pode-se observar no diagrama de Pareto que quatro tipos de falhas de equipamentos do sistema de automação são responsáveis por 94,9% de todas as falhas. A saber: falha de carga (41,6%), falha de posição (22,8%), falha de comunicação (16,8%) e falha de controlador (13,7%).

Conforme mostra o Gráfico 2, ao se comparar a quantidade de falhas de cada item nos semestres de 2014 e 2015, observa-se que todos os valores sofreram decréscimos, porém, ao se analisar a média dos itens em cada ano é possível identificar que o número de falhas não acompanha este decréscimo. Pelo contrário, os valores médios de quantidade de falhas dos equipamentos em 2015 estão aumentando. Vale salientar que os valores das falhas ocorridas no 4º semestre de 2015 não estão inclusos nestes dados.

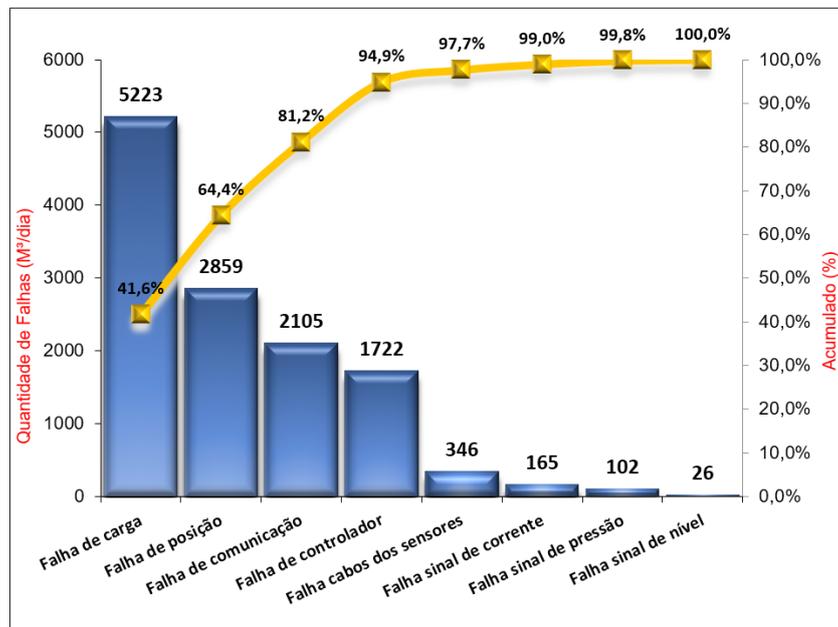


Gráfico 1 – Diagrama de Pareto de falhas do sistema de automação

Fonte: Autor

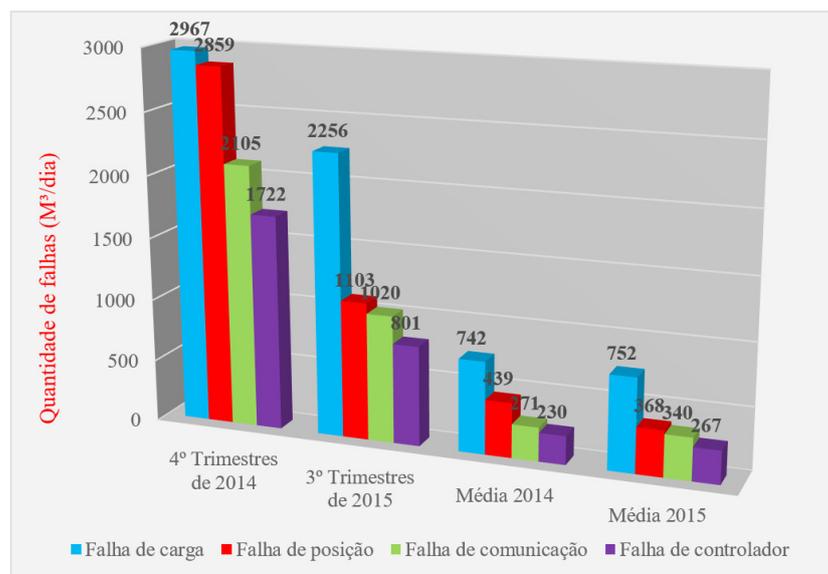


Gráfico 2 – Falhas de equipamentos de automação em 2014 e 2015

Fonte: Autor

#### 4.4 Plano de ação

Realizou-se várias reuniões apresentando indicadores relacionados às falhas ou defeitos ocorridos no sistema de automação, no período de janeiro de 2014 a setembro de 2015, na qual se resultou na elaboração de um plano de ação que avaliasse detalhadamente essas falhas, assim como, as suas causas, representado no Quadro 1.

Item	O que?	Por que?	Quem?	Como?	Onde?	Quando?
01	Realizar brainstorming	Investigar as falhas impactantes ocorridas nos equipamentos do sistema de automação	Supervisores de Operação, PCM, Manutenção e executante do serviço	Estabelecendo reuniões com os colaboradores	Setor de PCM	Até - 31/05/2016
02	Realizar brainstorming	Investigar as causas das falhas impactantes ocorridas nos equipamentos do sistema de automação	Supervisores de Operação, PCM, Manutenção e executante do serviço	Estabelecendo reuniões com os colaboradores	Setor de PCM	Até - 31/05/2016
03	Elaborar formulário	Registrar falhas ou defeitos e suas causas ocorridas nos equipamentos do sistema de automação	Supervisores de PCM e Manutenção	Utilizando ferramentas do Microsoft Office	Setor de PCM	Até - 31/05/2016
04	Gerar indicadores	Apresentar novos indicadores das causas e suas falhas ocorridas nos equipamentos do sistema de automação	Supervisor de PCM	Utilizando informações adquiridas nos formulários, sistemas SMI, SISAL e SAP R3 e ferramentas do Microsoft Office	Setor de PCM	Até - 31/05/2016

Quadro 1 – Plano de ação análise de falhas do sistema de automação

Fonte: Autor

Observa-se que são quatro tipos de causas que mais promovem a falha de carga. São elas: célula de carga danificada (64,6%), cabo furtado (14,1%), cabo partido (12,1%) e conector da célula de carga danificado (9,3%). Destacando-se a causa da célula de carga danificada por apresentar maior índice de impacto.

Portanto, elaborou-se um diagnóstico utilizando o diagrama de causa e efeito, representado na Figura 3, com intuito de apresentar as possíveis causas das falhas ocorridas nos problemas relacionados a falha de carga do sistema de automação para que possam ser analisadas e elaboradas propostas de melhorias.

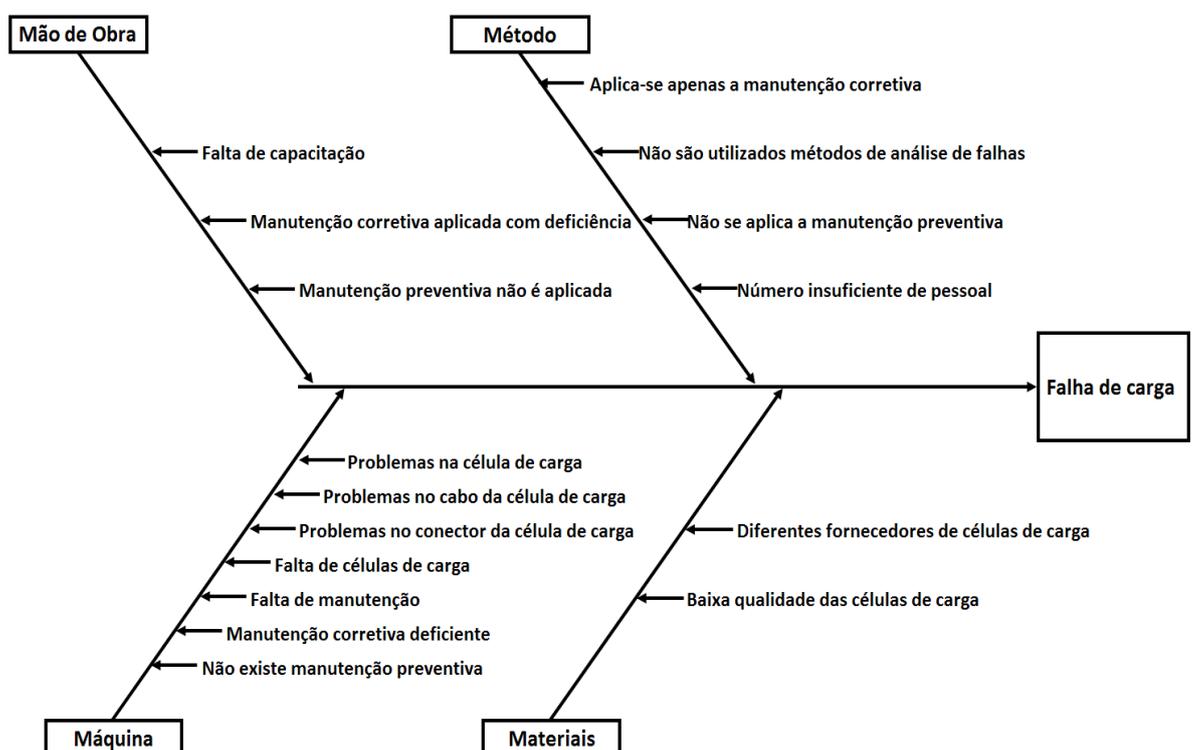


Figura 3 – Diagrama de causa e efeito da falha de carga

Fonte: Autor

## 4.5 Irregularidades na realização de atividades diárias de planejamento e controle da manutenção

O setor de PCM encontra-se como um *setor de staff*, estabelecido na gerência da manutenção e inspeção (MI), apresentado no organograma da Figura 4, cuja finalidade é centralizar, equalizar e controlar todas as informações entre os setores de operação, manutenção, inspeção e outros que realizem atividades ligados diretamente ou não as atividades praticadas.

A supervisão é responsável por todo o gerenciamento e coordenação das atividades desenvolvidas no PCM.

A central de atendimento é responsável pelo recebimento, tratamento e envio das solicitações de serviços originadas do campo, através de executantes, supervisores e operadores, e originadas através do CIC.

Os setores de planejamento são responsáveis pelo planejamento e programação dos serviços solicitados referente a intervenções corretivas, sendo os equipamentos críticos ou não, assim como de garantir o cumprimento da realização de planos de manutenção preventivos e preditivos.

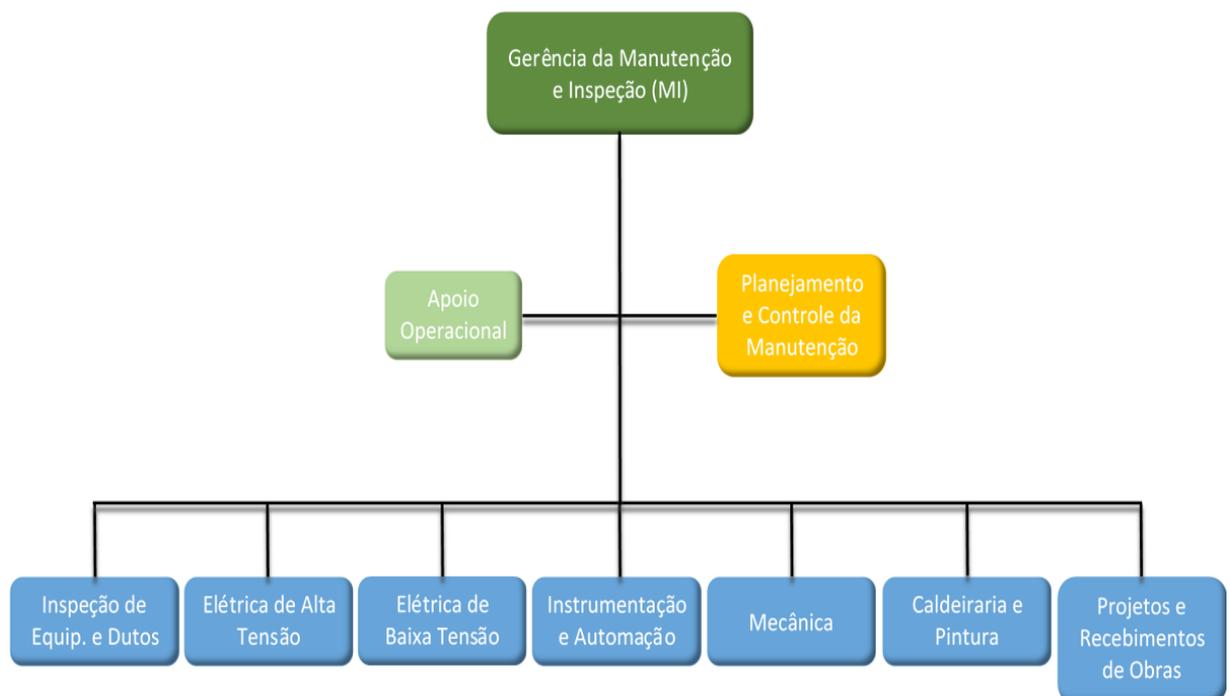


Figura 4 – Organograma gerência manutenção e inspeção

Fonte: Autor

Os postos avançados são setores de planejamento auxiliares responsáveis por suprir os setores de manutenção auxiliando todos os colaboradores participantes das atividades de execução dos serviços.

o setor de planejamento e controle da manutenção (PCM) é de grande importância para o gerenciamento de todos os equipamentos e instrumentos relacionados ao sistema de automação. Por meio deste há uma inter-relação das áreas, nas quais todos

os serviços são solicitados, registrados, planejados, executados, confirmados, dentre outros, com intuito a atender as necessidades do setor de operação e manutenção.

Entretanto, todos os setores citados no fluxograma estão apresentando irregularidades na realização de suas atividades, conforme representado nos Quadros 2, 3 e 4.

01	Falhas no SISAL na atualização de informações de status dos poços
02	Falhas na solicitação de serviços ao PCM
03	Falhas no SMI na abertura de registro
04	Falhas no SMI na confirmação de execução do serviço

Quadro 6 – Irregularidades no setor de operação

Fonte: Autor

01	Falhas no SMI no preenchimento de informações na abertura de registro
02	Falhas no SMI no envio da solicitação de serviço ao responsável pela execução do serviço
03	Falhas no SMI no envio da solicitação do serviço ao centro de trabalho responsável pela a execução do serviço
04	Falhas no SMI no envio de data e hora de execução programada para a execução do serviço
05	Falhas no SMI na confirmação do serviço (preenchimento de data e hora de execução)
06	Falhas no SAP R/3 na geração de notas de serviços
07	Falhas no SAP R/3 no preenchimento de informações na nota de serviço
08	Falhas no SAP R/3 no planejamento de ordem de manutenção
09	Falhas no SAP R/3 na impressão de ordem de manutenção
10	Falhas no SAP R/3 no envio de ordem de manutenção para o responsável pela a execução do serviço
11	Falhas no SAP R/3 na confirmação de execução do serviço (preenchimento incorreto de informações como data, hora, HH e análise de falha)
12	Falhas no SAP R/3 no encerramento da nota de serviço e/ou ordem de manutenção do serviço executado

Quadro 7 – Irregularidades no setor de PCM

Fonte: Autor

01	Falhas na manipulação de ordem de manutenção entregue pelo planejamento
02	Falhas no tempo de atendimento da solicitação do serviço
03	Falhas de comunicação com a operação e PCM durante a execução do serviço
04	Falhas no preenchimento de data, hora, HH e análise de falha
05	Falhas no envio de ordem de manutenção dos serviços executados para o PCM

Quadro 8 – Irregularidades no setor de manutenção

Fonte: Autor

O saneamento das falhas citadas implicará numa maior agilidade e confiabilidade das atividades relacionadas ao atendimento dos equipamentos e instrumentos do sistema de automação.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos produtivos realizados pelos poços de produção de petróleo no estado de Sergipe, especificamente na cidade de Carmópolis, apresentam um cenário de utilização de equipamentos envelhecidos com alto volume de quebras que exigem manutenções constantes.

Os equipamentos e instrumentos referentes ao sistema de automação, mesmo sendo modernos, apresentam um grande número de falhas ou defeitos que culminam em paradas de equipamentos e na falta de fornecimento de informações necessárias ao status dos equipamentos, que promoveriam um diagnóstico mais ágil, interferindo diretamente na disponibilidade, confiabilidade e qualidade de produção dos poços de petróleo.

Este panorama ocasiona inúmeros descontroles em vários setores como: operação, planejamento e controle da manutenção (PCM), manutenção, administrativo e, conseqüentemente, em todo o plano de negócio da empresa.

Com intuito de minimizar os impactos causados por todo este cenário, o estudo de caso teve como objetivo propor a implantação de ferramentas compatíveis para a promoção de maior disponibilidade do sistema de automação.

Durante o estudo foram realizadas inúmeras tarefas como: identificação, acompanhamento e análise do fluxograma do processo de atendimentos aos serviços solicitados pela operação; do processo de sinalização/status dos poços produtores no sistema SISAL; do processo de solicitação de serviços no SMI; do processo de abertura de notas de serviço; da geração e planejamento de ordens de manutenção no sistema SAP R/3; da realização do serviço em campo, e, por fim, da realização de todas atividades desenvolvidas nos setores pertinentes ao fluxograma de atendimento ao sistema de automação.

Em posse das informações necessárias fez-se o uso de ferramentas da qualidade que possibilitaram a geração de indicadores que pudessem retratar qualitativamente e quantitativamente o cenário atual de todo o processo das falhas ou defeitos, como também, das causas dessas falhas ampliando o leque de possibilidades de sugestões de melhoria para o processo.

Outros aspectos cruciais para o desenvolvimento de quaisquer atividades observados em todos setores foram a política, a carência de comunicação interna ou comunicação indevida e a inter-relação insatisfatória. Percebeu-se a necessidade de quebra de paradigmas e de implemento de uma nova cultura ao atendimento do processo. Os setores ainda executam suas atividades isoladamente esquecendo-se da função principal.

No desenvolvimento deste estudo, os objetivos específicos foram atendidos, visto que todas as etapas que compõem o processo produtivo foram caracterizadas, evidenciadas, analisadas e apresentada propostas de aplicação de ferramentas de melhorias.

A cultura a ser implantada é que a operação, o planejamento e controle da manutenção e a manutenção são setores de mesmo nível em relação à produção, e devem trabalhar em conjunto em prol da mesma.

O pesquisador entende que, em todo o contexto, a implantação ou otimização de ferramentas de planejamento e controle atrelando-as a operações e manutenções mais sofisticadas, que condigam com o objetivo das organizações, possibilitem melhor eficiência na disponibilidade dos equipamentos, processos produtivos mais enxutos, produtos de melhor qualidade, aumento da competitividade, otimização dos custos, levando a sustentabilidade e longevidade dos negócios no mercado.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Luis César G. de. **Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 8. ed. Minas Gerais: INDG, 2004.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Qualidade total: padronização de empresas**. 8. ed. Minas Gerais: INDG, 2004.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 4. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

NBR 5462:1994. **Confiabilidade e manutenibilidade**. Disponível em <<http://pt.scribd.com/doc/144104431/ABNT-NBR-5462-Sobre-Mantenabilidade#scribd>>. Acesso em: 06 abr. 2015.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Sistemas, organização & métodos: O&M, uma abordagem gerencial**. 21. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007

PESSOA, Gerisval. **Ferramentas de gestão da qualidade: diagrama de Pareto**. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABfSAAF/ferramentas-gestao-qualidade-diagrama-pareto>>. Acesso em: 05 out. 2015.

SILVA, Sandro Cantidio da. **Solução de problemas com o uso do ciclo PDCA e das ferramentas de qualidade**. Disponível em <<https://sandrocan.wordpress.com/tag/diagrama-de-causa-e-efeito/>>. Acesso em: 05 out. 2015.

- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- SOBRINHO, Manoel Joaquim Santos. **Utilização de ferramentas da qualidade**: estudo de caso de uma empresa que atua no setor petrolífero (Monografia para obtenção do título de Engenheiro de Produção). FANESE, Aracaju, 2014.1.
- SOUZA, Débora Cristina dos Santos. **Implantação de sistema informatizado no planejamento e controle da manutenção em sondas de produção de petróleo terrestre de Sergipe**. FANESE, Aracaju, 2010.
- SOUZA, Leôncio de Almeida. **Noções de elevação e petróleo**: Petrobras. Rio de Janeiro. 2010
- UBIRAJARA, Eduardo R. **Guia de orientação de TCC's**. FANESE, Aracaju, 2014.
- UNICAMP. **O que é petróleo?** Disponível em <<http://www.dep.fem.unicamp.br/drupal/?q=node/27>>. Acesso em: 31 maio 2015.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. **Manual sistema supervisor para automação da elevação**. Natal: Editora UFRN, 2013.
- VERAS, Carlos Magno dos Anjos. **Gestão da qualidade**. IFES, Maranhão, 2009.
- VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Planejamento e controle da manutenção**: PCM. 5. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.
- WEBER, Abílio José; AMARAL FILHO, Dario do; ALEXANDRIA JR, João Pedro; CUNHA, José Antônio Peixoto; ARAUJO, Pedro; **Telecurso 2000**. Gol, IBEP e Positivo, 2015.
- XENOS, Harilaus Georgius D'Philippus. **Gerenciando a manutenção produtiva**: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. 2. ed. Minas Gerais: Falconi, 2014.
- GURGEL, C. Reforma do Estado e segurança pública. *Política e Administração*, v.24, n.2, p.15-21, 1997.
- ALMEIDA, R. B.; ALMEIDA e SILVA, J. B.; LIMA, U. A.; SILVA, D. P.; ASSIS, A. N. High-Gravity brewing utilizing factorial design. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, v.17, n.1, p.239-244, 2000.
- GOMES, L. G. **Novela e Sociedade no Brasil**. Niterói: EdUFF, 1998.
- ALMEIDA e SILVA, J. B. **Cerveja**. In: Tecnologia de Bebidas. VENTURINI FILHO, W.G. ed. São Paulo: Edgard Blucher, p.347-380, 2005.
- BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. Campinas: Editora da Universidade Estadual de Campinas, 1995.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12806; **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. São Paulo, Comitê Brasileiro de Alimentos e Bebidas, 1993.
- BRAYNER, A. R. A.; MEDEIROS, C. B. Incorporação do tempo em SGBD orientado a objetos. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANCO DE DADOS**, 9, 1994, São Paulo. Anais. São Paulo: USP, 1994. p.16-24.

BARCELOS, M. F. P. **Ensaio Tecnológico, bioquímico e sensorial de soja e guandu enlatados no estágio verde e maturação de colheita.** 1998. Tese (Doutorado em Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SINDICERV - Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja. Disponível em <http://www.sindicerv.com.br>. Acessado em abril de 2005.

## IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM EM MÁQUINA DE PRODUÇÃO DE PAPEL

**Wagner Costa Botelho**  
**Luis Fernando Quintino**  
**Cesar Augusto Della Piazza**  
**Diego Rodrigues Xavier**  
**Rafael Dantas de Carvalho**  
**Raphael da Mota Povo**  
**Wesley Barbosa de Oliveira**

UniDrummond Centro Universitário – São Paulo /  
SP

**Alexandre Acácio de Andrade**

UFABC – Universidade Federal do ABC – São  
Paulo / SP

**RESUMO:** Diante da busca incessante das indústrias em redução de custos, otimização de resultados, zero perdas, menor tempo de parada de máquinas e equipamentos, a globalização dos processos e a necessidade em assegurar sua sobrevivência no cenário produtivo, são cada vez mais intensas as discussões e adoções de modelos de gestão industriais que convergem na melhoria contínua dos processos produtivos e condições de trabalho, chegando assim no denominador comum de melhoria da qualidade, da produtividade e gestão do tempo nos processos de manufatura. Assim o presente trabalho tem como objetivo explicar a ideia de modelo de gestão industrial, Manutenção Produtiva Total ou Total Productive Maintenance (TPM), como é mais conhecido,

e sua implantação na produção de papel. Apresentando os resultados obtidos após um ano de implantação da gestão TPM em uma máquina de fabricação de papel, abrangendo todas as etapas do processo de fabricação.

**PALAVRAS CHAVE:** otimização, resultados, gestão.

**ABSTRACT:** Faced with the incessant pursuit of industries in cost reduction, optimization of results, zero losses, shorter downtime of machines and equipment, globalization of processes and the need to ensure their survival in the productive scenario, discussions and adoptions of industrial management models that converge in the continuous improvement of the productive processes and working conditions, thus arriving at the common denominator of quality improvement, productivity and time management in the manufacturing processes. Thus the present work aims to explain the idea of industrial management model, Total Productive Maintenance (TPM), as it is better known, and its implementation in paper production. Presenting the results obtained after a year of implementation of TPM management in a papermaking machine, covering all stages of the manufacturing process.

**KEYWORDS:** optimization, results, management.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é um importante produtor mundial de papel e além de abastecer o mercado doméstico, exporta produtos principalmente para países da América Latina, União Europeia e América do Norte. É importante ressaltar que o papel produzido no Brasil tem origem nas florestas plantadas, um recurso renovável. Além disso, o papel é reciclável, ou seja, grande parte retorna ao ciclo produtivo após o consumo. Além dessas vantagens, a indústria avança com melhorias contínuas para uma produção mais limpa e de menor impacto (BRACELPA, 2015).

Nos últimos dez anos, o País aumentou sua produção em 27%, com crescimento médio de 2,7% ao ano, acompanhando as mudanças da economia brasileira. No ano de 2014 as exportações de papel tiveram um crescimento de 3,8% em relação a 2013, somando um total de \$330 milhões de dólares, (BRACELPA, 2014).

Diante de um mercado interno e externo crescentes se torna cada vez mais importante as indústrias se modernizarem e reorganizarem suas estruturas de produção, com modelos de gestão enxutos e que tragam retorno em um curto espaço de tempo, eliminando as ineficiências e explorando seu potencial de ativos produtivos em sua capacidade máxima.

Nessa ideologia o envolvimento de todos os departamentos da empresa é essencial para a sobrevivência do negócio em um mundo globalizado, a sinergia das equipes tanto de produção quanto a de manutenção é de suma importância para a não interrupção da produção por fatores como quebra ou uso inadequado do equipamento, sendo esse o diferencial para alcançar os resultados desejados pela empresa. Para isso, necessita-se de um sistema de gestão que atue na prevenção à quebra de máquinas, otimização do tempo de produção e perdas zero.

Com o fim da Segunda Guerra Mundial (1939~1945), as empresas japonesas obrigadas pela necessidade urgente e por metas governamentais agressivas de reconstrução do país tornaram-se fiéis seguidores das técnicas americanas de gestão e de produção.

A partir de 1950, deixaram de utilizar somente a política de Manutenção Corretiva de Emergência e deram início a implementação dos conceitos de Manutenção Preventiva Baseada no Tempo, aos quais se agregaram posteriormente os conceitos de Manutenção do Sistema de Produção, Manutenção Corretiva de Melhorias, Prevenção da Manutenção e de Manutenção Produtiva que buscavam a maximização da capacidade produtiva dos equipamentos.

Até 1970 a aplicação desses conceitos era basicamente uma atribuição do departamento de Manutenção e não vinha atendendo de maneira efetiva aos objetivos de QUEBRA ZERO e DEFEITO ZERO da indústria japonesa.

Em 1971, o envolvimento de todos os níveis da organização, o apoio da alta gerência e as atividades de pequenos grupos de operadores originaram a Gerência Produtiva Total (TPM - *Total Productive Management*), aplicada pela primeira vez pela

empresa NIPPONDENSO, um dos principais fornecedores japoneses de componentes elétricos para a *TOYOTA CAR COMPANY*, sob a liderança do Instituto Japonês de Engenharia da Planta Japanese Institute of Plant Engineering (JIPE) na figura de Seichii Nakajima. O JIPE foi o precursor do Instituto Japonês de Manutenção de Plantas *Japanese Institute of Plant Maintenance* (JIPM), o órgão máximo de disseminação do TPM no mundo.

Em meados da década de 80 foram publicados os primeiros livros e artigos sobre TPM, escritos por Seichii Nakajima e por outros autores japoneses e americanos.

Foi também, na década de 80 que os pequenos grupos de operadores puderam incorporar às suas atividades de TPM, as técnicas de Manutenção Preditiva que marcavam o início da Era da Manutenção baseada não mais no tempo de uso do equipamento, mas sim na sua condição (GURSKI & RODRIGUES, 2008).

Neste sentido, o presente trabalho consiste em um estudo compreensivo a respeito dos resultados obtidos, no primeiro ano de implantação da metodologia TPM, na máquina de fabricação de papel número 01, de uma das 15 maiores empresas mundiais do setor de fabricação de papel para fins de consumo.

## 2 | METODOLOGIA DO ESTUDO

Para o desenvolvimento do estudo foram seguidos os seguintes passos: Coleta e Estruturação dos dados, observações *in loco* e revisão da metodologia. Como um dos integrantes trabalha na empresa “Alpha” a coleta de dados não foi complicada, uma vez que o mesmo tem acesso às informações e a permissão para a coleta dos dados foi concedida pelo gerente industrial.

Para a elaboração do estudo foram coletados dados de volume de produção, eficiência global (OEE), tempos de paradas e análises das ferramentas de implantação (CASTRO & ARAUJO, 2010).

## 3 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 Manutenção Produtiva Total - TPM

Durante muito tempo as empresas funcionaram com o sistema de manutenção corretiva, porém afim de melhorar o desempenho de seus equipamentos e atingir metas para a redução de desperdícios, retrabalhos, perda de tempo e prejuízos financeiros incluindo restauração e manutenção de condições padrão de operação, passou-se a dar ênfase a manutenção preventiva e preditiva, com enfoque nesse tipo de manutenção foi desenvolvida a metodologia Total Productive Maintenance (TPM) ou, em português, Manutenção Produtiva Total (MPT). A implantação da metodologia TPM pode trazer muitos benefícios, se for bem gerenciada. Logo, os resultados das

melhorias aplicadas no sistema de manufatura devem ser mensurados para uma avaliação dos avanços relacionados às metas propostas e aos prazos estabelecidos (SILVA & MARQUES, 2013).

Segundo o modelo japonês de TPM a metodologia se estrutura em oito pilares, sustentados pela base que é o 5's, programa este encontrado na maioria das empresas de diversos ramos de atividade.

TPM pode ser definida como sendo um sistema de Manutenção que conta com a colaboração de todos os setores e escalões da empresa, principalmente produção e manutenção, objetivando a melhoria na eficiência dos equipamentos e a responsabilização de todos sobre a Manutenção dos bens produtivos (NAKAJIMA, 1989).

Este sistema de gerenciamento otimiza o funcionamento de máquinas e instalações promovendo uma cultura na qual os operadores devem se sentir responsáveis pelas suas máquinas, procurando sempre aprender mais sobre elas, podendo realizar pequenos reparos e diagnosticar problemas e dar sugestões de aperfeiçoamento, formando assim um elo entre produção e manutenção, possibilitando uma melhoria contínua no chão de fábrica.

### **3.2 OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)**

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é um indicador utilizado como forma de gestão e melhoria contínua de máquinas e equipamentos, útil ao identificar perdas, reduzindo assim os custos de produção. Por meio da análise dos resultados deste indicador, o gestor de operação deve tomar decisões que visem à melhor forma de eliminar ou, pelo menos, reduzir as perdas no processo (LIMA & ZARATIN, 2014).

A Eficiência Global do Equipamento, conhecido internacionalmente como OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), foi estabelecida por Seiichi Nakajima, considerado um dos pais da TPM (*Total Productive Maintenance*), como uma maneira de total importância para realizar avaliações da performance de um equipamento, em vista de que é um conceito atribuído à filosofia do TPM, em que é adotado indicadores de desempenho, implantadas pela metodologia. Trata-se de uma ferramenta prática, aplicada na produção para mensurar o percentual de utilização efetiva do equipamento, ou seja, o tempo em que o equipamento foi realmente utilizado.

Segundo Nakajima o uso do indicador OEE, de acordo com o sugerido pela metodologia, abre caminho para que as empresas investiguem as reais circunstâncias da utilização de seus ativos. Estas investigações das condições, acontecem a partir do momento em que encontram as perdas existentes dentro de um ambiente de fabricação.

Desse modo a serventia deste indicador utilizado na produção como ferramenta de análise, permite enxergar os custos das empresas que antes não foram vistos. O índice ideal de OEE deve ser de 85%, e para isto é necessário que os valores de

cada índice sejam: Disponibilidade = 90%, Performance = 95% e Qualidade= 99% (NAKAJIMA, 1989).

O OEE é uma ferramenta popular de avaliação da eficácia da capacidade que incorpora o conceito de perda da capacidade. É baseado em três aspectos de desempenho:

- O tempo no qual o equipamento está disponível para operação;
- A velocidade, ou taxa de processamento, do equipamento;
- A qualidade do produto ou serviço que produz (SANTOS & SANTOS, 2007).

### *Disponibilidade*

A disponibilidade é simplesmente o tempo que o equipamento produziu, ou seja, o tempo total em que esteve em operação em relação ao tempo total disponibilizado para produção, sendo seu cálculo da seguinte forma:

$$\text{Disponibilidade\%} = (\text{Tempo produzindo} / \text{Tempo programado}) * 100\%$$

Equação 1

### *Eficiência*

A eficiência nos mostra o quanto o equipamento foi eficiente enquanto estava produzindo. Este relaciona a velocidade de operação do equipamento com a velocidade do que foi produzido, sendo o seu cálculo da seguinte forma:

$$\text{Eficiência\%} = (\text{Quantidade Produção Real} / \text{Quantidade Produção Teórica}) * 100\%$$

Equação 2

### *Qualidade*

A qualidade nos apresenta quantos itens bons foram produzidos em relação ao total de itens produzidos, sendo seu cálculo da seguinte forma:

$$\text{Qualidade\%} = (\text{Quantidade de Bons} / \text{Quantidade Total Produzida}) * 100\%$$

Equação 3

Tendo em vista os fatores de Disponibilidade, Performance e Qualidade, para se calcular o OEE basta realizar a multiplicação entre eles, conforme abaixo:

$$\text{OEE\%} = \text{Disponibilidade\%} * \text{Performance\%} * \text{Qualidade\%}$$

Equação 4

Para um cálculo de OEE eficaz o equipamento deverá trabalhar de forma incontestável, sendo necessário que ele alcance um alto nível de processamento nos

três itens calculados (HANSEN, 2006).

## 4 | ESTUDO DE CASO – EMPRESA “ALPHA”

A empresa “Alpha”, fundada há 75 anos, dedica-se à produção de papéis para uso industrial, papéis descartáveis e institucionais.

O volume de papel produzido nas suas quatro unidades é de aproximadamente 200 mil toneladas por ano, sendo 155 mil toneladas de papéis descartáveis, colocando-a entre as quinze maiores empresas do setor no mundo em capacidade de produção, e mais 45 mil toneladas de papéis de uso industrial.

A unidade na qual baseamos nosso estudo, foi inaugurada em 1938, onde a capacidade inicial era de 2.800t ao ano. Hoje atinge 45.000t ao ano, fábrica de papéis especiais de baixa gramatura para revestimentos, laminação, impressão, *fast food* e papel tissue de baixa gramatura para higiênicos e guardanapos.

### 4.1 Produção

Com uma produção anual de 23.579t toneladas e uma eficiência total do equipamento (OEE) de 80,25% em 2012 a máquina 1 não vinha apresentando um resultado satisfatório para a alta direção da empresa, e esses resultados comprometiam a continuidade de operação da máquina pois como já citado anteriormente a grande concorrência do setor industrial e a necessidade da empresa em ganho de produção e diluição de custos com esta linha, que é composta pela preparação de massa, refinação, formação da folha, secagem e enroladeira.

### 4.2 Manutenção

O departamento de manutenção da máquina deve ter uma estrutura sólida e bem distribuída, de acordo com a norma ABNT NBR 5462-1994, a manutenção é dividida em três tipos:

- I. Manutenção Corretiva
- II. Manutenção Preventiva
- III. Manutenção Preditiva

A manutenção está assumindo um papel de primeira grandeza nos serviços essenciais (NEPOMUCENO, 1989).

### 4.3 Discussão e resultados

Após analisarmos os dados coletados da empresa “Alpha”, pudemos compreender que após um ano de implantação da metodologia (2012 – 2013). Os índices da empresa tiveram aumento, como podemos ver no gráfico da figura 2 abaixo.

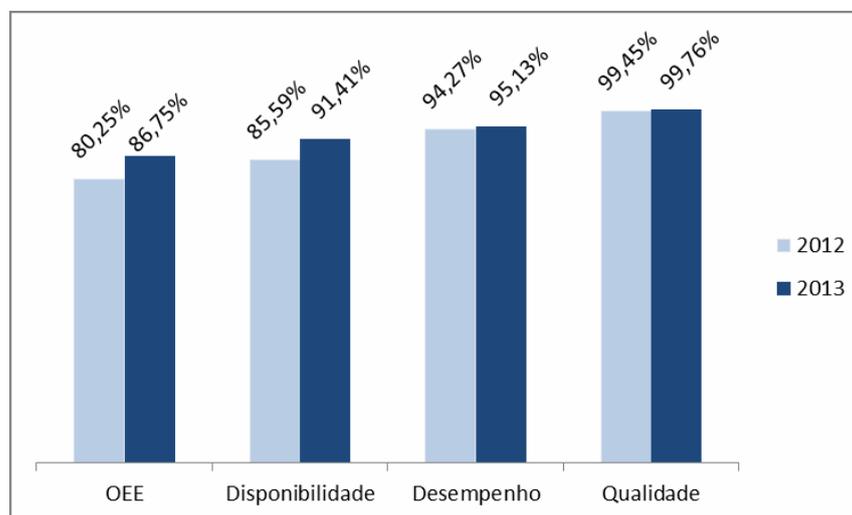


Figura 1 – Gráfico de Indicadores.

Fonte: Adaptado da empresa Alpha

Ao analisarmos o OEE verificamos que o índice de disponibilidade foi o que obteve o maior aumento chegando a 5,82 pontos percentuais, que é uma ótima evolução.

Desta forma, foi realizado um levantamento das maiores perdas do índice, chegando-se aos valores constantes na tabela 1.

Área	Tipo de Parada de Máquina	2012 Tempo (h)	2013 Tempo (h)	Redução (h)	Redução (%)
Manutenção	Corretiva	395,54	188,83	206,71	52%
Manutenção	Manutenção Preventiva	95,71	200,46	-104,75	-109%
Processo	Quebra/Emenda	245,5	83,46	162,04	66%
Processo	Ajuste de Processo	528,75	279,45	249,31	47%
Total		1265,5	752,2	513,31	41%

Tabela 1 – Perdas por máquina parada 2012 x 2013 da máquina 1

Fonte: Adaptado da empresa Alpha

Analisando o gráfico de disponibilidade e a tabela acima constatamos a redução nas perdas e é possível observar que todos os grandes motivos de perdas por paradas de equipamento foram reduzidos em 513,31 horas, mesmo que a parada para manutenção preventiva tenha aumentado em 104,75 horas. Isso demonstra que a manutenção preventiva funcionou melhor.

As duas maiores diminuições foram nas paradas corretivas por motivos diversos e na quebra/emenda da folha. É possível afirmar que, com o aumento do tempo e do melhor planejamento das manutenções preventivas, além do aumento do grau de conhecimento dos padrinhos, a quantidade de problemas diminuiu consideravelmente.

Também se pode afirmar que, com a implantação da cultura de limpeza e inspeção da máquina por parte da operação, o número de quebras da folha diminuiu. Nestas quebras era desperdiçado tempo para a folha voltar a ser enrolada.

Os ajustes de processo também diminuiram, em função das inspeções e

manutenção dos equipamentos, que apresentaram maior confiabilidade. Estas inspeções e manutenções dos equipamentos permitiram também uma estabilidade de máquina maior, comprovada através do aumento da velocidade média real de 937 m/min, em janeiro de 2012, para 1021 m/min, em dezembro de 2013.

Conforme citado anteriormente uma maior estabilidade de máquina e o despertar do senso de propriedade da operação o índice de qualidade também apresentou crescimento, embora com um percentual menor, onde se obteve menos perdas por papel refugado, ainda devido ao número menor de ajustes e maior estabilidade do processo.

#### 4.4 Análise qualitativa dos impactos da implantação

Através da tabela, podemos verificar, que os aspectos qualitativos adquiridos e também melhorados, podem ser considerados positivos, pois implicam num maior comprometimento da equipe com o programa. Assim, é possível atribuir também a estes aspectos o papel de geradores dos aumentos dos índices de eficiência analisados.

<b>Atividades Realizadas</b>	<b>Benefícios Observados</b>
<u>5S</u>	<b>Senso de Propriedade, Maior poder de decisão, Aumento do conhecimento, Aumento da motivação, Aumento do tempo disponível, Diminuição de retrabalhos, Mais qualidade no trabalho, Aumento do senso de segurança, Maior participação de <u>todos</u></b>
Etiquetagem	
<u>Checklist</u> de limpeza	
<u>Checklist</u> de inspeção	
Lição Ponto a Ponto	
Mapa de Fontes de Sujeira	
Mapa de Locais de Difícil Acesso	
<u>Checklist</u> de Segurança	
Projetos de Melhoria	
Matriz de Priorização	
Formulários de <u>5</u> Porquês	
Matriz ECRS	
Plano de Ação	
Mapa de Lubrificação	
Análise de Quebras	
Análise de Risco de Tarefas	

Tabela 2 – Atividades x Benefícios.

Fonte: Adaptado da empresa Alpha

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos estudos realizados sobre a metodologia do TPM, a partir dos resultados obtidos conclui-se que no ano de 2012, a máquina 1 não apresentava a estabilidade desejada, também não atingindo sua capacidade máxima de produção. Mesmo com apenas duas etapas concluídas, de um total de sete etapas da metodologia,

ao final do primeiro ano a máquina obteve um OEE de 86,75%. Este resultado superou a meta estabelecida no início do programa pela consultoria, de 85,00%.

Nesse sentido, a partir da implantação da metodologia TPM na área de produção, ficaram perceptíveis as melhorias relevantes no 5s da fábrica, ou seja, um ambiente de trabalho mais limpo e organizado, o qual contribuiu para um ganho de tempo livre da operação. Este aumento de tempo proporcionou não apenas análises de maior qualidade como também tornaram mais eficazes as prevenções de problemas que geram paradas da máquina, conseqüentemente houve aumento na operação da máquina.

Com a aplicação e utilização dos conceitos da metodologia TPM, no setor de manutenção, através de seu pilar, foram claras as melhorias nas soluções de serviços, menor tempo para a execução da manutenção, maior foco em análises de quebras e, por consequência, diminuição da repetição de quebras de equipamentos.

Na empresa “Alpha”, através da introdução do senso de propriedade do equipamento, despertado pela metodologia nos colaboradores, o que proporciona um equipamento mais limpo e organizado, é possível se obter um aumento na quantidade de inspeções, identificação de possíveis falhas, reestruturação do sistema de gestão de manutenção, projetos de melhorias de qualidade e de equipamento. Somando a estes ganhos a busca por um ambiente mais seguro, apenas no primeiro ano da implantação, tivemos um aumento no volume líquido de 2.833 toneladas no ano de 2013 em relação a 2012.

Mas como todo grande projeto, houve algumas dificuldades na implantação para que fossem quebrados os paradigmas, tanto da produção quanto da manutenção devido à necessidade de mudança de cultura e hábitos dos colaboradores. Com a inserção de rotinas de limpeza e inspeção na operação, através da realização de treinamento e disseminação de conhecimento aos demais membros do time, apresentaram dificuldades, mas ao perceberem os benefícios que as ações de execução e manutenção das tarefas traziam a operação, passaram a ter um maior comprometimento e dedicação ao programa.

Embora no setor de manutenção não ter sido muito diferente, com as mudanças organizacionais, apadrinhamento das áreas e a execução das análises de falhas, foram os pontos de dificuldade e assimilação mantenedores, isso ocorreu pelo fato do mantenedor apenas executar a manutenção corretiva, sendo assim a ação do mesmo só ocorreria em caso de anomalias que vieram a gerar falhas e paradas nos equipamentos, deixando de ter uma postura preventiva.

A documentação de análises de quebras e falhas também foi alvo de resistência, devido a essa postura corretiva de anomalias, mas assim como os operadores da produção, ao verem os benefícios que aquela execução traria para o setor de manutenção, também se obteve mais comprometimento e dedicação dos mantenedores. Na execução do programa.

Com base no estudo exposto, é viável afirmar que a metodologia TPM pode

auxiliar a empresa já nas primeiras etapas, demonstrando aumento na sua eficiência global de 6,5 pontos percentuais e volume de produção de 2.833t.

## REFERÊNCIAS

**Associação brasileira de celulose e papel.** Disponível em: <<http://bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/conjuntura/CB-064.pdf>>. Acesso em: 12/09/15.

GURSKI, Carlos Alberto; Rodrigues, Marcelo. **Planejando estrategicamente a manutenção.** XXVIII Encontro nacional de engenharia de produção: Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_tn\\_sto\\_080\\_610\\_10863.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_sto_080_610_10863.pdf)>. Acesso em: 09/02/2016.

CASTRO, F.P.; ARAUJO, F.O. **Medição de Eficiência Operacional através do Indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness): Uma Proposta de Implantação no Segmento de Bebidas.** Anais do VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Niterói. 2010.

**Empresa fabricante de papel.** Disponível em: <<http://www.santher.com.br/a-santher>> acesso em: 12/09/2015.

NAKAZATO, K. **Manual de Implementação do TPM.** JIPM – Japan Institute of Plant Maintenance. 1999

SILVA, M.M; Marque, L.C; Santos, J.M; Roque, Y.M; Mota, E.B. **Um estudo sobre a implementação do TPM (Total Productive Maintenance) e seus resultados.** A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos: Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013\\_TN\\_STO\\_177\\_007\\_22969.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_177_007_22969.pdf)> acesso em: 15/02/2016.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance.** Tradução Mário Nishimura. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

SANTOS, A.C.; SANTOS, M.J. **Utilização do Indicador de Eficácia Global de Equipamentos (OEE) na Gestão de Melhoria Contínua do Sistema de Manufatura – Um Estudo de Caso.** Anais XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, PR: ENEGEP, 2007.

HANSEN, R.C. **Eficiência global dos equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros.** Porto Alegre: Bookman. 2006.

Nepomuceno, X. Lauro. **Técnicas de Manutenção Preditiva.** Volume 1 e 2. Editora Edgard Blücher, 1989. Andrioni, J Luís. **Fabricação de Papel – Máquina de Papel.** 2ª Edição. Editora Senai, 2009.

**Revista científica eletrônica de engenharia de produção.** Disponível em: <<http://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/529/815>> acesso em: 23/03/2016.

## SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMA PIZZARIA

### **Isabela Fernandes de Oliveira**

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Macaé – Rio de Janeiro

### **Julia Camila Melo Magalhães**

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Macaé – Rio de Janeiro

### **Marcelo dos Santos Magalhães**

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Macaé – Rio de Janeiro

**RESUMO:** Na manutenção de um serviço de qualidade é preciso considerar a percepção do cliente daquilo que agrega valor ao serviço fornecido. Os clientes são cada vez mais exigentes não só quanto à qualidade do serviço fornecido, mas também em relação à rapidez do mesmo. Como consequência dessa realidade, o estudo de filas tem ganhado espaço na literatura. O estudo das filas traz uma visão geral dos processos de um sistema, identificando as oportunidades de melhoria neste. Dessa maneira, o presente artigo analisou o processo de produção de pizzas em uma pizzaria no interior do Rio de Janeiro utilizando a simulação a eventos discretos no software arena. O estudo considera o número de pedidos que são feitos dado por uma distribuição normal e os tempos utilizados em cada etapa do preparo das pizzas. Após validarmos as simulações

para a presente configuração da pizzaria, observou-se que a capacidade do forno era a causa da demora nas entregas. Dessa forma, concluiu-se que a capacidade do forno deve ser aumentada em uma unidade. Os resultados do método aplicado possibilitaram a sugestão de melhorias no processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Teoria das Filas, simulação, serviços

**ABSTRACT:** To maintain a quality service is essential to take into consideration the worker's motivation and the client's perception of what is valuable to them. The clients are getting more demanding not only regarding to the quality of the services, but regarding the quickness of the service as well. As a consequence of this demands, the studies of queues are increasing in the literature. The study of queues provides an overview of the processes in a system, identifying possible improvements and opportunities in it. In this sense, the present article evaluated the production process in a restaurant in the interior of the state of Rio de Janeiro through the discrete event simulation and using the arena software. The study took into consideration the number of orders being made using a normal distribution and the time spent in each step of the process. After running the present simulation of the restaurant, it was observed that the oven's capacity was the

cause of delay in deliveries. Thus, it was concluded that the oven's capacity should be expanded by one unit. The results of the analysis made possible to give improvement suggestions regarding the process.

## 1 | INTRODUÇÃO

O século XX foi marcado por uma expansão significativa dos serviços em diversos países. Até meados da década de 1950, a indústria de transformação era a que mais se destacava no cenário político e econômico mundial. Hoje, isto não é mais verdade, pois o setor de serviços emprega mais pessoas e gera maior parcela do PIB em muitas nações. (PETRÔNIO E LAUGENI, 2005).

Esta expansão alinhada com a globalização proporcionou aos serviços de bares e restaurantes um destaque no cenário nacional. Segundo Alves e et al. (2016) o brasileiro gasta em média 25% da renda em alimentação fora do lar. Apesar da retenção do PIB nacional em 3,8 %, no ano de 2015, este segmento de serviço faturou 143,6 bilhões de reais, 10,8 bilhões de reais a mais que no ano de 2014. Este acontecimento aumentou a busca por uma gestão eficiente dos processos produtivos dos bares e restaurantes, fazendo desta área um campo potencial para aplicação das diversas técnicas da engenharia de produção, entre elas a simulação.

Segundo Prado (2014) um sistema é dito balanceado quando está adequadamente dimensionado, ou seja, os efeitos negativos do gargalo são reduzidos a um nível tolerável. Segundo este autor os gargalos são as atividades que registram o maior número de clientes em fila e existem duas técnicas para dimensionar adequadamente um sistema: a teoria das filas e da simulação. A primeira utiliza fórmulas matemáticas e a segunda um modelo representativo do sistema em um computador digital.

Neste contexto os proprietários de bares e restaurantes do município de Rio das Ostras, localizado na baixada litorânea do Estado do Rio de Janeiro, tem um grande desafio para proporcionar um serviço de qualidade a seus clientes a um custo aceitável, pois, segundo Magalhães (2011) esta foi à cidade do Brasil que mais cresceu nos últimos anos. Este fato se torna ainda mais crítico nos finais de semana, pois, a cidade tem um grande potencial turístico que eleva significativamente a demanda por este tipo de serviço.

Tendo em vista os fatos expostos, o objetivo deste trabalho é analisar o processo de fabricação de pizzas de um estabelecimento comercial, localizado na cidade de Rio das Ostras, visando à identificação dos gargalos do processo e ao dimensionamento adequado dos recursos, através de um modelo de simulação de eventos discretos desenvolvido no *software* Arena.

Este trabalho está distribuído em seis seções, incluindo esta introdução. As seções dois e três abordam a revisão da literatura e o referencial teórico. A seção quatro é o estudo de caso e a cinco a simulação do processo de produção das pizzas. A seção seis encerra o artigo com a conclusão.

## 2 | REVISÃO DE LITERATURA

Nas últimas décadas, a expansão do uso de computadores pessoais, o desenvolvimento de diversos softwares de simulação a um custo acessível e a eliminação dos riscos e dos custos de atuação direta nos sistemas difundiu o uso da técnica de simulação em diversos segmentos. Segundo Bahiana et al. (2016) o número de periódicos registrados no portal Capes relacionado à palavra chave discrete event simulation (simulação a eventos discretos) vem crescendo consideravelmente, principalmente, após os anos 2000, atingindo o ápice no ano de 2010 com mais de dois mil registros de publicação. Tendo em vista estes fatos, nesta seção serão apresentadas as contribuições de alguns trabalhos que utilizaram a técnica da simulação em diferentes áreas.

Da Silva et al. (2016) utilizaram a simulação para dimensionar o atendimento de caixa rápido de um supermercado localizado na cidade de Campo Mourão no Paraná. Os autores fizeram o estudo no horário de maior movimento do comércio onde coletaram os tempos de chegada e atendimento, determinando as distribuições estatísticas que se ajustariam a estes dados. Posteriormente, realizaram a simulação computacional variando o número de caixas de dois até oito. O resultado do estudo mostrou que quatro caixas atendem de maneira eficiente as necessidades do estabelecimento e de seus clientes, proporcionando um baixo tempo de espera na fila e uma boa utilização dos recursos.

Nunes et al. (2016) utilizaram a simulação de eventos discretos, através do software Arena, para avaliar o processo de atendimento de um salão de beleza localizado na cidade de Mossoró – RN. O salão oferece serviços relativos a cabelo, unha e depilação, havendo no local duas cabeleireiras, uma manicure e uma depiladora. O uso da simulação com os dados de chegada e atendimento obtidos no período de maior procura pelo serviço e com os recursos existentes mostrou que o gargalo do processo é o serviço de unha, e que o acréscimo de mais uma manicure reduziu significativamente o tempo de espera das clientes. O aumento da capacidade dos demais recursos não impactaria no processo.

Na área da saúde o trabalho desenvolvido por Magalhães (2006) proporcionou uma contribuição significativa para melhoria do sistema de admissão de emergência de um hospital público localizado na cidade de Niterói – RJ. No trabalho, foram apresentados dois modelos de simulação: um que representava o sistema que existia e o outro proposto pelo autor que se baseava na abordagem do acolhimento com classificação de risco em três níveis. Os resultados do modelo proposto mostraram uma redução significativa no tempo de espera dos pacientes mais graves, provando que o sistema era eficiente. Nesta área, também, destacamos o trabalho de Oliveira et al. (2010) que, utilizando simulação a eventos discretos, apresentou aos gestores da BIO-MANGUINHOS a melhor forma de gerenciar os recursos relacionados à fabricação de vacinas.

Na área de serviço público, Pereira et al. (2013) mostraram, através da simulação, que mudanças simples na forma de trabalho do setor proporcionaram uma redução de 50% no tempo dos clientes no sistema. As mudanças englobavam a alteração no procedimento de distribuição de senhas e uma reorganização no turno de trabalho sem a necessidade de modificar o arranjo físico e adquirir novos funcionários.

### 3 | REFERENCIAL TEÓRICO

Devido à aplicabilidade e a importância do uso da simulação em diversos ambientes, nesta seção serão apresentados os principais conceitos, assim como as vantagens e desvantagens da utilização desta técnica. Também serão apresentados os principais conceitos relacionados a um elemento existente em qualquer sistema: as filas de espera. Magalhães (2006) compreende a simulação como uma imitação de uma operação ou de um processo do mundo real, independente do uso de computadores. Segundo este autor, a simulação envolve a geração de uma história artificial de um sistema para análise de suas características operacionais.

Freitas Filho (2008) define que a simulação é um processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e ou avaliar estratégia para sua operação. Sistemas são conjuntos de entidades reunidas para atingir a um determinado propósito. Um sistema é, muitas vezes, afetado por mudanças que ocorrem fora do mesmo. Na modelagem de um sistema é necessário definir a fronteira entre o sistema e o seu ambiente. A modelagem consiste em representar um sistema através de um modelo com o propósito de estudá-lo (BANKS e CARSON, 1984). Segundo Freitas Filho (2008) as entidades são classificadas como dinâmicas ou estáticas. As dinâmicas são aquelas que se movem através do sistema e a estática são aquelas que servem outras entidades. Como exemplo de entidades dinâmicas, este autor cita as peças que se movem em uma fábrica e os clientes que chegam e saem da fila do caixa de um supermercado. Como estática, ele menciona uma máquina (no caso da fábrica) e o caixa do supermercado.

PRADO (2014) define a simulação como uma técnica de solução de problemas pela análise de um modelo que descreve o funcionamento de um sistema real através de um computador digital. Segundo este, os modernos programas de computador permitem construir modelos nos quais é possível visualizar na tela o funcionamento do sistema tal como em um filme. Com o uso desta técnica, os sistemas podem ser observados de uma posição privilegiada, onde diferentes cenários podem ser analisados sem causar interferência no sistema.

Para MIYAGI (2002) a simulação é vantajosa quando ela imita o sistema real com menor custo ou menor quantidade de recursos. Os dados de saída de uma simulação devem corresponder diretamente às saídas que se obteriam no sistema real. Tendo em vista este fato, este autor aponta que essa técnica possibilita que novas

políticas e procedimentos operacionais sejam estudados sem interferência direta no sistema, novos equipamentos e arranjos físicos sejam testados sem sua aquisição ou interferência direta na atividade e hipóteses sejam testadas para que seja verificada sua praticidade. Todavia, como desvantagens ele cita que a construção dos modelos requer um treinamento especial, os resultados da simulação podem ser difíceis de interpretar e, em alguns casos, a modelagem e análise da simulação podem consumir muito tempo e recursos.

De acordo com Prado (2014) uma das finalidades da simulação é a obtenção de um sistema balanceado. Um importante componente de um sistema são as filas, que também são definidas como sistemas. Portanto, um sistema balanceado é aquele em que os efeitos negativos das filas são reduzidos a um nível tolerável.

Um sistema de filas é constituído por clientes (pessoas, documentos e peças) que aguardam um serviço e por um conjunto de entidades fixas (servidores) que prestam atendimento aos mesmos. O diagrama abaixo apresenta os elementos básicos de um sistema de filas:

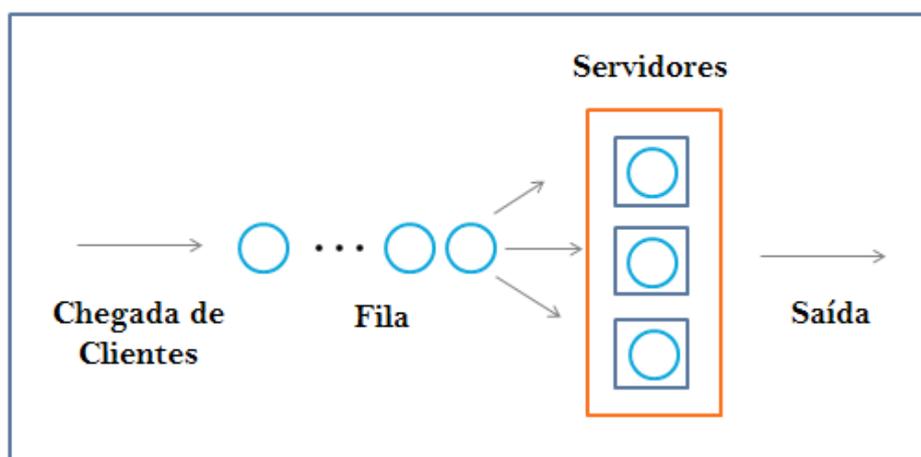


Figura 1: Elementos básicos de uma fila

De acordo com Prado (2014), os principais fatores que caracterizam um sistema de filas são clientes, tamanho da população, processo de chegada, processo de atendimento, número de servidores ( $m$ ) e a disciplina da fila. Este autor também cita que as principais estatísticas extraídas destes sistemas para a tomada de decisão são o tamanho médio e máximo da fila, tempo médio e máximo da fila, tempo médio e máximo de permanência no sistema e a taxa de utilização dos recursos.

#### 4 | ESTUDO DE CASO

A pizzaria, objeto deste estudo, é um estabelecimento comercial localizado próximo a principal rodovia da Cidade de Rio das Ostras que fica na baixada litorânea do Estado do Rio de Janeiro. Este fato proporcionou a pizzaria uma demanda considerável por seus serviços, principalmente, nos finais de semana a noite devido

ao grande fluxo de moradores e turistas no local.

A primeira etapa do estudo foi à visita ao estabelecimento, onde se observou que a produção das pizzas é dividida em duas etapas: a primeira consiste na preparação da massa e a segunda na adição dos ingredientes de cobertura e assadura as pizzas de acordo com os sabores definidos pelos clientes.

As massas de todas as pizzas são preparadas com auxílio de uma máquina em um momento único. Como o número médio de vendas por noite é em torno de dezoito pizzas, são preparadas em torno de 22 massas por noite, pois, ao contrário das coberturas, as massas não são diferenciadas. As massas que não são utilizadas em um determinado dia ficam armazenadas em um freezer para ser utilizadas em outra noite. O funcionário chega ao estabelecimento quatro horas antes do horário de funcionamento para realizar esta atividade que dura cerca de duas horas aproximadamente. Após a conclusão desta etapa, o mesmo aguarda a abertura da pizzaria para realizar a segunda etapa.

Uma vez que o estabelecimento é aberto para os clientes, se inicia a segunda parte das atribuições do cozinheiro. O processo é iniciado quando é feito o primeiro pedido. A partir deste momento, o colaborador adiciona a cobertura escolhida pelo cliente à massa e, em seguida, conduz a pizza ao forno.

Uma vez concluído o tempo necessário para que a pizza seja assada, ela é retirada do forno, fatiada e entregue ao cliente. Caso o colaborador esteja ocupado no momento em que o pedido é feito ou o forno já esteja operando em sua capacidade máxima há uma formação de fila de pedidos na atividade de adição da cobertura e assadura das pizzas.

Segundo o cozinheiro e o proprietário da pizzaria esta etapa é a mais crítica do processo de produção, pois a demanda é grande e a capacidade do forno é limitada. Tendo em vista este fato, o foco do estudo deste trabalho será na segunda etapa do processo. Esta etapa é representada no seguinte fluxograma:

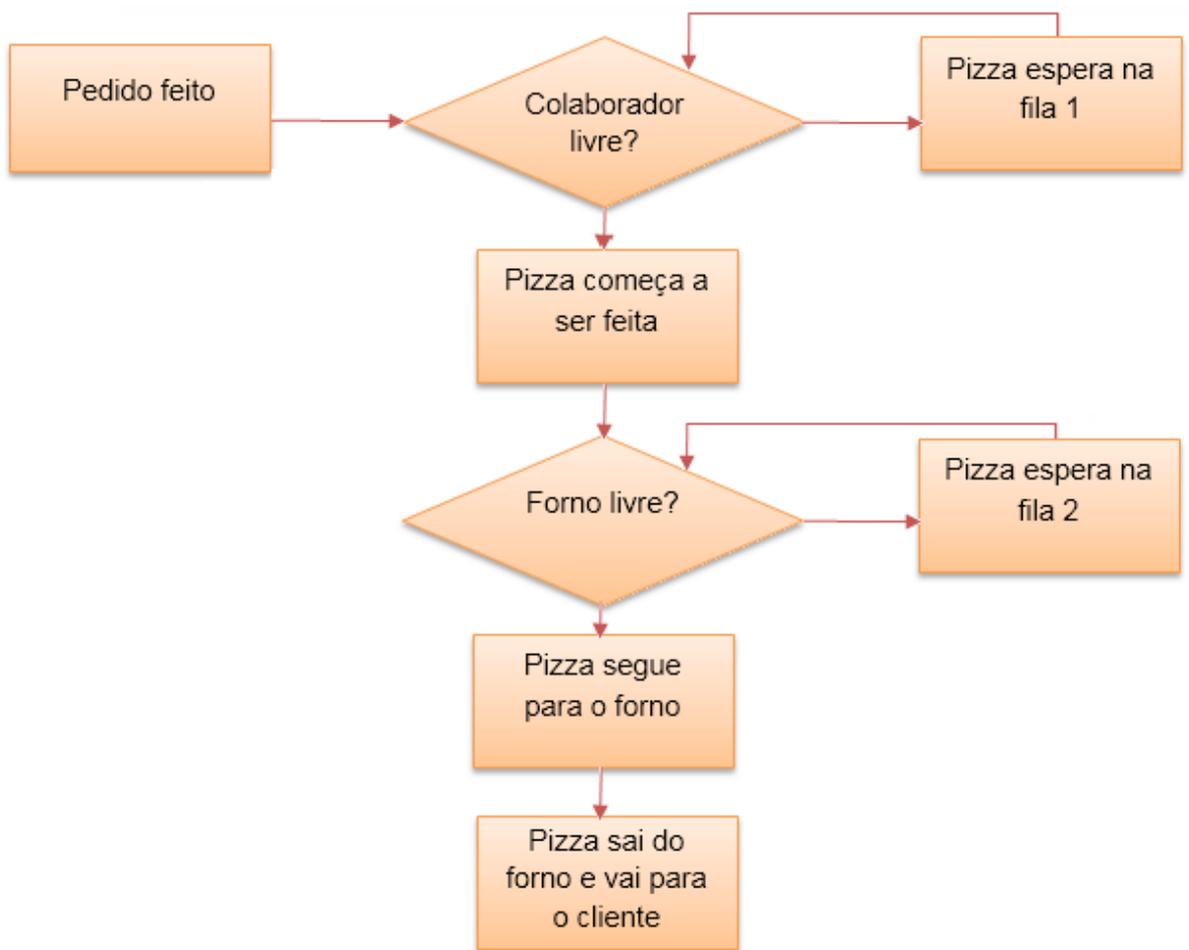


Figura 2 – Fluxograma do processo de fabricação da pizza

## 5 | SIMULAÇÃO DA SEGUNDA ETAPA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

De acordo com Chwif e Medina (2010) para que um estudo de modelagem e simulação seja bem sucedido três passos devem ser seguidos: concepção ou formulação do modelo, implementação do modelo e análise dos resultados. O modelo proposto neste artigo seguiu esta metodologia.

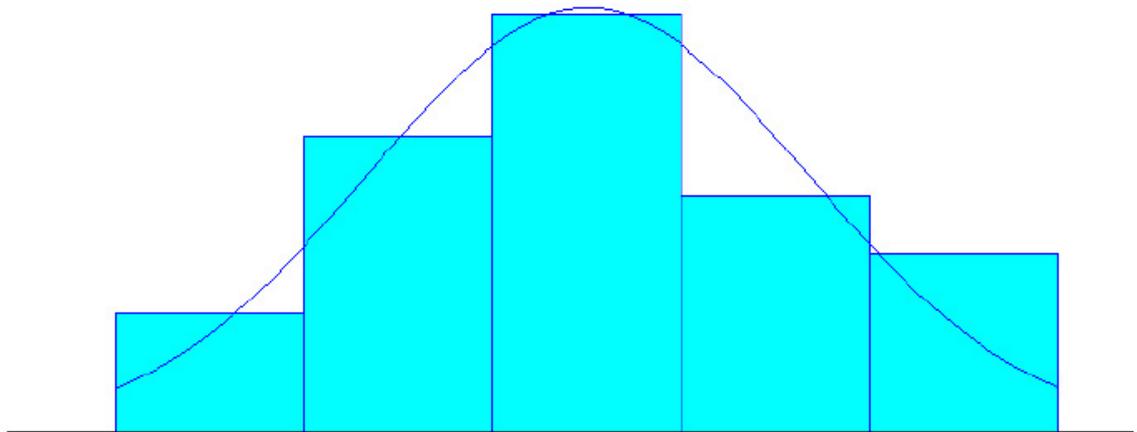
A concepção ou formulação do modelo compreende entender claramente o sistema a ser simulado, a criação de um modelo conceitual e a coleta dos dados de entrada. As duas primeiras atividades deste passo foram realizadas na seção quatro deste estudo.

A terceira atividade, coleta de dados, engloba a obtenção e o tratamento estatístico, visando à identificação da melhor distribuição de probabilidade que se ajusta aos mesmos. A coleta de dados foi realizada em um dia de grande movimento no período compreendido desde a abertura aos clientes até o término da atividade. Este período ocorreu das 18:00 às 00:00.

Os principais dados coletados foram o intervalo de tempo entre os pedidos e o tempo das atividades que constituem o processo de produção das pizzas. O primeiro grupo foi obtido através de uma cronometragem manual.

De posse dos dados obtidos na cronometragem, realizou-se o tratamento dos

mesmos através da ferramenta Input Analyzer do software Arena. Com isto, percebeu-se que estes dados se ajustam a uma distribuição normal de parâmetros ( $\mu = 167$ ,  $\sigma^2 = 71.2$ ) com erro quadrático de 0.005519. Os resultados deste tratamento são apresentados abaixo:



Sumário da Distribuição		Sumário dos Dados	
Distribuição:	Normal	Número de Pontos de Dados	= 21
Expressão:	NORM(167, 71.2)	Valor Mín nos Dados	= 15
Erro quadrático:	0.005519	Valor Max nos Dados	= 318
Teste do Chi-Quadrado		Média da Amostra	= 167
Número de intervalos	= 3	Desvio Padrão da Amostra	= 73
Graus de liberdade	= 0		
Teste Estatístico	= 0.0298	Sumário do Histograma	
P-value correspondente	< 0.005	Intervalo do Histograma	= 15 to 318
Teste de Kolmogorov-Smirnov		Número de Intervalos	= 5
Teste Estatístico	= 0.117		
P-value correspondente	> 0.15		

Figura 3: Resultado do tratamento dos dados do tempo entre pedidos.

Fonte: *Input Analyser* do Simulador Arena

Este tratamento não foi realizado para os tempos das atividades de preparo das pizzas, pois, segundo o pizzaiolo, funcionário que produz as pizzas, não há variabilidade nestes dados. Portanto, as atividades de adicionar cobertura, assar, fatiar e os respectivos tempos de deslocamento entre as estações foram ajustados a uma distribuição constante e são apresentados na tabela abaixo:

Montagem das pizzas	5.5
Transporte ao forno	1.83
Assar as pizzas	30
Transporte para a estação de fatiar	1
Fatiar as pizzas	4.5

Tabela 1: Tempo das atividades de preparação das pizzas e dos deslocamentos entre as estações em minutos.

Fonte: Própria

O segundo passo, implementação do modelo, compreende a conversão do modelo conceitual, obtido através do fluxograma do processo, para o computacional, utilizando os módulos específicos de cada simulador. Assim, prosseguiu-se para a montagem do fluxo deste processo no software Arena. Neste modelo são utilizados os seguintes módulos do Simulador Arena: create (chegada), process (atividade), station (estação), leave (saída) e dispose (finalizar).

As entidades (pedidos) e as distribuições do tempo entre chegada dos pedidos são definidas no módulo create. Os módulos station e process são usados para definir as estações e as atividades existentes nelas. Os pedidos das pizzas passam pelas estações montagem, forno e fatiar com suas respectivas atividades. Com o término deste processo, as pizzas são entregues aos clientes.

As atividades das estações montagem e fatiar as pizzas são executados pelo pizzaiolo (recurso) e a estação forno tem sua atividade executado por um forno com capacidade para duas pizzas por vez. A simulação foi feita com uma replicação de 360 minutos, equivalente ao período de funcionamento da pizzaria. O modelo codificado no Simulador é apresentado a seguir:

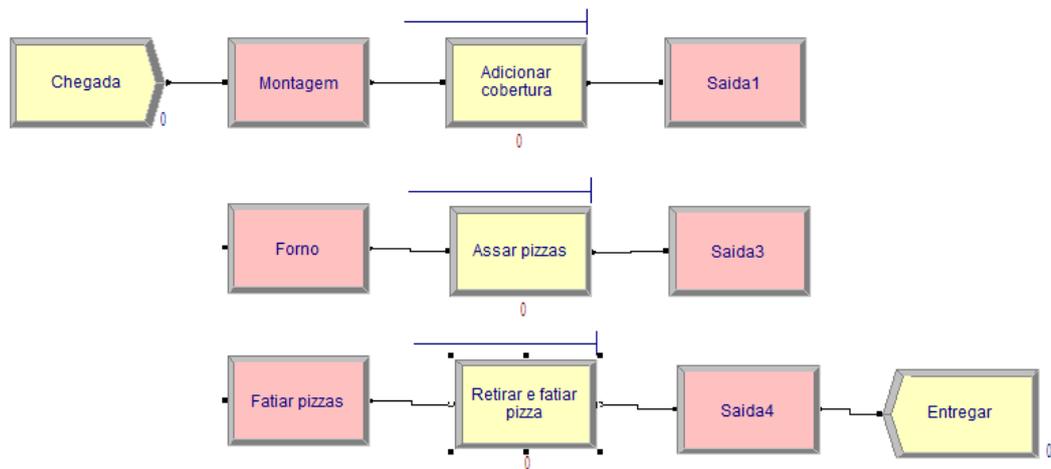


Figura 4 - Modelo do processo de fabricação das pizzas.

Fonte: Simulador Arena.

O último passo da metodologia, análise dos resultados do modelo, foi à interpretação dos relatórios gerados pelo Simulador com os parâmetros definidos anteriormente. Os resultados provenientes da simulação do software Arena são diversos. Neste artigo a análise será focada nos resultados dos tempos médios de espera e nas taxas de utilização dos recursos. Primeiramente, foi feita a simulação com as distribuições do tempo de chegada e atendimento obtidos anteriormente e com o número de recursos existente no estabelecimento, ou seja, um pizzaiolo e um forno com capacidade de duas pizzas por vez.

O resultado deste experimento mostrou que o gargalo do processo de produção das pizzas ocorre na estação Forno, pois o tempo médio de espera foi superior à

uma hora e meia (95,24 minutos). Além disso, a taxa de utilização do forno de 87,5% é considerada bastante elevada. As atividades de adicionar a cobertura e fatiar as pizzas registraram um tempo médio de espera bem menor que o gargalo (50 e 13,5 minutos) e a taxa de utilização do pizzaiolo de 55,42% indica que não há sobrecarga de trabalho deste recurso.

Uma vez identificado o gargalo, foi feita uma nova simulação mantendo as distribuições do tempo entre chegada de pedidos e atendimento dos recursos, porém com a capacidade do gargalo aumentada em uma unidade (forno com capacidade de 3 pizzas). O número do pizzaiolo foi mantido, visto que as atividades relacionadas a este recurso registraram um tempo médio de espera e taxa de utilização bem inferior ao gargalo.

Desta forma, na segunda simulação, se percebeu uma melhora significativa dos resultados referentes aos processos da estação Forno, pois o tempo médio de espera reduziu de 95,24 para 45 minutos (redução de 52,75%) e da taxa de utilização do forno de 87,5% para 58,33%. Segundo os funcionários e gestores, o elevado tempo de espera no forno se dá porque se utiliza um forno à lenha que demora mais para assar que um a gás ou elétrico. Estes resultados são exibidos nos gráficos abaixo:

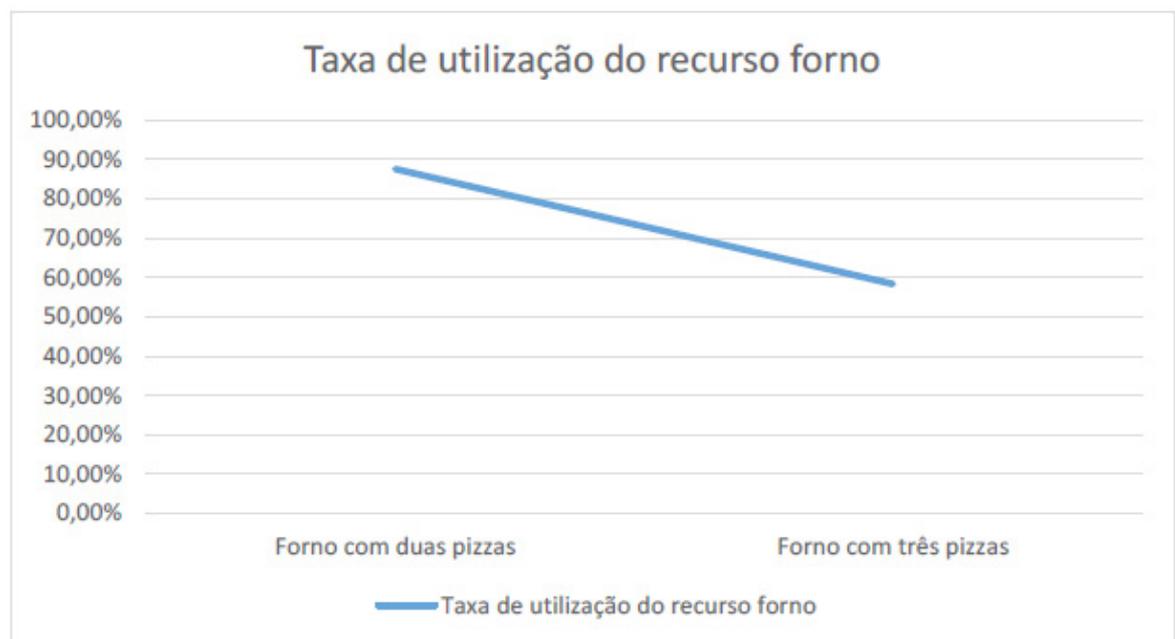


Gráfico 1 – Taxa de utilização do forno.

Fonte: Simulador Arena

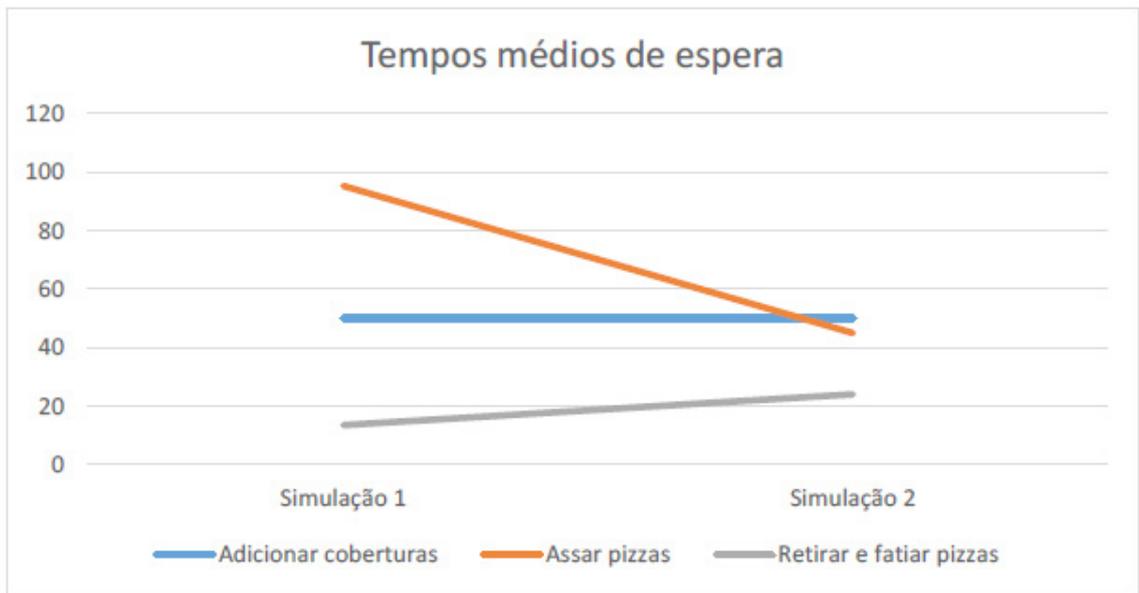


Gráfico 2 - Comparação dos tempos de espera entre as duas simulações.

Fonte: Simulador Arena

A validação do modelo conceitual e dos resultados da simulação foi feita pelos autores deste trabalho junto aos funcionários e gestores do estabelecimento, confirmando que o estudo mostrava de forma coerente à realidade da pizzaria. Além disso, o impacto na redução do tempo médio de espera do gargalo e da taxa de utilização do recurso atendeu de forma satisfatória as perspectivas dos mesmos.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A validação do modelo conceitual e dos resultados da simulação foi feita pelos autores deste trabalho junto aos funcionários e gestores do estabelecimento, confirmando que o estudo mostrava de forma coerente à realidade da pizzaria. Além disso, o impacto na redução do tempo médio de espera do gargalo e da taxa de utilização do recurso atendeu de forma satisfatória as perspectivas dos mesmos.

## REFERÊNCIAS

ALVES, M.S; SHIMOYA, A; SHIMODA, E; LISBÔA, R.T; PALMA, L.E.R.C.M. Validação de Itens de Questionário Para Avaliação no Nível de Satisfação de uma Lanchonete, segundo a Percepção dos Clientes, em Campos dos Goytacazes, R.J. In: XXIII Simpósio de Engenharia de Produção, 2016, Bauru – SP. Anais do XXIII SIMPEP.

BAHIANA, B.S; MAGNO, B.D; GROSSI, M.C.B. D; DIAS, F.C. Análise da Capacidade de Atendimento por meio da Simulação de Eventos Discretos: Melhorando a Qualidade em Serviços. In XXIII Simpósio de Engenharia de Produção, 2016, Bauru – SP. Anais do XXIII SIMPEP.

BANKS, J; CARSON, J. Discrete – Event System Simulation. Prentice – Hall International series in Industrial and System Engineering. New Jersey. Prentice Hall, 1984.

CHWIF, L; & MEDINA, A.C. Modelagem e Simulação de Eventos Discretos – Teoria e Aplicação. 3ª

Edição. São Paulo. Editora do Autor, 2010.

DA SILVA, V.L; KOZECHEN, A.P; FERREIRA, J; DE OLIVEIRA, G.D; MORAIS, M.F. Emprego da Simulação Computacional para Análise do Sistemas de Filas nos Caixas de um Supermercado. In XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2016, João Pessoa – PB. Anais do XXXVI ENEGEP.

DE OLIVEIRA, M.J. F; VALENÇA, A.P; DE PAULA LIMA, L.M; KAGAMI, M.T. N; GARCIA, L.C. Simulação do Fluxo Produtos Utilizados na Manufatura de Vacinas na BIO-MANGUINHOS. In: Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha, 2010, Rio de Janeiro-RJ. Anais do SPOLM.

FREITAS FILHO, P.J. Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena. 2ª edição. Florianópolis – SC. Visual Books, 2008.

MAGALHÃES, M.S. Simulação do Sistema de Admissão de Emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro – RJ, 2006.

MAGALHÃES, M.S. Dimensionamento do Número de Analistas de Processos Utilizando Simulação: Um

## SIMULAÇÃO NUMÉRICA PARA MINIMIZAR DEFEITOS NO PROCESSO DE FUNDIÇÃO DOS METAIS

### **Valcir Marques de Menezes**

FAHOR (Faculdade Horizontina), Engenharia Mecânica, Horizontina – Rio Grande do Sul

### **Sirnei Cesár Kach**

FAHOR (Faculdade Horizontina), Engenharia de Produção, Horizontina – Rio Grande do Sul

### **Joici Cristiani de Souza**

FAHOR (Faculdade Horizontina), Ciências Econômicas, Horizontina – Rio Grande do Sul

### **Rafael Luciano Dalcin**

UFRGS Curso de Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus do Vale, Porto Alegre, RS

**RESUMO:** nos últimos anos, as indústrias de fundição têm sofrido grandes mudanças quanto ao aumento de produtividade, diminuição de índices de refugo e especificações das propriedades físicas e mecânicas das peças. Com a exceção dos produtos produzidos por técnicas de metalurgia do pó, todas as peças e componentes metálicos durante a sua manufatura passam pelo menos uma vez pelo processo de fundição. O processo de fundição de metais é de grande complexidade, onde muitas variáveis influenciam diretamente nas características finais do produto. Este artigo tem como objetivo solucionar a falha, denominada porosidade, ocorrida em peças

fundidas, através da utilização de um software de simulação numérica voltado para o processo de fundição de metais. As simulações realizadas neste trabalho juntamente com as alterações feitas no ferramental de fundição possibilitaram a eliminação do problema de porosidade, garantindo a produção de novos lotes de peças sem o surgimento de novas falhas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Processo de fundição, Simulação numérica, Porosidade.

**ABSTRACT:** In recent years, foundry industries have undergone major changes in terms of increased productivity, decreased in scrap rates and specifications of the physical and mechanical properties of the parts. With exception of product produced by powder metallurgy processes, all parts and metallic content during their manufacturing go through a foundry process at least once. The process of foundry metals is of great complexity, where many variables directly influence the final characteristics of the product. This paper aims to solve the failure, called porosity that occur in foundry parts, trough use a numerical simulation software for foundry processes. The simulations carried out in this research together with the changes made in casting tooling allowed to eliminate the porosity problem, ensuring the production of new part batches without the emergence of new failures.

**KEY WORDS:** Foundry process, Numerical

simulation, Porosity.

## 1 | INTRODUÇÃO

A manufatura de peças através do processo de fundição representa o menor caminho entre a matéria prima e o produto final, sua importância na economia da indústria nacional se confirma perante dados da ABIFA (2018) que informam que a indústria brasileira de fundição empregou cerca de 53.128 trabalhadores, sendo só na região sul 19.859 empregados, com uma produção de 160.746 toneladas de ferro fundido. Destas 36.644 toneladas foram destinadas à exportação no qual se obteve um faturamento de cerca de US\$ 83.555.400 no mês de março de 2018.

A engenharia assistida por computador abrange uma grande variedade de programas de computador que auxiliam na tomada de decisões desde as análises físicas mais básicas de um produto até a sua produção em larga escala. Dentre as principais aplicações destes softwares pode-se citar a redução do tempo de desenvolvimento de produtos e a melhora no desempenho de componentes ou de seu processo de fabricação, onde para se obter resultados satisfatórios se faz indispensável a capacidade de transformar componentes em um modelo computacional adequado (IDAGAWA, 2013).

No presente estudo, configura-se como objeto de estudo o problema em um item que possui alto índice de reprovação, devido ao surgimento de falhas no material fundido, classificadas como porosidade. Dentre os fatores que podem causar o seu surgimento chama-se atenção para o mau dimensionamento do sistema de alimentação. Desta forma, o objetivo do trabalho é identificar o motivo do surgimento destas falhas e realizar as alterações necessárias para eliminar este defeito.

## 2 | DESENVOLVIMENTO E DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS

### 2.1 Referencial teórico

#### *2.1.1 Fundição generalidades*

A fundição parte do aquecimento do material a fim de transformá-lo em estado líquido, após este é transferido para uma cavidade a qual permanecerá até a sua solidificação onde irá assumir a forma da mesma. Esta cavidade é denominada molde que pode ser expansível ou molde de areia, também o permanente ou molde metálico (BOLJANOVIC, 2009).

#### *2.1.2 Porosidade*

Porosidade são pequenas cavidades de aspecto rugoso que surgem durante a

solidificação na forma de macroporosidades ou microporosidades, ambas ocorrem devido às contrações que o metal sofre no estado líquido e de solidificação. Normalmente estas falhas estão localizadas nas últimas regiões da peça a se solidificar (GARCIA, 2001).

A Figura 1 representa a característica de uma macroporosidade causada pelo mau dimensionamento do sistema de alimentação, onde ao final do processo de solidificação ocorre a formação de um poro devido a contração volumétrica do metal durante o processo.



Figura 1: Característica da falha (Porosidade).

Fonte: Os autores, 2018.

### *2.1.3 Simulação numérica do processo de fundição de metais.*

A simulação é um processo com base computacional para definição de um modelo de resultado em um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação aplicada na resolução de alguma demanda (MENDEZ, 2009 *apud* PEGDEN, 1990).

A simulação permite a análise de diferentes cenários e configurações de um modelo. O suporte recebido pelos diferentes métodos de simulação, auxiliam com maior precisão na tomada de decisões em projetos. Com base nisso tem-se um aumento de maneira significativa a competitividade das empresas que fazem o uso desta tecnologia, pois a efetividade sobre os resultados é maior por consequência (VIEIRA, 2006).

O uso de simulação numérica no processo de fundição de acordo com Oliveira e Galhardi (2016) teve suas primeiras tentativas no ano de 1970, nesta época, o método não foi bem recebido pelos profissionais, que alegavam já estar produzindo seus produtos com a maior qualidade possível e não precisarem de computadores para identificar os maiores desafios de um projeto. Contudo, atualmente a simulação numérica passou a ser reconhecida como uma ferramenta de suma importância no processo de fundição, sendo utilizada no desenvolvimento de produtos e na otimização de processos.

Oliveira e Galhardi (2016) ainda destacam que as principais vantagens relacionadas com a utilização de simulações em processos de fundição são: melhoria

da qualidade final dos produtos, redução do índice de refugo, aumento do rendimento metálico, redução do número de testes para a aprovação de um item fundido e o fornecimento de uma base científica e documentada para a garantia da qualidade e a certificação.

#### 2.1.4 MAGMA<sup>5</sup>

O MAGMA<sup>5</sup> é uma ferramenta de simulação numérica desenvolvida pela empresa alemã MAGMA<sup>5</sup> *Gießereitechnologie<sup>1</sup>GmbH* que tem como objetivo melhorar a qualidade do processo de fundição, além de reduzir custos de produção. A integração do software em ambientes CAE (engenharia assistida por computador) proporciona o conhecimento sistemático de todas as variações e dependências do processo de fabricação, além de possibilitar a avaliação de riscos por meio da validação virtual de acordo com os requisitos do produto antes da aprovação do projeto (MAGMA, 2017).

Para a realização dos cálculos, o MAGMA<sup>5</sup> faz o uso do método de volumes finitos, as equações aproximadas são obtidas a partir da integração de equações diferenciais em um volume de controle de geometria conhecida, utilizando um conjunto de malhas estruturadas (VAZ, 2015).

O software pode realizar simulações de diferentes materiais, entre eles: Alumínio, cobalto, cobre, ferro, aço, magnésio, níquel, zinco entre outras ligas. Quanto aos processos, este atua nas áreas de fundição em areia, moldes permanentes e por injeção. O mesmo ainda possui um módulo exclusivo para simulações de confecção de machos. O MAGMA<sup>5</sup> ainda conta com um sistema de simulação baseado em DoE (*Design of Experiments*) que seria a realização de simulações de maneira automática a partir de restrições e objetivos designados pelo usuário, estes podem ser referentes ao processo, como por exemplo: variações na composição química, temperatura, tempo de desmoldagem, entre outros; ou geométricos como a área destinada ao fluxo do metal dentro da cavidade do molde. Os resultados gerados podem ser analisados de forma sistêmica com o auxílio de diversas ferramentas de avaliação, nos quais incluem tabelas, gráficos e diagramas. A interface do software em seu ambiente de resultados pode ser visualizada na Figura 2.

---

1. *Gießereitechnologie*: Tecnologia de fundição

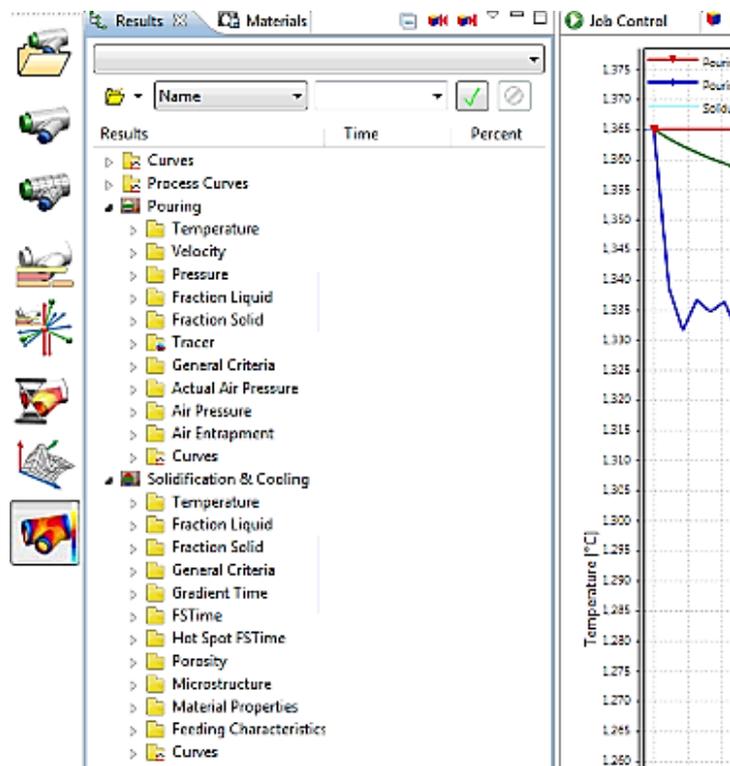


Figura 2: Interface do Software MAGMA<sup>5</sup> – Ambiente de resultados.

Fonte: Os autores, 2018.

### 2.1.5 Malha computacional

A malha computacional é uma representação do plano físico utilizado na simulação numérica. Ela é composta por linhas e pontos, estes pontos, onde as linhas se interceptam servem como orientação para os cálculos de propriedades físicas baseados em modelos matemáticos (MALISKA, 1995).

Conforme Amaral (2016) para gerar uma malha computacional de boa qualidade deve-se inicialmente importar a geometria CAD, examiná-la, e se necessário repará-la. Gerar uma malha preliminar para inspecionar a discretização. Realizar os ajustes necessários para melhorar a malha ou gerar refinamentos localizados no domínio e por fim, gerar a malha final.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Hardware utilizado

O hardware utilizado para a realização das simulações possui processador: Intel® Xeon® CPU E5-1620 0 @ 3.60GHz 3.60 GHz; memória RAM: 32GB; e placa de vídeo: NVIDIA® Quadro® M2000 – 4GB GDDR5.

### 2.2.2 Geometria e malha computacional

No presente estudo as geometrias foram modeladas no software Solidworks e

importadas para o MAGMA<sup>5</sup>. Uma vez representada a geometria do sistema realiza-se a identificação de cada componente do mesmo. Durante a geração da malha buscou-se descrever a geometria do item, componentes do sistema, para adquirir resultados mais precisos com as simulações, conforme identificação na Figura 3.

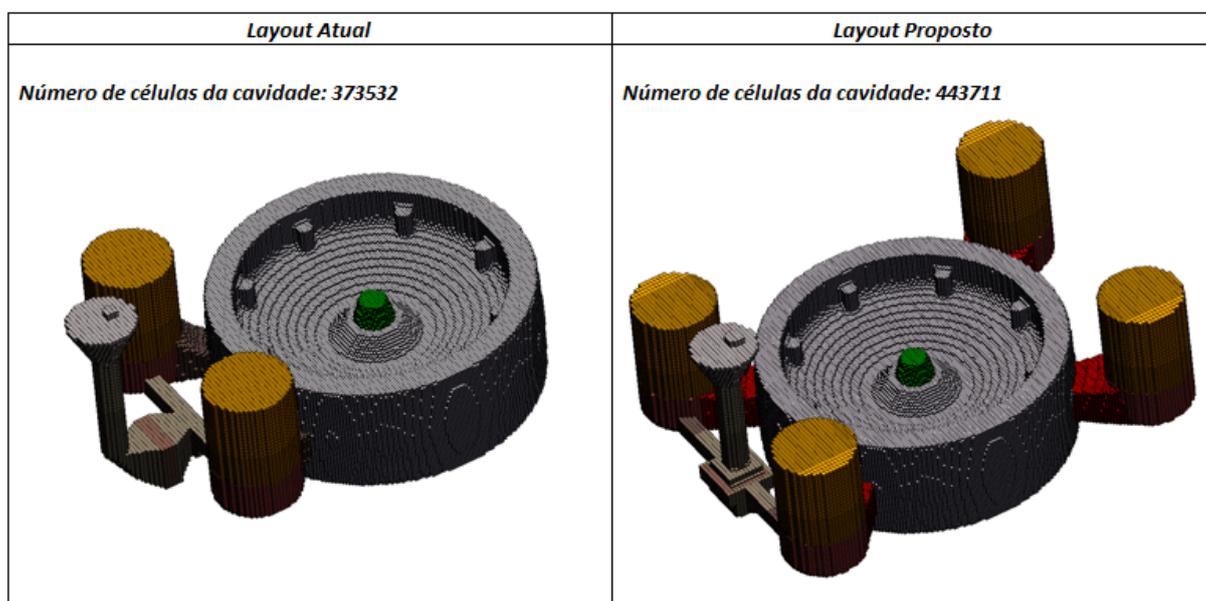


Figura 3: Malhas geradas para a realização das simulações.

Fonte: Os autores, 2018.

Com uma boa representação dos sistemas, os resultados obtidos com as simulações se tornam mais assertivos quanto ao que acontece na prática. Os números de elementos por cavidade estão diretamente ligados com o tempo de cálculo durante as simulações.

### 2.2.3 Definições

Após a conclusão da malha são inseridas informações sobre os materiais, coeficientes de transferência de calor entre componentes, tempos de cada etapa do ciclo, dentre outras condições de contorno. O item em análise é manufaturado em ferro fundido GJS-400, este material possui uma matriz predominante ferrítica e grafita nodular. Com o objetivo de manter uma boa correlação entre a simulação e a prática, foi utilizado a composição da Tabela 1, esta composição foi definida através de um ensaio de espectrometria. A temperatura inicial de vazamento foi 1380°C.

Composição química (%)						
C (Carbono)	Ce (Cério)	Cr (Cromo)	Cu (Cobre)	Mg (Magnésio)	Mn (Manganês)	Mo (Molibdênio)
3,42	0,0087	0,029	0,025	0,031	0,338	0,0009
N (Nitrogênio)	Ni (Níquel)	P (Fósforo)	S (Enxofre)	Sb (Antimônio)	Si (Silício)	Sn (Estanho)
0	0,01	0,02	0,0043	0	2,17	0,0045

Tabela 1: Composição química utilizada para o processo de simulação numérica.

Fonte: Os autores, 2018.

Todas as versões simuladas do item fazem uso de massalotes com luvas exotérmicas, estas possuem a função de manter os massalotes quentes por um maior intervalo de tempo durante a solidificação, suas propriedades podem ser visualizadas na Tabela 2.

Propriedades das luvas exotérmicas		
Temperatura de ignição	600	°C
Tempo de queima	1000	S
Calor gerado	1000000	J/kg
Permeabilidade	50	Cm <sup>3</sup> /min

Tabela 2: Propriedades das luvas exotérmicas utilizadas no processo de simulação.

Fonte: Os autores, 2018.

Referente ao molde de areia verde utilizado, suas propriedades são definidas da seguinte maneira: temperatura inicial de 32°C, permeabilidade do molde de 120 cm<sup>3</sup>/min e uma umidade percentual de 4%.

#### 2.2.4 Perspectiva de simulação e resultados

A perspectiva de simulação consiste na simulação numérica propriamente dita, que é a parte onde o processador do programa irá realizar os cálculos com base nos dados informados anteriormente. A última fase de uma simulação consiste em avaliar os dados calculados na área de perspectiva de resultados. A interface do software mostra os resultados via imagens do sistema simulado e a sua avaliação pode ser realizada com a assistência de gráficos, tabelas e escalas. O software é capaz de exibir mais de trinta resultados diferentes, onde é possível prever potenciais defeitos, bem como identificar sua origem, os mesmos também podem ser utilizados para realizar comparativos entre diferentes versões, evidenciando suas diferenças. No entanto, para a avaliação da tendência de porosidade não é necessário a utilização de todos os resultados gerados.

Os seguintes resultados das simulações foram utilizados nas análises:

- Fração de líquido (*fraction Liquid*): Permite a visualização de metal líquido no intervalo de solidificação assim como o seu comportamento e os caminhos de alimentação;
- Porosidade (*Porosity*): Demonstra as porosidades geradas pela contração do metal durante a solidificação, assim como o seu tamanho e intensidade, permitindo identificá-las como primárias ou secundárias.

### 2.3 Resultados e discussão

A primeira simulação realizada foi referente ao sistema de alimentação utilizado



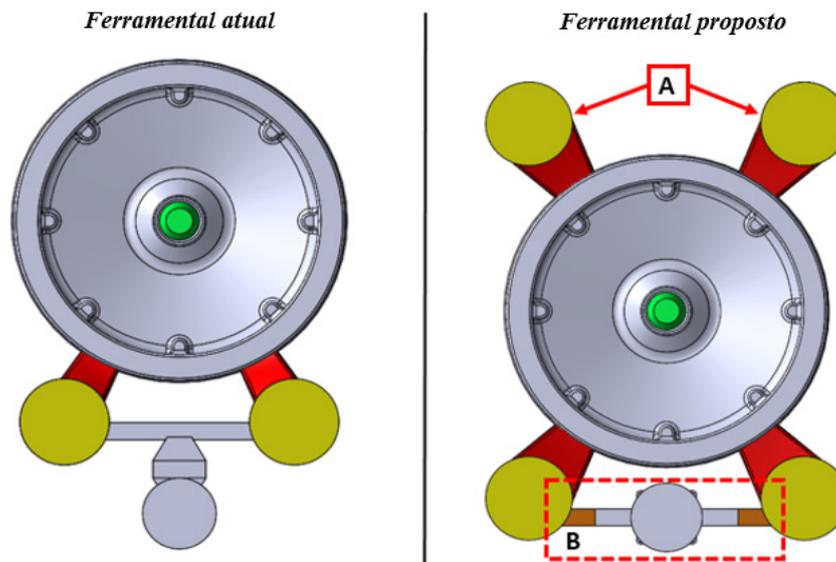
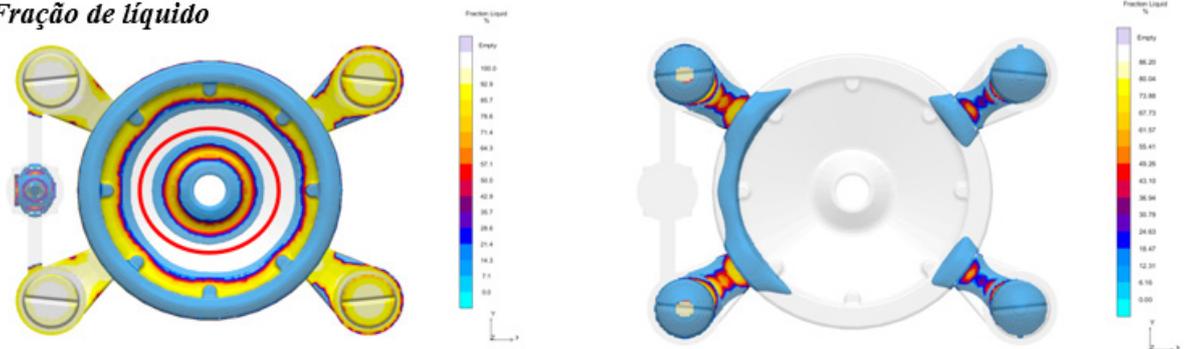


Figura 5: Ferramental de fundição atual e proposto.

Fonte: Os autores, 2018.

Com as alterações realizadas executou-se uma segunda simulação referente ao ferramental de fundição proposto. Na Figura 6, ainda pode ser visualizado um isolamento de massa líquida na região central do item, que ocorre devido a geometria da peça. Porém, a solidificação da região externa do item se demonstrou direcionada para os massalotes, o que impediu a ocorrência de isolamentos de massa líquida na região. No caso de ocorrer isolamento de fração líquida, a possibilidade de falha aumenta pois em função da contração natural do metal, este ponto ao não ter suporte de um massalote, pode vir a formar uma porosidade.

### *Fração de líquido*



### *Porosidade*

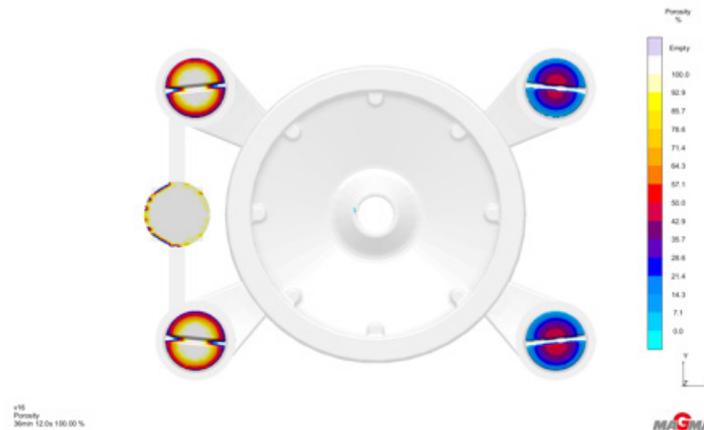


Figura 6: Resultado de solidificação do ferramental proposto.

Fonte: Os autores, 2018.

O resultado de porosidade da simulação realizada com o ferramental proposto, Figura 6, demonstram a região externa da peça isenta de falhas e uma pequena tendência a defeito na região central do item. Muitas vezes esta tendência ocorre em função da distância entre os canais de ataque dos massalotes. A fluidez do metal por vezes é comprometida pela distância, temperatura e a própria composição química que depende do percentual de silício, onde quanto mais elevado for, menos denso fica o metal. Após as simulações concluídas, realizou-se as alterações necessárias no ferramental e foi manufaturado um lote teste do item onde nenhuma peça apresentou o defeito porosidade, o qual vinha ocorrendo com a utilização do antigo ferramental.

## CONCLUSÃO

Por meio dos resultados das simulações numéricas apresentados neste trabalho conclui-se que o processo de fundição de metais é de grande complexidade, onde muitas variáveis influenciam diretamente nas características finais do produto. Estas variáveis podem ser de diferentes fontes, pois sofrem interferências desde o cálculo de canais, temperatura e composição. Além disso a própria umidade da areia, compactação e tempo de vazamento geram fatores prejudiciais. A aplicação de simulações numéricas na melhoria do desempenho de um processo de fabricação, possibilitou a eliminação do defeito decorrente do produto. Um lote piloto foi manufaturado e não se constatou o defeito de porosidade em nenhum item do mesmo.

Com a aplicação da tecnologia de simulações numéricas em sistemas industriais, as empresas podem reduzir seu índice de não conformidade, otimizar seu processo de fabricação e reduzir o tempo aplicado no desenvolvimento de projetos. A utilização adequada de softwares de simulação proporciona significativa vantagem estratégica e abre novas possibilidades para fundições com potencial sucesso econômico.

Na simulação é de extrema importância a fidelidade de informações relacionadas ao projeto do ferramental, escolha da malha e identificação correta da aplicação dos canais de ataque. Entende-se desta forma que a precisão e o detalhe na definição de todos os requisitos de preparação para simulação são o diferencial para um ótimo resultado. Planejar e organizar de forma efetiva e mais precisa possível é relevante a se obter um excelente resultado na simulação numérica do processo de fundição.

## REFERÊNCIAS

ABIFA, Índices setoriais: **Desempenho do setor de fundição março/2018**. São Paulo, 2018. Disponível em: <[www.abifa.org.br/wp-content/uploads/2018/04/03-MARCO2018.pdf](http://www.abifa.org.br/wp-content/uploads/2018/04/03-MARCO2018.pdf)>. Acesso em 01 maio. 2018.

AMARAL, L. **Preparação de modelos para geração de malhas**. Disponível em: <<http://www.esss.com.br/blog/2016/05/preparacao-de-modelos-para-geracao-de-malhas/>>. Acesso em: 16 ago 2017.

BOLJANOVIC, V. **Metal shaping processes**: Casting and molding; Particulate processing; Deformation processes; and metal removal. New York: Industrial Press, 2009.

GARCIA, A. **Solidificação**: Fundamentos e aplicações. São Paulo: UNICAMP, 2001.

IDAGAWA, H. S. **A importância do engenheiro no desenvolvimento de simulações computacionais**. Publicado em 01/2013. Disponível em: <<http://www.revistaintellectus.com.br/DownloadArtigo.ashx?codigo=269>>. Acesso em 13 ago. 2017.

MAGMA. **Reliable Castings and Robust Quality for Designers and Supply Chain Experts**. Disponível em: <<https://www.magmaflow.com/en/engineering/castingbuyer/>>. Acesso em 17 ago 2017.

MALISKA, C. R. **Transferência de Calor e Mecânica dos Fluidos Computacional**: Fundamentos e coordenadas generalizadas. Rio de Janeiro: LTC, 1995.

MENDEZ, T. **Simulação numérica**: O que é e para que serve. Disponível em: <[http://www.ifsc.usp.br/~lattice/oldlattice/minicurso\\_fiscomp.pdf](http://www.ifsc.usp.br/~lattice/oldlattice/minicurso_fiscomp.pdf)>. Acesso em 05 ago. 2017.

OLIVEIRA, R. J.; GALHARDI, A. C. **Simulação numérica e a fundição de metais do Brasil**. São Paulo: Centro Paula Souza, 2016.

VAZ JÚNIOR, M. **Introdução ao método de volumes finitos**. 5. ed. Joinville: LAMEC, 2015.

VIEIRA, G. E. **Uma revisão sobre a aplicação de simulação computacional em processos industriais**. In: XIII SIMPEP. Bauru, São Paulo, 2006.

## O USO DO *SOFTWARE* DE SIMULAÇÃO ARENA PARA ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE BLOCOS PRÉ-MOLDADOS.

**Edson Tetsuo Kogachi**

Universidade Federal do Vale do São Francisco  
Petrolina - Pernambuco

**Allan José Gonçalves Dias**

Universidade Federal do Vale do São Francisco  
Petrolina - Pernambuco

**Henrique Leão Barbosa**

Universidade Federal do Vale do São Francisco  
Petrolina - Pernambuco

**Luana Regina Gonçalves dos Santos**

Universidade Federal do Vale do São Francisco  
Petrolina - Pernambuco

**RESUMO:** Este artigo apresenta um estudo do uso do software Arena no processo produtivo da CPC – Construção de pré-moldados de Concreto. Buscou-se mensurar a capacidade produtiva de blocos pré-moldados, níveis de utilização e ociosidade dos colaboradores a partir da modelagem e simulação computacional propondo melhorias no processo. Após validação dos resultados virtuais do modelo, foi proposto um novo cenário para a empresa em busca do aumento da produção de blocos. Concluído que apenas redistribuindo as tarefas entre os operadores foi possível projetar um aumento da capacidade produtiva em 23% sem crescer o número de operários.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelagem, Pré-

moldado, Simulação, Arena.

**ABSTRACT:** This article presents a study about the use of Arena software in the production process of CPC – Construção de Pré-moldados de Concreto. We attempted to measure the productive capacity of pre-molded blocks, levels of utilization and idleness of the employees from the modeling and computational simulation proposing improvements in the process. After validating the virtual results of the model, a new scenario was proposed for the company in search of the increase of block production. It was concluded that only by redistributing the tasks among the operators was it possible to project an increase in production capacity by 23% without increasing the number of workers.

**KEYWORDS:** Modeling, Precast, Simulation, Arena.

### 1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de ferramentas que possibilitaram a industrialização da construção civil ocupou uma lacuna importante nas prioridades das organizações que buscaram se estruturar e tomar posse de janelas de mercado que surgiram ao longo do tempo. O setor da construção civil na região Nordeste passou recentemente por momentos de crescimento

com o aumento da participação do governo no incentivo ao desenvolvimento da região. Dessa forma, o número de oportunidades e projetos para as empresas desse setor cresceu, exigindo que o setor se estruturasse e a função produção se solidificasse cada vez mais.

Dentro deste contexto insere-se a simulação dos processos produtivos que tem se tornado uma das mais populares técnicas para analisar problemas complexos na indústria. De acordo com Harrel et al. (2000) simulação é a imitação de um sistema real, modelado computacionalmente, para avaliação e melhorias no desempenho deste sistema. Já para Montevechi et al. (2007) simulação é a importação da realidade para um ambiente controlado, onde seu comportamento pode ser estudado sob diversas condições, sem riscos físicos ou altos custos.

Chwif (2006) propõe três fases para a condução de um projeto de simulação: a concepção, a implementação e a análise dos resultados do modelo. De acordo com o autor, na primeira fase o analista de simulação deve entender claramente o sistema a ser simulado, decidir qual é a abrangência do modelo e o nível de detalhe, para enfim transformar o modelo abstrato (na mente do analista) em modelo conceitual através de uma técnica apropriada de representação desse modelo. Atualmente sabe-se que a simulação envolve muito mais que a simples construção de um programa, sendo esta atividade apenas uma, dentre as inúmeras atividades inseridas no estudo.

Em consonância ao exposto, este trabalho também promove uma maior compreensão e divulgação, tanto no meio acadêmico quanto no âmbito empresarial, do uso da simulação computacional como ferramenta de apoio a tomada de decisão, e de como o *software* de simulação Arena pode ser um recurso efetivo a ser utilizado em uma empresa de Pré-moldados.

O objetivo geral desse trabalho foi propor melhorias que venham aumentar a produtividade e eficiência da empresa mediante a aplicação das ferramentas de modelagem e simulação computacional que auxilia os gestores na tomada de decisão a custos baixos e sem interferir no sistema real.

Especificamente foram mapeados em fluxograma o processo produtivo da empresa CPC Pré-Moldados, coletado e trabalhado os dados de entradas, deslocamento e saída, validado a modelagem virtual e proposto alternativas de melhorias na produção.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Simulação

Segundo Harrel (2000), em um mundo cada vez mais competitivo, a simulação se tornou uma ferramenta muito poderosa utilizada no planejamento, projeto e controle de sistemas. A mesma antes vista como “último recurso” passou a ser vista como uma metodologia indispensável para a solução de problemas nos processos industriais, pois permite também experimentar no computador em curto espaço de tempo, modelos do

seu sistema propiciando alternativas de tomada de decisão mais acertivas e baseadas em metodologia científica.

Já para Andrade (1989) existem diversas razões para justificar o uso da simulação, entre elas, destacam-se:

- estudo de algumas variações no ambiente, verificando os efeitos causados em todo o sistema;
- observação e experimentação de complexas interações internas de um dado sistema;
- exige pouca matemática complexa, podendo ser intuitivamente mais fácil de compreender;
- permite incluir as complicações do sistema real;
- permite um teste para traçar novas políticas e regras de decisão para a operação de um sistema, antes de testá-lo no sistema real.

Uma das opções de *software* para simulação de processo produtivo de eventos discretos é o Arena. Não há a necessidade de escrever códigos ou comandos para poder modelar o sistema, pois este utiliza um ambiente gráfico e integrado, no qual o usuário tem acesso à animação, análise estatística e de resultados dos dados inseridos no programa, de forma que, possa simular a realidade da maneira mais próxima possível.

## 2.2 Simulação e otimização

Os resultados de uma simulação e da otimização permitem encontrar as formas desejadas para solucionar os problemas da empresa. De acordo com Law e Kelton (2000), o uso mais comum e difundido da simulação, ainda se dá, para desenhar e otimizar os processos de manufatura. E ainda se pode dizer que a simulação é mais utilizada nesses processos do que em qualquer outro ao redor do mundo.

Ainda segundo os mesmos autores, o melhor benefício do uso da simulação no ambiente de uma fábrica se dá pela possibilidade de se enxergar o todo, isto é, permitir que um engenheiro enxergue todo o sistema ainda que uma alteração tenha sido feita em somente um determinado local ou máquina. A mudança pontual pode ser previsível no local, porém sua repercussão no resto do sistema pode ser bem maior. As conclusões quando analisado o todo, são mais exatas e confiáveis.

Ao tratar da simulação associada à otimização Fu (2010) explica que as duas teorias eram mantidas separadas “fisicamente”, até o começo do Século XXI. Nesse recente período, a otimização vem sendo encontrada conjuntamente nos *softwares* de simulação.

## 2.3 Cronoanálise (estudos dos tempos)

A cronoanálise é uma técnica logística que lida com o tempo necessário para a conclusão dos processos de uma empresa. Tem sua origem fortemente atribuída

aos trabalhos feitos por Frederick Taylor e Frank Bunker Gilbreth. O primeiro focou o estudo de tempos com a decomposição das operações em elementos e a avaliação do ritmo do operador, o segundo focou o estudo detalhado dos movimentos, criando tabelas com o nome de cada movimento, no intuito de otimizar a execução de uma operação escolhendo-se os movimentos mais simples, de menor fadiga e com maior valor de trabalho agregado.

Frederick Taylor tinha como objetivo evitar conflitos entre interesses dos trabalhadores e da empresa e Frank Gilbreth em substituir movimentos longos e cansativos por outros curtos e menos fatigantes. O esforço destes dois cientistas formou os fundamentos da Administração Científica, também conhecida como Cronoanálise, Tempos e Métodos ou mesmo Métodos e Processos.

Para Moreira (2011) o estudo de tempos é medir o trabalho, ou seja, determinar o intervalo de tempo que uma operação leva para ser completada. Para cada operação defini-se um tempo padrão, que é obtido após uma série de considerações, tanto sobre o operador como sobre o método de trabalho seguido, a cronometragem das operações proporciona simulações e comparações que tenha o objetivo de definir possíveis melhorias ou adaptações do processo produtivo.

## 2.4 Ramo Pré-Moldado de Concreto

A evolução da construção civil é caracterizada por uma diversidade de métodos e tecnologias e está diretamente ligada a sua industrialização, isso é visto a partir dos objetivos de produtividade, qualidade e grande busca por espaço. Ligado a isso surge o pré-fabricado de concreto, com sua qualidade, durabilidade, com menos desgastes a natureza, flexibilidade, facilidade de manuseio, transporte e montagem.

Alinhado aos objetivos de produtividade, Segundo Khalil (2000), o emprego do concreto pré-moldado apresenta duas diretrizes. Uma aponta para a industrialização da construção e a outra para a racionalização da execução de estruturas de concreto. Ainda de acordo com o mesmo autor, embora o concreto pré-moldado tenha acompanhado a evolução da tecnologia do concreto do final do século XIX até o início da Segunda Guerra Mundial, seu desenvolvimento é geralmente relacionado com o grande impulso no quarto de século que se seguiu à Segunda Guerra Mundial.

Já para Vasconcellos (2002), a primeira notícia que se tem de uma obra grande com a utilização de elementos pré-moldados no Brasil refere-se a execução do Hipódromo da Gávea, no Rio de Janeiro. Essa obra foi realizada por uma empresa dinamarquesa, CHRISTIANI-NIELSEN onde foi utilizado um cimento dinamarquês Aarlborg, de endurecimento rápido, de 3 dias ao invés de 28.

Dessa forma o uso dos pré-fabricados de concreto junto à mecanização da construção civil promoveu, também no Brasil, um aumento na qualidade nos canteiros de obra. Além disso, a mecanização na fabricação, armazenagem e transporte trouxe qualificação da mão de obra, maior seleção nos materiais utilizados, tornando as obras

mais seguras e organizadas.

## 2.5 Software Arena

O programa Arena é originário da junção de dois outros programas denominados SIMAN e CINEMA. Segundo Prado (2004), o SIMAN é uma linguagem de simulação e, em 1983, deu nome ao primeiro programa de simulação para computadores pessoais (PCs). O CINEMA foi o primeiro programa para animação de simulação em PCs e surgiu em 1984. Este conjunto foi continuamente melhorado e, a partir de 1993, os programas foram unificados em um único *software*, o Arena.

Este programa apresenta um ambiente gráfico integrado de simulação, que contém todos os recursos para modelagem, animação, análise estatística e análise de resultados e utiliza a abordagem por processos para execução da simulação. Essa técnica de simulação pode ser considerada uma situação onde elementos estáticos, formando um ambiente bem definido com suas regras e propriedades, interagem com elementos dinâmicos, que fluem dentro desse ambiente.

O Arena é composto por um conjunto de blocos ou módulos utilizados para se descrever uma aplicação real e que funcionam como comandos de uma linguagem de programação. Os elementos básicos da modelagem em Arena são as entidades que representam as pessoas, objetos e transações, que se movem ao longo do sistema, as estações de trabalho que demonstram onde será realizado algum serviço ou transformação, e por fim, o fluxo que representa os caminhos que a entidade irá percorrer ao longo de estações (PRADO, 2004).

Tal como a maioria dos *softwares* de simulação, o Arena visualiza o sistema a ser modelado como constituído de um conjunto de estações de trabalho que prestam serviços aos clientes. O Arena tem sido utilizado para simular os mais diversos ambientes, desde linhas de produção, minas, tráfego nas ruas de uma cidade e diversos ambientes logísticos.

## 3 | METODOLOGIA

Em seu sentido mais geral, método é a ordem que se deve impor aos diferentes processos necessários para atingir certo fim ou um resultado desejado. Nas ciências, entende-se por método o conjunto de processos empregados na investigação e na demonstração da verdade (CERVO, 2007).

O presente estudo de caráter exploratório, foi elaborado com o ideal de estudar o ambiente de trabalho na fábrica CPC Pré-moldados localizado no bairro Antônio Cassimiro na cidade de Petrolina (PE), a partir da análise das atividades executadas por pares de operários na fabricação manual de blocos pré-moldados. Inicialmente foi realizado o estudo dos tempos de cada atividade do processo produtivo, com o intuito de coletar os tempos necessários para realização dos processos. Para medição dos tempos fez-se uso de um cronômetro digital e para agrupamento dos dados coletados

utilizou-se folhas de medição explicitando os tempos das operações. Ressaltam-se que os tempos de início e fim de cada ciclo de operação foram devidamente anotados de forma contínua e sequenciada para aumentar a precisão dos resultados.

Analisando a atividade de desenvolvimento e preparação de blocos notou-se que o processo poderia ser dividido em duas etapas. A primeira, preparação da massa a ser utilizada na confecção dos blocos, é constituída de 0.18 m<sup>3</sup> de areia, um saco de cimento (50 kg) e 10 litros de água. A mistura entre água, cimento e areia é feita em uma betoneira para se obter uma mistura homogênea e ao término da preparação é transportado para o pátio onde são produzidos os blocos. A movimentação é realizada através de um carrinho de mão, pelo mesmo operador que manuseou a betoneira durante a mistura. A segunda etapa inicia a partir do pátio e com um segundo operador que realiza o processo de moldagem, transporte da forma com a massa até o local de cura, desmoldagem que separa a forma e bloco e transporte de retorno da forma.

Com base nos dados colhidos, o próximo passo foi criar uma tabela dos tempos colhidos em cada etapa do processo produtivo da empresa CPC Pré-Moldados e introduzir no *software* de modelagem Arena para a simulação do processo produtivo. Na sequência os resultados da simulação foram validados mediante comparação com relatórios de produção real e também foi analisado o trabalho efetivo de cada operário. Por fim, foi proposta alternativa para melhorar os resultados produtivos sem sobrecarregar qualquer dos operadores.

#### 4 | ESTUDO DE CASO

Os tempos das atividades expressas pelo Arena e dados obtidos médios e desvio padrão obtidos a partir da coleta de cada operação do processo produtivo dos blocos pré-moldados estão expresso Tabela 1.

<b>Atividades (min)</b>	<b>Expressões (Arena)</b>	<b>Média dados</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Buscar Areia e Colocar na Betoneira	$6.03 + 0.31 * \text{BETA}(0.742, 0.763)$	06:18	0,000113346
Buscar Cimento e Colocar na Betoneira	UNIF(3.09, 3.31)	03:20	7,38084E-05
Mistura de Areia e Cimento	$5.01 + \text{LOGN}(0.205, 0.163)$	05:21	0,000182006
Buscar Água e Colocar na Betoneira	$1.42 + 0.92 * \text{BETA}(0.451, 0.421)$	02:07	0,000153797
Ligar a Betoneira e Esperar a Massa Pronta	Constante 15	15:00	0
Transporte da Massa Pronta para Area de Moldagem	$7.3 + 1.13 * \text{BETA}(0.744, 0.48)$	08:10	0,000218627
Moldagem dos Blocos	$1.27 + \text{LOGN}(0.398, 0.331)$	01:55	0,000146402

TABELA 1 - Tempos coletados referentes a cada etapa do processo produtivo

Fonte: Elaborado pelos autores

Na sequência, foi elaborado um fluxograma no *software* Arena de acordo o layout

da empresa e etapas do processo produtivo, como pode ser visto na Figura 1:

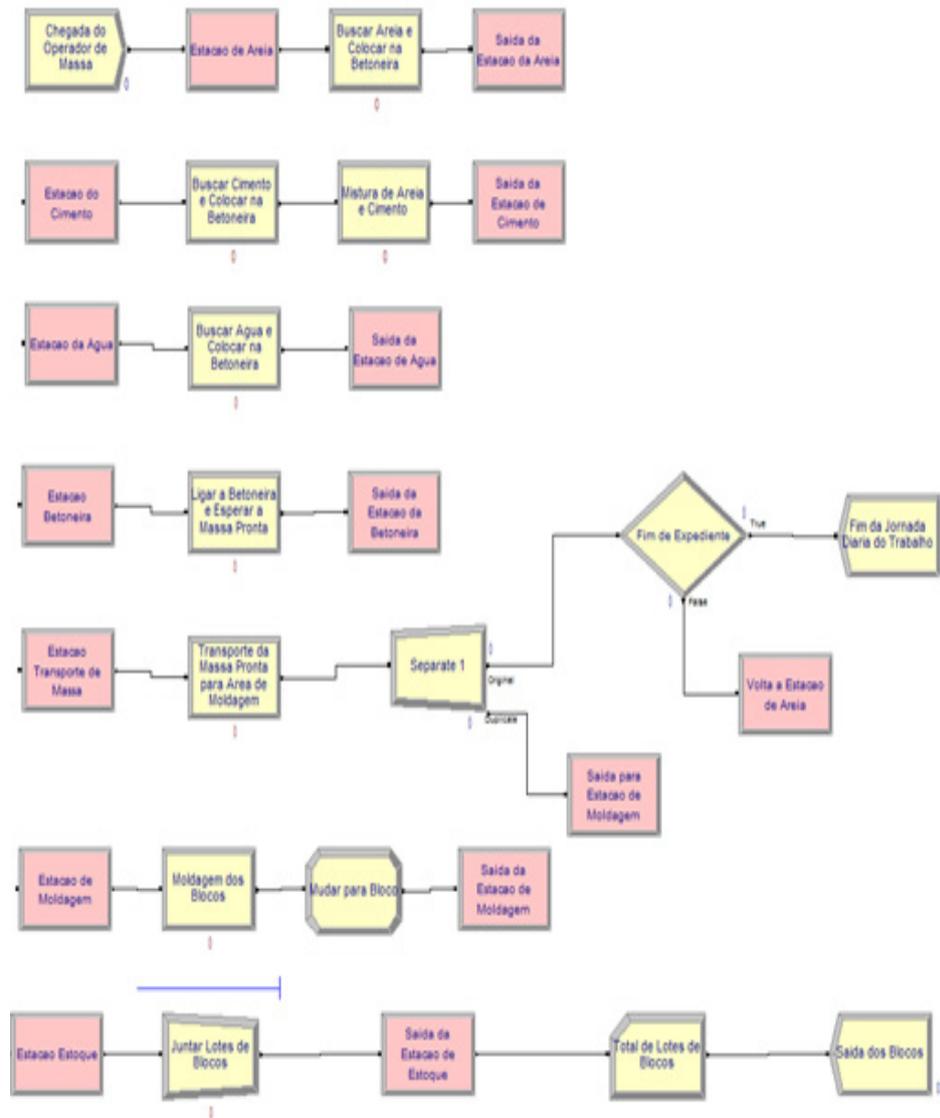


FIGURA 1 - Modelo lógico do atual cenário da CPC

Fonte: Elaborado pelos autores

Como pode ser visto no modelo lógico acima, cada etapa da fabricação do bloco pré-moldado foi dividida em estações, onde os blocos, Enter e Leave, representam a conexão entre esses processos de acordo com sequência de atividades executada pelos operadores.

Na Estação Transporte de Massa, última atividade operada pelo operador 1, foi adicionado o bloco Separate que tem a função de multiplicar uma mesma entidade, pois esta sofre processamentos diferentes realizados por recursos diferentes, dois processos ocorrendo simultaneamente. Ainda na mesma estação, foi adicionado o bloco Decide que vai decidir de acordo com o horário da jornada de trabalho do operador 1, se ele continua trabalhando voltando assim para a primeira estação, ou se finda o seu expediente.

Na estação estoque, atividade operada pelo operador 2, adicionou-se o bloco Batch que representa a junção de uma determinada quantidade de blocos para

formação de lotes. Nesse bloco ocorre a maior fila de todo processo, apesar de não representar problemas relevantes nos resultados obtidos com a simulação, que serão mostrados adiante.

Após a criação do modelo lógico referente ao layout e etapas do processo produtivo e dispondo dos tempos coletados (Tabela 1) na primeira fase desse estudo, fez-se necessário o tratamento destes para configuração dos tempos de cada atividade. Para encontrar a expressão matemática que representasse o tempo de cada atividade, utilizou-se o Input Analyzer, ferramenta do Arena utilizada para tratar os dados de entrada e buscar funções teóricas de probabilidade mais próximas. Dessa forma foram introduzidas no Arena as expressões matemática que melhor representaram os dados estocásticos.

Configurados os blocos referentes a cada etapa do processo em estudo, pôde-se executar o *software* Arena a fim de validar os resultados com simulação do modelo virtual. O resultado mediante uma carga de 8 horas diárias e duas horas para almoço, totalizando 10 horas por dia, indicou a fabricação de 22 lotes de blocos, ou seja, ao final do dia são produzidos 220 blocos, pois cada lote possui 10 unidades. Confrontado este resultado virtual com os reais pode-se notar grande semelhança, validando assim a modelagem.

Ainda no cenário original, o operador 1 possui 71,82 % de utilização e 28,18% de ociosidade, enquanto o operador 2 possui 62,14 % de utilização e 37,86% de ociosidade.

Buscando otimizar a capacidade produtiva da empresa e reduzir o tempo ocioso dos funcionários, um novo cenário foi simulado. Neste, o segundo operador passou a transportar a massa pronta da betoneira para o pátio onde os blocos são produzidos, conforme mostra a Figura 2:

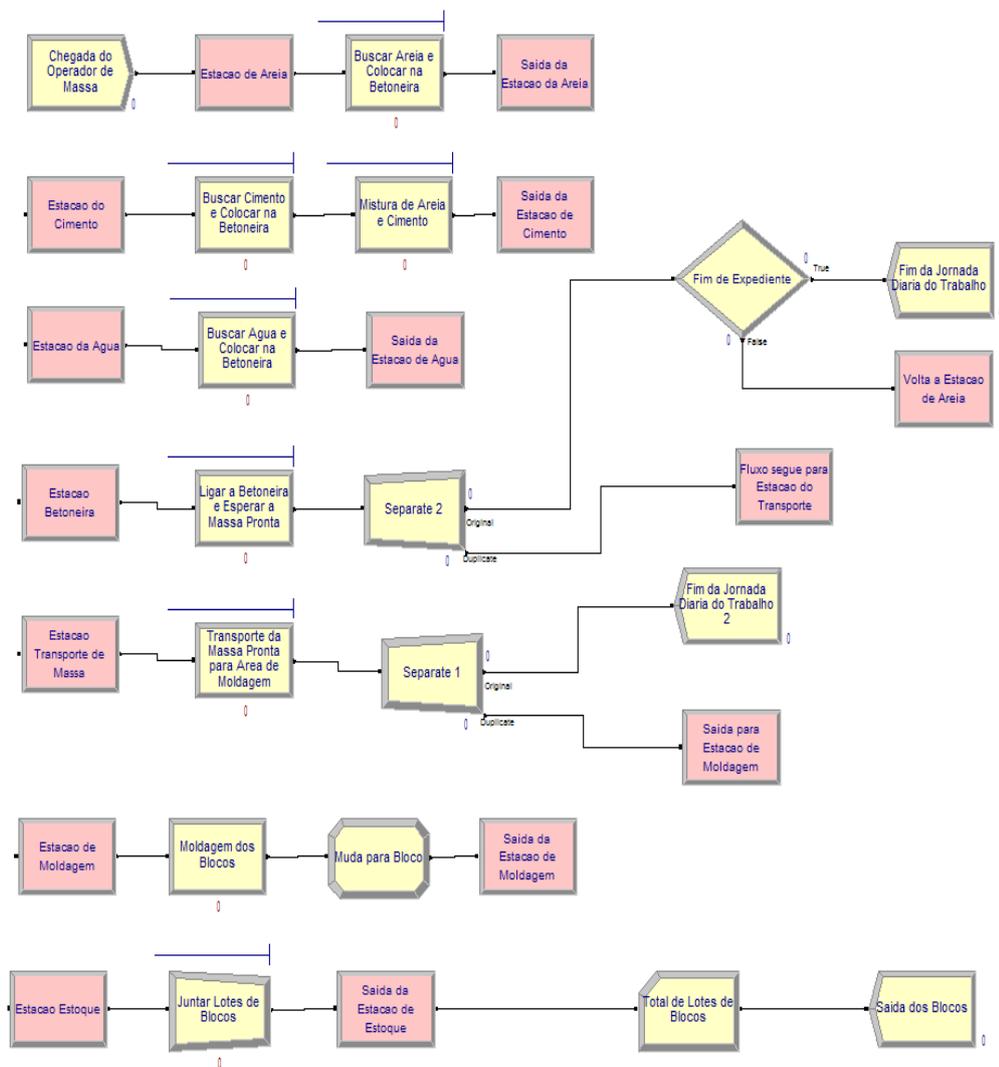


FIGURA 2 - Modelo lógico do cenário otimizado da CPC

Fonte: Elaborado pelos autores

Sob a mesma jornada de trabalho, no cenário otimizado, a empresa passou a produzir 270 blocos por dia, 50 a mais em relação ao cenário anterior. O operador 1 passou a ter 73,41% de utilização e 26,59% de ociosidade, já operador 2 passou a ter 94,78% de utilização e 5,22% de ociosidade.

A Tabela 2 traz a comparação dos resultados obtidos após a simulação do cenário atual e do cenário otimizado.

Cenários	Operador 1	Operador 2	Quantidade de Blocos
Atual	71,82%	62,14%	220
Melhorado	73,41%	94,78%	270

TABELA 2 - Taxa de Utilização e Capacidade Produtiva

Fonte: Elaborado pelos autores

## 5 | CONCLUSÃO

Com a simulação do modelo pode-se concluir que com apenas a reorganização das atividades executadas pelos operadores foi possível aumentar a capacidade produtiva de 50 blocos por dia ou 23%, sem gastos financeiros com mudança de layout, compras de equipamentos e contratação de funcionário. Além disso, os operadores aumentaram sua taxa de utilização e conseqüentemente reduziram a ociosidade.

Através desse artigo é possível perceber a importância dos *softwares* de modelagem e simulação no tratamento de dados, análise de processos produtivos, auxílio na identificação de melhorias nas diferentes etapas se firmando em importante ferramenta de suporte a tomada de decisões gerenciais.

A aplicação da modelagem e simulação gerou aos pesquisados um conhecimento maior à cerca deste processo produtivo e o envolvimento destes com os gestores da empresa possibilitou a identificação de oportunidade de melhoria simples, baratas e sem interferência na produção.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e técnicas para análise de decisão**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1989. V.1.

CERVO, Amado L., BERVIAN, Pedro A., SILVA, Roberto da **Metodologia Científica**. São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall, 2007.

CHWIF, L. & MEDINA, A.C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações**. São Paulo: Ed. dos Autores, 254p, 2006.

FU, M. (2010), **Optimization for Simulation: Theory vs. Practice**, University of Maryland, Atas do 2010 Winter Simulation Conference, Baltimore, Maryland, USA.

HARRELL, C.; GHOSH, B. K. & BOWDEN, R. **Simulation Using Promodel**. 3.ed. Boston: McGraw-Hill, 603 p, 2000.

KHALIL, D. M. E. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. Editora: EESC-USP. 2000.

LAW, A. M. and KELTON, W. **Simulation Modeling and Analysis** – 3rd. Ed – McGraw-Hill, 2000.

MONTEVECHI, J.A.B.; PINHO, A.F. de; LEAL, F. & MARINS, F.A.S. **Application of design of experiments on the simulation of a process in an automotive industry**. In: Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference, Washington, DC, USA.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2º ed. São Paulo: Pioneira, 2011.

PRADO, D. S. **Usando o Arena em Simulação**. Belo Horizonte: INDG, 2004.

VASCONCELOS, A. C. **O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. Volume III. Studio Nobel. São Paulo: 2002.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**MARCOS WILLIAM KASPCHAK MACHADO** Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-85107-99-4



9 788585 107994