

# Princípios e Filosofia LEAN

Pauline Balabuch  
(Organizadora)



Pauline Balabuch  
(Organizadora)

## PRINCÍPIOS E FILOSOFIA LEAN

---

Atena Editora  
2017

2017 by Pauline Balabuch  
Copyright © da Atena Editora  
**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Edição de Arte e Capa:** Geraldo Alves  
**Revisão:** Os autores

#### Conselho Editorial

Profª Drª Adriana Regina Redivo – Universidade do Estado de Mato Grosso  
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  
Prof. Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez – Universidad Distrital de Bogotá-Colombia  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª. Drª. Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª. Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
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. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
P957	Princípios e filosofia lean / Organizadora Pauline Balabuch. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2017. 13.139 kbytes  Formato: PDF ISBN 978-85-93243-50-9 DOI 10.22533/at.ed.509170412 Inclui bibliografia  1. Cultura organizacional. 2. Engenharia de produção. 3. Logística empresarial. I. Balabuch, Pauline. II. Título.  CDD-658.7

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

2017

Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Atena Editora  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
E-mail: [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## Apresentação

A Atena Editora, traz neste *ebook* um enfoque diferenciado dos anteriores sobre a Engenharia de Produção. A diferença está nos princípios e filosofia LEAN, por meio da visão mais específica e utilitarista da área.

Mundialmente, um dos mais respeitados institutos da área é o *Lean Global Network* [LGN]– formado por 22 institutos presentes em todos os continentes. No Brasil o LGN é representado pelo *Lean Institute Brasil* [LIB], cuja missão é “melhorar as organizações e a sociedade através da prática da gestão lean”. Tal prática consiste no conjunto de conhecimentos que trazem capacitação para a contínua eliminação de desperdícios, bem como para resolução sistemática de problemas organizacionais.

Destarte, neste compêndio é possível acessar o LEAN por meios práticos e teóricos, em diferentes perspectivas. Sendo que os práticos tratam desde a área da saúde em hospital, emergência cardiológica com fluxo de valor, produção enxuta e tomada de decisões. Passando pelas fábricas e indústrias como abatedouro de aves, equipamentos agrícolas, refrigerantes, metal-mecânica, automotiva, autopeças, placas de circuito eletrônico, eletroeletrônicos, embalagens. Também pelos processos da construção civil, sistemas de formas para pilares, vigas e lajes, obra vertical. Até a melhoria de desempenho de processos públicos, distribuidora de combustíveis e fluxo de valor.

Já os meios teóricos tratam de gestão interdisciplinar de projetos, análise bibliométrica do processo de desenvolvimento de produtos, startups, revisões bibliográficas de abordagens e ferramentas de implementação, produção enxuta e competitividade.

Tais estudos, análises, aplicações e propostas de melhorias, tanto práticos como teóricos, visam demonstrar que se faz necessária a criação e/ou adequação de ferramentas gerenciais específicas, para que a sustentabilidade das transformações requeridas e aplicadas seja perene.

Agora depende só de você o acesso ao conhecimento que lhe ajudará a responder questões de como melhorar o trabalho, desenvolver pessoas, resolver problemas e definir propósitos. Boa leitura!!!

*Pauline Balabuch*

## Sumário

### CAPÍTULO I

A UTILIZAÇÃO DO DIAGRAMA DE IDENTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIOS EM SUBSTITUIÇÃO AO MAPA DE FLUXO DE VALOR: ESTUDO DE CASO EM UMA FÁBRICA DE CONCENTRADOS DE REFRIGERANTES

*Levi da Silva Guimarães, José Dinis Araújo Carvalho, Hyggor da Silva Medeiros e Alex Fabiano Bertollo Santana* ..... 8

### CAPÍTULO II

ABORDAGENS E FERRAMENTAS NA IMPLEMENTAÇÃO DO SMED (Single Minute Exchange of Die): UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

*Lúcio Galvão Mendes*.....21

### CAPÍTULO III

ADOÇÃO DA ESTRATÉGIA DE POSTPONEMENT NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DO SEGMENTO AUTOMOTIVO

*Juan Pablo Silva Moreira, Jaqueline Luisa Silva e Janaína Aparecida Pereira*..... 37

### CAPÍTULO IV

ADOÇÃO DOS PRINCÍPIOS LEAN NA SAÚDE: ESTUDO DE CASO EM UM HOSPITAL GERAL

*Ana Cristina de Oliveira Rodrigues e Annibal Affonso Neto*.....53

### CAPÍTULO V

ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DA LEAN CONSTRUCTION EM SERVIÇO DE ESTRUTURA DE UMA OBRA VERTICAL

*Janaina Regina da Silva Bianconi* ..... 68

### CAPÍTULO VI

ANÁLISE DOS SETE DESPERDÍCIOS DA PRODUÇÃO EM UM ABATEDOURO DE AVES

*Pablo Lutosa de Oliveira , Annibal Affonso Neto e Clovis Neumann* ..... 79

### CAPÍTULO VII

APLICAÇÃO DA FILOSOFIA SEIS SIGMA PARA MELHORIA DA PRODUTIVIDADE NAS LINHAS DE MONTAGENS DE PLACAS DE CIRCUITO ELETRÔNICO EM UMA INDÚSTRIA

*Raimundo Nonato Alves da Silva, Ghislaine Raposo Bacelar e Rubens Lopes de Oliveira* ..... 91

### CAPÍTULO VIII

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA PARA A REDUÇÃO DA VARIAÇÃO DE TONALIDADE EM EMBALAGENS

*Venise Bouvier Alves, Elisa Coradin e Rejane Tubino*.....107

## CAPÍTULO IX

### APLICAÇÃO DO LEAN SEIS SIGMA – METODOLOGIA A3: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE ELETROELETRÔNICOS

*Tairo Pinto de Freitas, Dayse Kelly Bezerra Soares e Nadja Polyana Felizola Cabete* .....122

## CAPÍTULO X

### APLICAÇÃO PRÁTICA DE UMA ABORDAGEM DO LEAN OFFICE

*Lucas Gonçalves Pagnossin e Cristiano Roos* .....135

## CAPÍTULO XI

### BALANCEAMENTO DE LINHA DE OPERAÇÕES NO PROCESSO CONSTRUTIVO DE MONTAGEM E DESMONTAGEM DO SISTEMA DE FORMAS

*Alan Rodrigues, Rafael de Azevedo Nunes Cunha, Guilherme Luz Tortorella e Antônio Edésio Jungles* .....152

## CAPÍTULO XII

### FERRAMENTAS PARA REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO NA CONSTRUÇÃO CIVIL BASEADA NA TEORIA LEAN CONSTRUCTION

*Daniela Matschulat Ely, Cristine do Nascimento Mutti, Lisiane Ilha Librelotto e Estácio Siemann Santos Pereira* .....167

## CAPÍTULO XIII

### GESTÃO INTERDISCIPLINAR DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO A PARTIR DA INTEGRAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN AO BUILDING INFORMATION MODELING

*Daniel Luiz de Mattos Nascimento, Elisa Dominguez Sotelino, Rodrigo Goyanes Gusmão Caiado, Paulo Ivson e Pedro Saieg Faria* .....181

## CAPÍTULO XIV

### IDENTIFICAÇÃO DE DEMANDAS POR METODOLOGIAS E FERRAMENTAS LEAN EM UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA

*Rafael da Costa Jahara, Pedro Senna Vieira e Augusto da Cunha Reis* .....195

## CAPÍTULO XV

### IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA LITERATURA

*Evertton Luiz Vieira, Fernando José Avancini Schenatto, Sergio Eduardo Gouvea da Costa e Edson Pinheiro de Lima* .....207

## CAPÍTULO XVI

### KATA DE MELHORIA: DESENVOLVENDO HABILIDADES PARA RESOLVER PROBLEMAS E APRENDER DE FORMA SISTEMÁTICA NO SESI SANTA CATARINA: UMA APLICAÇÃO LEAN NA ÁREA DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO

*Carlos Fernando Martins, Arlette Senhorinha Röse, Ana Cláudia de Souza Brognoli*

*Maria Bernardina Borges Paes e Lima e Rodrigo Barddal.....224*

#### CAPÍTULO XVII

LEAN MANUFACTURING: UM ESTUDO DE CASO SOBRE OS FATORES QUE INFLUENCIARAM O INSUCESSO NA IMPLANTAÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS

*Priscila Gisele Albino , Nilton dos Santos Portugal, Thiago Zatti Rodrigues, Oswaldo Henrique Barolli e Pedro dos Santos Santos Portugal .....238*

#### CAPÍTULO XVIII

LEAN STARTUPS: O SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA COMO ESTRATÉGIA COMPETITIVA

*João Benício Straehl de Sousa .....250*

#### CAPÍTULO XIX

PRINCÍPIOS DO LEAN MANUFACTURING PARA A REDUÇÃO DAS NÃO CONFORMIDADES NOS PRODUTOS ACABADOS E READEQUAÇÃO DO LAYOUT DE UMA INDÚSTRIA FABRICANTE DE TELHAS DE FIBROCIMENTO

*Fernanda Pereira Lopes Carelli e Álvaro Guillermo Rojas Lezana.....263*

#### CAPÍTULO XX

PRODUÇÃO ENXUTA NA SAÚDE: UMA ANÁLISE DO CONHECIMENTO PARA TOMADA DE DECISÕES

*Lucrécia Helena Loureiro, Ilda Cecilia Moreira da Silva, Annibal Scavarda, Paulo Sérgio Marcellini e Teresa Tonini .....278*

#### CAPÍTULO XXI

PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DO PROCESSO DE INSPEÇÃO COM BASE NOS CONCEITOS DO LEAN MANUFACTURING: ESTUDO DE CASO EM UM FABRICANTE DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS

*Fernanda Pereira Lopes Carelli , Larissa Maynara Rôa e Carlos Manuel Taboada Rodriguez .....288*

#### CAPÍTULO XXII

PROPOSTA DE MELHORIA DO DESEMPENHO DE PROCESSOS EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA

*Thayanne Alves Ferreira, Byanca Pinheiro Augusto, Fernando Forcellini, Maurício Maldonado e Guilherme Luz Tortorella .....302*

#### CAPÍTULO XXIII

PROPOSTA DE MELHORIA PARA UMA EMERGÊNCIA CARDIOLÓGICA ATRAVÉS DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

*Mayara Silvestre de Oliveira e Fernando Antônio Forcellini .....320*

Sobre a organizadora.....	335
Sobre os autores.....	336

# **CAPÍTULO I**

## **A UTILIZAÇÃO DO DIAGRAMA DE IDENTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIOS EM SUBSTITUIÇÃO AO MAPA DE FLUXO DE VALOR: ESTUDO DE CASO EM UMA FÁBRICA DE CONCENTRADOS DE REFRIGERANTES**

---

**Levi da Silva Guimarães  
José Dinis Araújo Carvalho  
Hyggor da Silva Medeiros  
Alex Fabiano Bertollo Santana**

# A UTILIZAÇÃO DO DIAGRAMA DE IDENTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIOS EM SUBSTITUIÇÃO AO MAPA DE FLUXO DE VALOR: ESTUDO DE CASO EM UMA FÁBRICA DE CONCENTRADOS DE REFRIGERANTES

**Levi da Silva Guimarães**

Universidade do Minho, Departamento de Produção e Sistemas  
Manaus-AM

**José Dinis Araújo Carvalho**

Universidade do Minho, Departamento de Produção e Sistemas  
Guimarães - Portugal

**Hyggor da Silva Medeiros**

Universidade do Minho, Departamento de Produção e Sistemas  
Guimarães - Portugal

**Alex Fabiano Bertollo Santana**

Universidade do Minho, Departamento de Produção e Sistemas  
Guimarães - Portugal

**RESUMO:** O Waste Identification Diagram (WID) é uma ferramenta visual para análise e diagnóstico dos desperdícios mencionados pelo Lean manufacturing. E o Value Stream Mapping (VSM) é uma técnica do Lean que realiza um diagnóstico no chão de fábrica, ou seja, um Mapeamento do Fluxo de Valor. Portanto, o presente estudo tem como objetivo principal realizar uma aplicação do WID e o VSM em uma linha de produção de concentrados de refrigerante do Polo Industrial de Manaus. A metodologia aplicada classifica-se como exploratório-descritivo, tendo como procedimento técnico o estudo de caso. A partir dos resultados obtidos nesse trabalho pode-se concluir que o WID ultrapassa algumas das limitações do VSM e representa diversos aspectos de um sistema de produção que não poderia ser representado pelo VSM. Além de muitas das vantagens do WID em termos de informação quantitativa, outra vantagem importante do WID é a eficácia na informação visual que pode ser rapidamente percebida pelo pessoal de produção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lean; WID; VSM.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente o mercado exige entregas rápidas e reduzidos lead times, mais personalização dos produtos e serviços, melhor qualidade e baixos preços (PINTO, 2008). Com isso as organizações industriais precisam de sistemas de produção mais eficazes e eficientes para lidar com estas características de mercado. De acordo com Farhanna e Amir (2009) nas últimas décadas os sistemas convencionais de produção sofreram mudanças devido às novas abordagens focadas no aumento da concorrência global e da intensificação da competitividade entre empresas.

O Sistema Toyota de Produção (STP) aparece como uma forma de alcançar

estas necessidades, e teve sua origem no Japão na fábrica de automóvel Toyota, imediatamente após a Segunda Guerra Mundial. O sistema objetiva elevar a eficiência da produção pela extinção contínua dos desperdícios (WOMACK et al., 2004 e WOMACK e JONES, 2007). O STP tornou-se conhecido com a terminologia Lean Manufacturing apresentado por Womack, Jones e Roos (1990) no livro “The Machine That Changed the World”. Com o passar dos anos o pensamento lean tornou-se não só uma questão de conceito, mas uma questão de sobrevivência para algumas empresas.

Uma técnica que tem recebido o reconhecimento considerável entre os praticantes do Lean para fazer diagnósticos no chão de fábrica é o Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) (JONES e WOMACK, 2002). De acordo com Rother e Shook (1999) o VSM é uma ferramenta utilizada para identificar todos os processos, analisando todas as atividades que agregam e que não agregam valor, permitindo identificar o tempo de produção e verificar as oportunidades de melhoria e os desperdícios.

Embora o VSM seja uma ferramenta fundamental na implementação da filosofia Lean pelas vantagens que proporciona, esta apresenta igualmente algumas limitações. Para tentar resolver ou minimizar algumas das limitações do VSM o Departamento de Produção e Sistemas (DPS) da Universidade do Minho em Portugal vem desenvolvendo uma metodologia chamada Waste Identification Diagram (WID) (Dinis-Carvalho et al., 2014), que permite a identificação clara e de fácil interpretação das informações do processo produtivo e dos desperdícios.

O objetivo deste artigo é aplicar o WID e o VSM numa linha de produção de concentrados de refrigerante do Polo Industrial de Manaus e realizar uma análise comparativa mostrando as vantagens do WID com relação ao VSM no que diz respeito a: representação de todos os fluxos de produção, mostrar e avaliar os desperdícios de forma visual e intuitiva, fornecer informações sobre desempenho através de indicadores e representação do layout.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Sistema Toyota de Produção (Lean Manufacturing)**

Após a segunda guerra mundial, o Japão, destruído pelo conflito, começou a produzir carros de passeio, que até então eram produzidos somente nos Estados Unidos e na Europa. Produzindo em grande variedade com pequenas quantidades e recursos restritos, como uma forma de responder as restrições do mercado japonês após a guerra, assim nasceu o sistema Toyota de produção (STP) em meados da década de 50, desenvolvido por Taiichi Ohno, engenheiro e ex vice-presidente da Toyota Motors, hoje também conhecido como sistema de manufatura enxuta, tradução para a palavra inglesa lean manufacturing.

O conceito de desperdícios no chão-de-fábrica (muda em japonês) é definido

como qualquer atividade que não acrescenta valor aos produtos (OHNO, 1988; WOMACK e JONES, 2004). Todas as formas de desperdícios estão intrinsecamente relacionadas com o conceito de valor, logo, a fim de reconhecer a ocorrência de desperdícios é fundamental identificar e separar as atividades que acrescentam valor daquelas que não acrescentam. Ohno (1988) identificou sete principais tipos de desperdícios: excesso de produção, inventário, espera, defeitos, processos, movimentação e transporte.

## **2.2. Mapa de Fluxo de Valor (Value Stream Mapping-VSM)**

O VSM é uma ferramenta utilizada para identificar todos os processos, analisando todas as atividades que acrescentam e que não acrescentam valor, permitindo identificar o tempo de produção e verificar as oportunidades de melhoria e os desperdícios. E com isso, estabelecer as melhorias necessárias para que o tempo de produção seja reduzido, ou seja, ajuda as pessoas a visualizar o que realmente está a acontecer no processo produtivo através da observação direta (ROTHER e SHOOK, 1999).

Apesar do VSM ser uma ferramenta fundamental na implementação da filosofia Lean pelas vantagens que proporciona, este apresenta algumas limitações. Para Sá (2010) e Nogueira (2010), o VSM não permite representar produtos com fluxos produtivos diferentes; dificuldades em transmitir a utilização do VSM a pessoas que não estão familiarizadas com a ferramenta; falta de indicadores gráficos para os problemas de transporte; filas de espera e de distâncias devido ao layout; não possui indicadores econômicos; não permite visualizar o layout; não reflete a lista de materiais de um produto. Outros autores também descreveram em suas publicações as limitações do VSM (LIAN e VAN LANDEGHEN, 2007; IRANI e ZHOU, 1999; TEICHGRAEBER e BUCOURT, 2012).

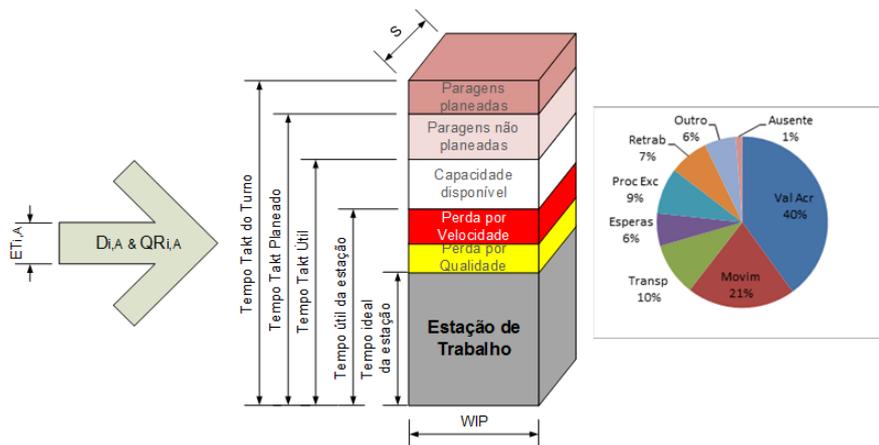
## **2.2. Diagrama de Identificação de Desperdícios (Waste Identification Diagrams – WID)**

Para tentar resolver ou minimizar algumas das limitações do VSM, o Diagrama de Identificação de desperdícios (WID) está sendo desenvolvido pelo Departamento de Produção e Sistemas da Escola de Engenharia da Universidade do Minho e Segundo Dinis-Carvalho et al, (2014) este modelo tem como objetivo:

- Representar as unidades inteiras de produção, não apenas um fluxo de uma família de produtos em particular.
- Representar todos os fluxos de produção na unidade de produção;
- Mostrar e avaliar todos os tipos de desperdícios de forma visual e intuitiva;
- Fornecer informação visual efetiva;
- Fornecer informações sobre o desempenho;

- Ser uma ferramenta de referência para a melhoria contínua

O WID baseia-se na construção de blocos, setas e um gráfico circular. Os blocos representam postos de trabalho (bancadas, máquinas, equipamentos ou ainda, setores), as setas o transporte de produtos, e o gráfico circular os desperdícios relacionados com a utilização de mão-de-obra. Resumidamente, os eixos dos blocos tridimensionais apresentam os seguintes significados de acordo com a Figura 1.



- O eixo X refere-se à quantidade de produtos que estão à espera para serem processados na estação de trabalho em causa (WIP);
- O eixo Y representa os parâmetros da eficácia global do equipamento (OEE) definidos por Nakajima (1988), são eles: paradas planejadas, paradas não planejadas, perdas por velocidade e perdas por qualidade. Também são representados a capacidade disponível, o tempo útil da estação e o tempo ideal da estação e as várias vertentes do takt time (takt do turno, takt planejado, takt útil);
- O eixo Z representa o tempo de preparação, de “Setup” ou de “Change Over” (C/O) é o tempo de mudança de ferramentas da máquina (estação de trabalho) que terá de ser gasto quando se muda de produto.

As dimensões do bloco devem ser desenhadas em escala para dar informação visual importante sobre a ordem de grandeza do que se pretende representar.

As setas representam o conceito de esforço de transporte, que surge da necessidade de se avaliar com a melhor eficácia possível os desperdícios com transportes. O esforço de transporte é determinado da seguinte forma:

$$ET_{i,A} = QR_{i,A} * Di,A \quad (1)$$

Sendo:

- $ET_{i,A}$  o esforço diário de transporte entre o fornecedor  $i$  para o cliente  $A$ ;
- $QR_{i,A}$  a quantidade a transportar diariamente entre o fornecedor  $i$  para o cliente  $A$ ;
- $Di,A$  a distância a percorrer pelos produtos entre o fornecedor  $i$  para o cliente  $A$ .

A quantidade de produtos pode ser medida em kg, em paletes, em caixas ou em qualquer unidade que melhor se adequar a cada caso. A distância é frequentemente medida em metros.

O gráfico de pizza representa os desperdícios da mão-de-obra e são obtidos através da amostragem do trabalho (BARNES, 1968).

### **3. Metodologia**

O presente artigo é um estudo de caso e caracteriza-se como exploratório-descritivo, utilizando como procedimentos técnicos a entrevista não estruturada e pesquisa bibliográfica. O estudo foi realizado em uma fábrica de concentrados de refrigerante localizada no Polo Industrial de Manuas, na qual foi aplicado o WID e o VSM e feita uma análise comparativa mostrando as vantagens do WID.

Conforme Yin (1994) o estudo de caso, tal como a expressão indica, examina o “caso” ou um pequeno número de “casos” em detalhe, em profundidade, no seu contexto natural, reconhecendo-se a sua complexidade e recorrendo-se para isso todos os métodos que se revelem apropriados.

Utilizou-se a pesquisa documental nos relatórios da organização no sentido de verificar as informações referentes aos processos da linha de produção e a observação direta para fazer a amostragem do trabalho referente a mão-de-obra. Quanto à limitação do trabalho, o estudo foi direcionado apenas a um produto (concentrado em pó), pois, este representa a maior contribuição em termos de volumes de produção e vendas.

### **4. Aplicação do Diagrama de Identificação de Desperdícios e do Mapa de fluxo de Valor**

A linha de produção selecionada para aplicar o WID é referente a uma linha de produção de concentrados de refrigerante. Nesta linha é produzido o concentrado em pó Benzoato. Esta linha de produção é dividida em 4 processos que serão descritos a seguir:

Mistura - o Benzoato vem do Armazém e é colocado no misturador (400Kg) junto com uma quantidade pequena de um outro produto chamado de Thigoxun (1kg). Este processo de mistura leva em torno de uma hora.

Ensacadeira - após o finalizar o processo de mistura o Benzoato é ensacado em embalagens de 10kg.

Peso - os sacos de Benzoato são pesados em uma balança de precisão, este processo funciona como um duplo check, pois a ensacadeira não garante 100% do peso correto.

Seladeira - neste processo os sacos são lacrados e identificados de acordo com a especificação do produto, após isso os sacos são arrumados em paletes e levados até o armazém de produto acabado.

O Diagrama de Identificação de desperdício desta linha de produção é apresentado na Figura 2:

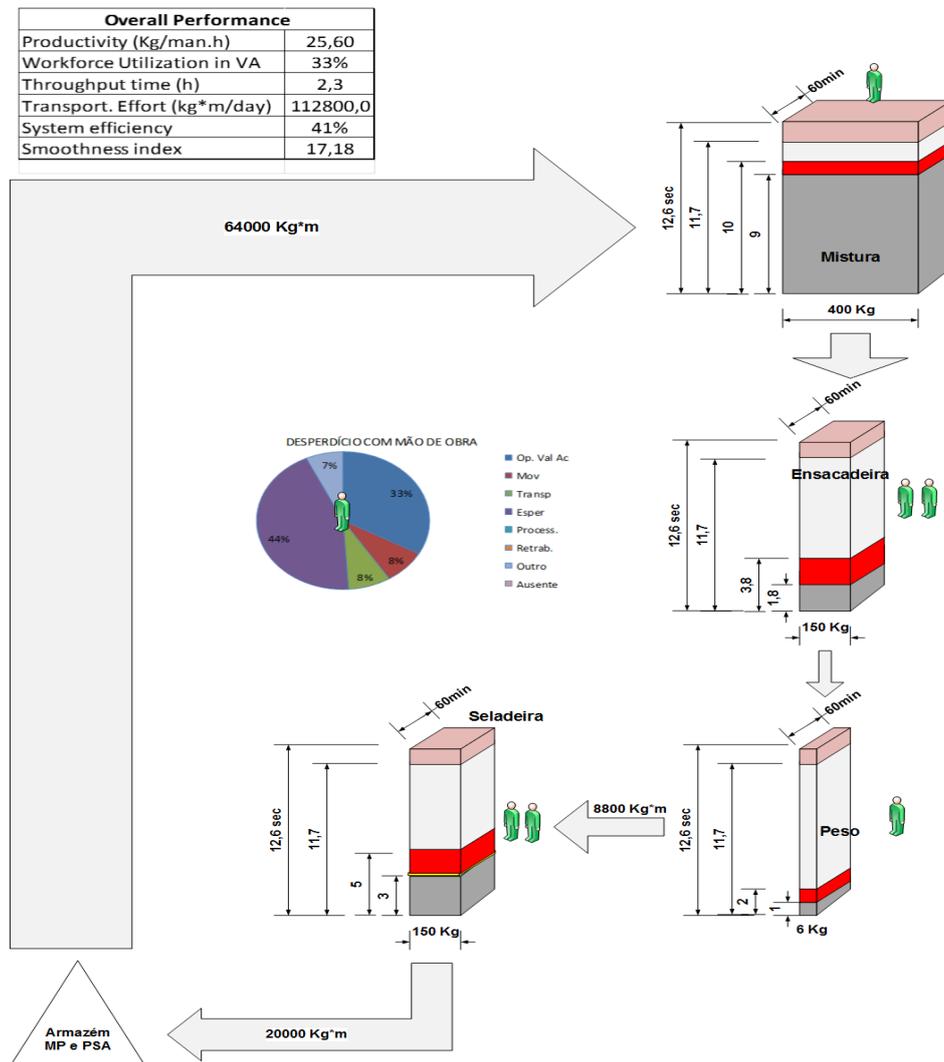


Figura 2 - WID da linha de concentrado de refrigerantes

Na Figura 2, é possível observar uma variedade de informações visuais relevantes relacionadas com a linha de produção. Alguns exemplos de tais informações são:

- As rotas de produção e o layout – as setas indicam as rotas de material, o processo inicia na mistura, passando pela ensacadeira, peso e finalizado na seladeira. A forma como diagrama está representado é de acordo com layout da linha de produção;
- O número de operadores e em que processos estão alocados – o processo de mistura e peso tem um operador e os processos de ensacadeira e seladeira tem dois operadores;
- A distribuição do WIP – o WIP é medido em Kg, o processo com maior WIP é a mistura (bloco com largura maior);
- O esforço de transporte – onde existe mais esforço de transporte (seta

mais larga) é entre o armazém de matéria-prima e o processo de mistura;

- Os tempos de setup – os tempos de setup são iguais em todos os processos (60min);
- O gargalo - O processo da mistura é o gargalo e os restantes dos processos operam com capacidade disponível;
- O peso dos parâmetros do OEE - as paradas planejadas são semelhantes em todos os processos. Não foram identificadas paradas não planejadas durante a realização deste estudo. As perdas de velocidade são observadas em todos os processos, com os maiores valores concentrados na ensacadeira e na seladeira. Com relação as perdas de qualidade somente o processo de seladeira tem esta perda;
- Desperdícios com mão-de-obra - somente 33% do tempo dos trabalhadores é gasto na agregação de valor, 67% restantes são desperdícios, sendo que destes, 44% está concentrado no desperdício de espera ( $6 \times 0,44 = 2,64$  trabalhadores);

Com relação aos indicadores os mesmos estão representados em uma tabela no canto superior esquerdo do diagrama. O analista decide que indicadores devem ser mostrados no diagrama, para esta linha de produção os indicadores escolhidos foram:

- Produtividade (Productivity): expresso em Kg/man.h, valor esperado que será alcançado para um tempo de takt de 12,6 segundos ao se usar 6 trabalhadores.
- Utilização da mão-de-obra em atividades de valor acrescentado (Workforce utilization in VA): é diretamente dado pelo gráfico de pizza.
- Tempo total de atravessamento (Throughput time): é dada pela multiplicação da quantidade total de Kg que esperam para ser produzido nas estações pelo tempo takt.
- Esforço de transporte global (Transport effort): soma de todos os esforços de transporte individuais expressos no diagrama.
- Eficiência do sistema (System efficiency): segue a mesma lógica que a eficiência da linha (Bedworth e Bailey 1987) medindo quanto de capacidade das estações são utilizados em média.
- Índice de suavidade (Smoothness Index): apresentado por Scholl (1995) mede a igualdade da distribuição de trabalho entre as estações.
- Muitos outros indicadores podem ser utilizados de acordo com o que é mais importante para medir.

Com o objetivo de fazer uma comparação entre as ferramentas o VSM também foi aplicado nesta linha de produção conforme representado na Figura 3.

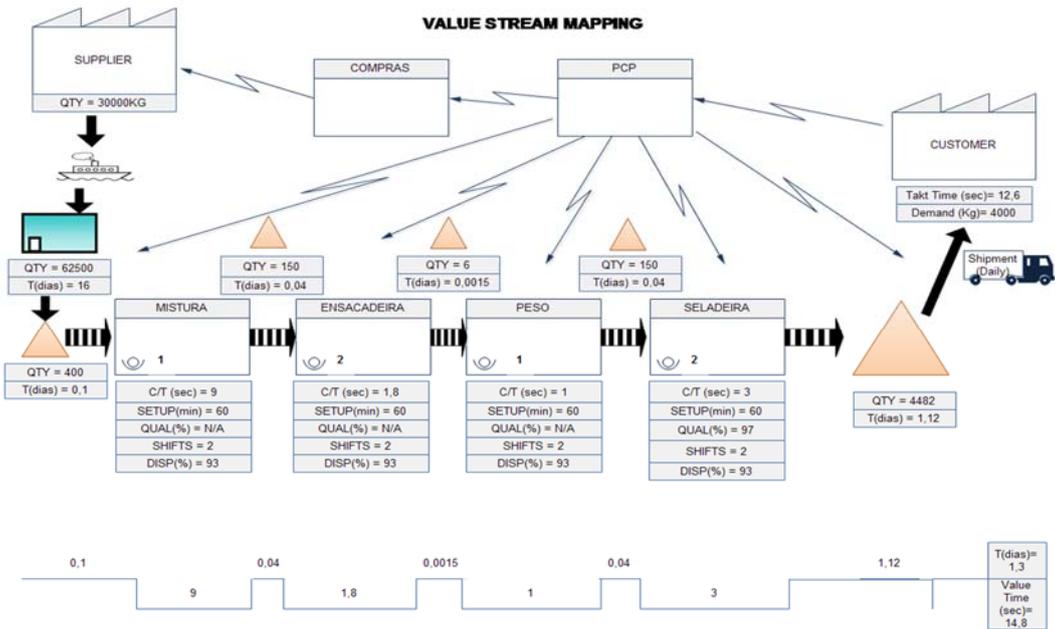


Figura 3 - VSM da linha de concentrado de refrigerante

Ao comparar o WID com VSM, é possível verificar várias diferenças. O primeiro impacto causado pelo WID é sua capacidade visual, pois permite uma identificação fácil e intuitiva das principais fontes de desperdícios. Os Fluxos de produção são bem definidos e a informações de cada estação de trabalho são bem claras permitindo assim uma rápida percepção do número de operadores e outros indicadores importantes, como os tempos de takt (takt do turno, takt planejado e takt útil), os tempos da estação de trabalho (tempo util e tempo ideal da estação, tempo de setup e os parâmetros do OEE (paradas planejadas e não planejadas, perdas de velocidade e de qualidade). No caso VSM da

Figura 3, para visualizar este tipo de informação, é necessário mais tempo e precisa analisar em detalhe a caixa de dados de cada estação de trabalho. Por exemplo, no VSM, para identificar a quantidade de WIP em cada estação de trabalho é necessário verificar as informações escritas no triângulo; enquanto que no WID, esta informação além de ser numericamente indicada ela também é representada visualmente (pela largura do bloco). O conjunto de informações no VSM é mais confusa e a utilização de vários símbolos pode levar a uma falta de compreensão por pessoas não familiarizadas com a ferramenta. Em contraste, WID utiliza um conjunto mais reduzido e mais claro de símbolos, facilitando o processo de compreensão e identificação de desperdícios.

O tipo de informação que é dada sobre os diversos desperdícios tem diferentes impactos no VSM e no WID. Em termos de desperdício de inventário, ambas as alternativas são capazes de mostra-lo, mas como explicado anteriormente, o WID consegue mostrar de uma forma mais eficaz devido à sua

capacidade visual.

No que diz respeito ao desperdício excesso de produção, acredita-se que nem o VSM e nem o WID conseguem identificar claramente este tipo de desperdício, pois pode ser difícil julgar se o inventário existente entre as estações de trabalho é mais do que o mínimo necessário para satisfazer a procura dos clientes.

No VSM, o desperdício associado com o transporte só é representado por uma seta e não é quantificada. No entanto, no WID, o esforço de transporte não está somente representado por uma seta, mas também tem um valor associado (expresso em kg x m). Esta diferença ajuda os gestores no processo de tomada de decisões. Outra vantagem importante no WID é a informação visual, quanto maior é o esforço de transporte maior é a seta correspondente. Uma vez que uma parte do transporte é freqüentemente realizado por pessoas, este tipo de desperdício é também considerado na utilização da mão-de-obra e expresso no gráfico de pizza.

Alguns tipos de processos em excesso são muito difíceis de identificar, a não ser quando uma análise mais delicada é realizada em todas as operações existentes. No entanto, alguns são fáceis de identificar como retrabalho, teste e inspeção. As operações como inspeção e testes podem ser representadas no VSM embora não sejam avaliadas. No WID, este tipo de desperdício é apresentado e avaliado tanto nos fluxos de materiais quanto no gráfico de pizza.

A movimentação e a espera são desperdícios que estão associados as pessoas, no WID é claramente considerado na utilização da mão-de-obra e expressas no gráfico de pizza. Enquanto que no VSM não é representado.

E por fim o desperdício de defeito que pode ser representado no VSM na caixa de dados, enquanto que no WID além de ser representado numericamente no bloco é possível também visualizar pelo tamanho da parte do bloco referente a perda de qualidade.

Além das vantagens já mencionadas relacionadas com a identificação de desperdícios, há outros aspectos a considerar. No WID, ao contrário do que acontece no VSM, é possível representar várias famílias de produto e suas rotas de produção. No VSM, apenas o fluxo principal é responsável pela análise do lead time e do tempo de valor acrescentado. Para analisar tudo em detalhe, seria necessário criar um VSM para cada rota de produção. Esta questão não se coloca no WID, já que é possível representar as rotas principais e secundárias.

Outras limitações do VSM apresentados por Irani e Zhou (1999) são a sua incapacidade de fornecer a visualização do layout. O WID permite a visualização do layout desde que os ícones que representam as estações sejam posicionados como o layout, como representado na Figura 2.

O WID tem algumas limitações e desvantagens quando comparados com VSM. Um primeiro exemplo são as informações referentes ao Planejamento e Controle da Produção (PCP) presentes no VSM que não aparecem no WID. Na mesma linha de desvantagens o VSM também representa a ligação para fornecedores e clientes tanto em termos de fluxo de material quanto em fluxo de informações que não existe no WID.

## 5. Conclusões

Este artigo apresentou uma ferramenta como alternativa do VSM para a representação dos sistemas de produção. É uma ferramenta visual e intuitiva que representa a situação atual ou um estado futuro de um sistema de produção, principalmente os seus fluxos de materiais, medidas quantitativas para cada estação (paradas planejadas, paradas não planejadas, perdas de velocidade, perdas de qualidade, tempos de takt, tempos da estação, tempo de setup e WIP), utilização da mão-de-obra em atividades de valor acrescentado e valor não acrescentado, indicadores de desempenho do sistema, tais como a produtividade, a utilização de recursos e tempo de atravessamento. Uma aplicação em uma linha de produção de concentrados de refrigerante foi apresentada, a fim de mostrar as capacidades do WID em expor diferentes tipos de desperdícios.

O VSM e o WID foram comparadas e suas vantagens e desvantagens também foram discutidas de acordo com uma variedade de critérios. Em geral, pode-se afirmar que o WID ultrapassa algumas das limitações do VSM e representa diversos aspectos de um sistema de produção que não poderia ser representada pelo VSM. Além de muitas das vantagens do WID em termos de informação quantitativa, outra vantagem importante do WID é a eficácia na informação visual que pode ser rapidamente percebida pelo pessoal de produção.

## REFERÊNCIAS

BEDWORTH, D. D., J. J. BAILEY. **Integrated Production Control Systems**. New York: Wiley. 1987.

BARNES, R. M. **Motion and Time Study: Design and Measurement of Work**. 6<sup>th</sup> edition, John Wiley & Sons, Inc. 1968.

DINIS-CARVALHO J., MOREIRA, F., BRAGANÇA, S., COSTA E., ALVES, A., SOUSA, R. Waste Identification Diagrams, **Production Planning and Control**, Accepted for publication. 2014.

FARHANNA, F., AMIR, A. "Lean Production Practice: the Differences and Similarities in Performance between the Companies of Bangladesh and other Countries of the World". **Asian Journal of Business Management** , 32-36. 2009.

IRANI, S. A., ZHOU, J. **Value Stream Mapping of a Complete Product**. MS thesis, The Ohio State University, Columbus, OH. 1999.

- JONES, D., J. WOMACK.. **Seeing the Whole: Mapping Extended the Value Stream**. Cambridge: The Lean Enterprise Institute, ISBN 0-9667843-5-9. 2002.
- LIAN, Y. H., VAN LANDEGHEM, H. Analysing the effects of Lean manufacturing using a value stream mapping-based simulation generator. **International Journal of Production Research**, 45(13), 3037-3058. 2007.
- NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM: Total Productive Maintenance**. Cambridge, MA: Productivity. 1998.
- NOGUEIRA, M. A. A. **Implementação da Gestão da Produção Lean: Estudo de Caso**, Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. 2010.
- OHNO, T. **Toyota production system: beyond large-scale production**: Productivity press. 1988.
- PINTO, J. P. **Lean Thinking: Introdução ao pensamento magro**. Comunidade Lean Thinking. 2008.
- ROTHER, M., SHOOK, J. **Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda**: Productivity Press. 1999.
- SÁ, J. C., CARVALHO, J. D., SOUSA, R. M. Waste Identification Diagrams. **6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia**. Maputo, Aug 29-Sept 2. 2011.
- SÁ, J. C. **Modelo de Análise e Diagnostico de uma Unidade Produtiva**, Dissertação de Mestrado em Qualidade, Segurança e Manutenção/ Engenharia Industrial, Escola de Engenharia, Universidade do Minho. 2010.
- SCHOLL, A. **Balancing and Sequencing of Assembly Lines**. Heidelberg: Physica-Verlag. 1995.
- TEICHGRABER, U.K.; BUCOURT, M. Applying value stream mapping techniques to eliminate non-value-added waste for the procurement of endovascular stents. **European Journal of Radiology**. 2012.
- WOMACK, J. P., JONES, D. T., ROSS, D., **A mentalidade enxuta nas empresas lean thinking: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- WOMACK, J. P., JONES, D. T., ROSS, D., **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 2007.
- YIN, ROBERT K. **Case Study Research: Design and Methods**. London, Sage, 1994

**ABSTRACT:** The Waste Identification Diagram (WID) is a visual tool for analysis and diagnosis of waste mentioned by Lean manufacturing. And the Value Stream Mapping (VSM) is a Lean technique that performs a diagnosis on the shop floor, that is, a Value Stream Mapping. Therefore, the present study is aimed at providing an application of the WID and the VSM in a production line of beverages concentrates of the Manaus Industrial Pole. The methodology used is classified exploratory and descriptive, and technical procedure as the case study. From the present results it can be concluded that the WID overcomes some of the limitations of the VSM and represents several aspects of a production system that could not be represented by VSM. In many of the WID advantages in terms of quantitative information, another important advantage is the effectiveness of WID the visual information that can be readily perceived by production personnel.

**KEYWORDS:** Lean; WID; VSM.

## **CAPÍTULO II**

### **ABORDAGENS E FERRAMENTAS NA IMPLEMENTAÇÃO DO SMED (Single Minute Exchange of Die): UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA**

---

**Lúcio Galvão Mendes**

## ABORDAGENS E FERRAMENTAS NA IMPLEMENTAÇÃO DO SMED (Single Minute Exchange of Die): UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

**Lúcio Galvão Mendes**

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)

**RESUMO:** OBJETIVOS(S): O objetivo do trabalho constitui-se, na análise da literatura com o enfoque na metodologia SMED (Single Minute Exchange of Die), identificando as abordagens de implementação, ferramentas e técnicas de análise utilizadas, além de contribuições e críticas apresentadas a metodologia. **METODOLOGIA/ABORGAGEM:** O trabalho apresenta revisão sistemática da literatura qualificada, focada na temática do SMED, resultando em um portfólio final de 20 artigos analisados de acordo com as lentes definidas nos objetivos de pesquisa apresentados. **RESULTADOS:** A revisão resultou na identificação das diferentes abordagens de implementação do SMED, que compreendem a proposição de algumas sistemáticas; variação no nível de participação dos operadores no processo de construção da melhoria entre as propostas; e na concepção da implementação do SMED como um projeto, ou com um processo contínuo na busca pela redução do setup. Foram identificadas, e organizadas de forma sistemática, ferramentas de análise utilizadas ou propostas nos artigos, como o mapeamento de fluxo de valor (MFV) aplicado ao setup e o diagrama Spaguetti, e até a utilização de técnicas recomendadas em processos de setups complexos, como changeover FMEA e a análise multicritério de apoio a decisão aplicada na escolha da configuração de processo de troca mais adequado. Foco no run-down (desaceleração) e run-up (aceleração), e no design para troca são apontados por autores como algumas oportunidades na metodologia. **IMPLICAÇÕES PRÁTICAS:** O trabalho contribui ao fornecer aos usuários do SMED, o conhecimento desenvolvido na aplicação da metodologia, por meio da análise das diferentes formas de abordagem de implementação em processos de manufatura presentes na literatura, e ao reunir as ferramentas e técnicas desenvolvidas associadas as fases do SMED. Além disso, são apresentados alguns pontos de potenciais ganhos no processo de setup destacados pelos autores, que não explorados na metodologia. **PALAVRAS-CHAVE:** Single Minute Exchange of die, SMED, Lean, Implementação.

### 1. INTRODUÇÃO

O SMED (Single minute Exchange of die, ou traduzido para o português como “Troca rápida de ferramentas”), é uma metodologia amplamente reconhecida no Lean, e que visa a redução do tempo de preparação de máquinas ou instalações (conhecido como tempo de setup ou tempo de troca). Reduzido tempo de setup é um elemento essencial para a implementação de alguns pilares do Lean, como JIT (Just-in-time) e o nivelamento da produção (ALMOMANI et al., 2013) proporcionando redução dos níveis de estoque (final e em processo, os tempos de produção e espera, assim como melhorias na qualidade e flexibilidade na produção

(MORALES MÉNDEZ; SILVA RODRÍGUEZ, 2015) .

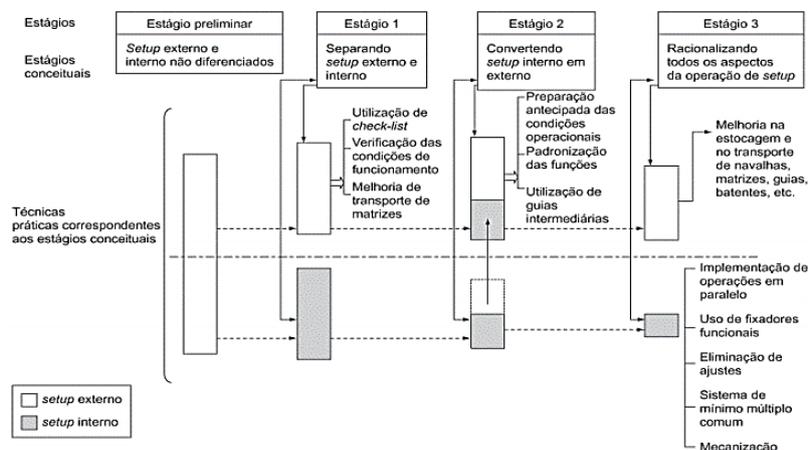
Dessa forma o SMED surgiu como uma forma prescritiva de se atingir drástica redução no tempo de setup. O desenvolvimento da metodologia por Shingeo Shingo, engenheiro da Toyota, ocorreu ao longo de vários anos de experiência, marcados por alguns eventos (sequenciados por ordem cronológica na tabela 1), que culminaram a publicação do livro *The revolution of Manufacturing: The SMED System*, em 1983.

Anos	Eventos-chave
1951-1955	Shiego Shingo conduziu o programa de excelência e desenvolveu a gênese do SMED.
1956-1960	Uma melhoria dramática nas operações de setup na Mitsubishi Heavy Industries Ltda.
1961-1965	Na planta de estampa de Motomachi, a Toyota reduziu o tempo de troca de mais de uma hora para menos de 15 minutos em 1962.
1966-1970	A mudança da configuração da troca de uma prensa da principal planta da Toyota reduziu o tempo de troca de 4 para 1,5 hora. Surgiu a sistemática da metodologia SMED.
1971-1975	Na M Electric Japan, o tempo de setup da prensa foi reduzido de 90 para 9 minutos.
1976-1980	Indústrias europeias começaram a implementar o SMED.

Tabela 1 - Eventos chave no desenvolvimento do SMED  
 Fonte: Adaptado de Sohani (2012)

A metodologia desenvolvida por Shingo (1985), é constituída por 4 estágios conceituais, sendo o primeiro preliminar, o qual representa a situação atual do processo de setup, e outros 3 estágios sequenciais, compostos basicamente por 12 técnicas orientadas para a redução do tempo de setup. Os estágios conceituais e as técnicas apresentadas por Shingo (1985) estão representadas na figura 01.

Figura 4 - Estágios e Técnicas SMED



Fonte: Shingo(1985)

A partir da obra de Shingo (1985), a metodologia popularizou-se ao longo dos anos, e tem sido um dos principais trunfos da implantação do Lean nas organizações. Segundo Mcintosh et al.(2000), a partir disso, o SMED recebeu uma definição em um sentido mais amplo: passou a englobar toda a abordagem de implementação, ou seja, o contexto de interface da implementação da metodologia dentro da organização; que engloba desde a identificação do processo ou máquina, condução das análises do processo, treinamento nas técnicas de melhoria, seleção do time da melhoria, tendo como core a metodologia propriamente dita.

A grande expansão da praticado SMED, possibilita uma variação nas abordagens de implementação, utilização de novas ferramentas de análise, e apresentação de novas oportunidades de ganho, não contempladas anteriormente na metodologia. A análise dos artigos que tratam da temática fornece a visão geral dos conhecimentos produzidos, podendo remeter a novas oportunidades e possibilidades na utilização do SMED. Assim, têm-se como objetivo do estudo, a identificação e análise da literatura qualificada que focam no estudo e aplicação da metodologia SMED, por meio de uma revisão bibliográfica sistemática.

## 2. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O método utilizado nesta primeira fase da pesquisa foi teórico-conceitual, com base na revisão bibliográfica sistemática. No que se refere aos procedimentos e técnicas utilizados, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, que recorre a recursos tecnológicos para identificação, seleção e indexação e gestão dos artigos do portfólio com a utilização do software Endnote X6. De acordo com Kitchenham (2004), este tipo de revisão proporciona uma avaliação a respeito de um tópico de pesquisa, fazendo uso de uma metodologia de revisão que seja confiável, rigorosa e que permita auditoria.

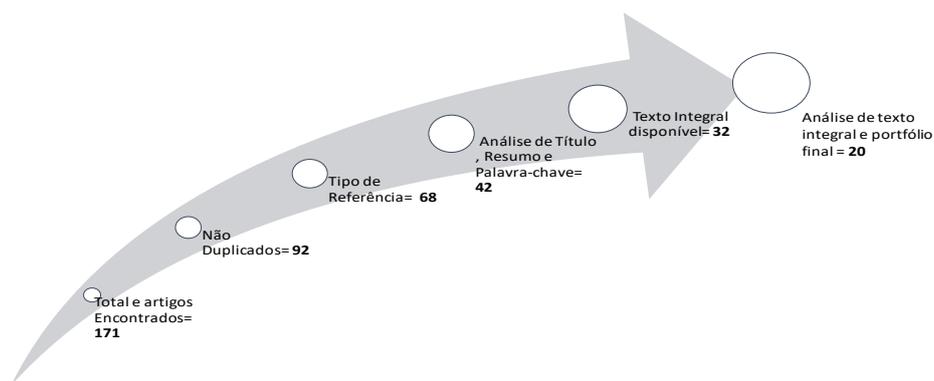
Dessa forma, o procedimento de pesquisa deu-se da seguinte forma: foram utilizadas as bases de dados Web of Knowledge, Scopus, Compendex, Scielo, Science Direct e EBSCO. Como descritor de pesquisa utilizou-se o termo, referente ao nome da metodologia, “Single minute Exchange of die”, presente no título, resumo ou palavras-chave. Assim, o número de artigos encontrados está representado na tabela 02

Base de Dados	N° de Artigos
Web of Knowledge	22
Scopus	62
Compendex	43
Scielo	5
EBSCO	30
Science Direct	9
<b>Total</b>	<b>171</b>

Tabela 2- Resultados da pesquisa  
Fonte: Elaborado pelo autor(2016)

Dos 171 documentos encontrados, foram eliminados os que se encontravam em duplicação, resultando em 92 documentos. Destes, para a abrangência somente de literatura qualificada, foram selecionados somente os documentos com classificação “journal article”, restando em 68 artigos. Foram analisados primeiramente o título, resumo e palavras-chave dos artigos e chegou-se a 32 artigos. Desses, foram encontrados 27 em texto integral, que foram analisados, até restar 20 artigos com o enfoque na temática da pesquisa, formando assim, o portfólio de análise. Os resultados dos filtros de pesquisas estão representados na Figura 02.

Figura 5 - Filtros de Pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor(2016)

### 3. RESULTADOS

Assim, aplicando o método proposto, o portfólio final de artigos para análise está apresentado na tabela 3.

Tabela 3 – Artigos do Portfólio de Pesquisa

REFERÊNCIA	TÍTULO
Mcintosh et al. (2000)	A critical evaluation of Shingo's 'SMED' (Single Minute Exchange of Die) methodology
Moxham e Greatbanks (2001)	Prerequisites for the implementation of the SMED methodology: A study in a textile processing environment
Patel; Dale e Shaw (2001)	Set-up time reduction and mistake proofing methods: An examination in precision component manufacturing
Fogliatto e Fagundes (2003)	Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso
Neumann e Ribeiro(2004)	Desenvolvimento de fornecedores: um estudo de caso utilizando a troca rápida de ferramentas
Mcintosh et al.(2007)	Changeover improvement: Reinterpreting Shingo's "SMED" methodology

Sugai; Mcintosh e Novaski (2007)	Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso
Singh e Khanduja (2010)	SMED: For quick changeovers in foundry SMEs
Carrizo Moreira e Campos Silva Pais (2011)	Single Minute Exchange of Die: A Case Study Implementation
Grzybowska e Gajdzik (2012)	Optymisation of equipment setup processes in enterprises
Kumar e Abuthakeer (2012)	Productivity enchancement by implementig Lean tools and techniques in an automotive industry
Singh e Khanduja (2012)	Risk management in complex changeovers through CFMEA: An empirical investigation
Suresh Kumar e Syath Abuthakeer (2012)	Implementation of Lean tools and techniques in an automotive industry
Almomani, et al.(2013)	A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques
Ferradás e Salonitis, K.(2013)	Improving Changeover Time: A Tailored SMED Approach for Welding Cells
Das ;Venkatadri e Pandey (2014)	Applying Lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing
Bevilacqua et al.(2015)	A Changeover Time Reduction through an integration of Lean practices: A case study from pharmaceutical sector
Lv, M., et al (2015)	Analysis and Application of SMED in an Injection Molding Machine Based on VSM
Méndez e Rodríguez(2015)	Set-up reduction in an interconnection axle manufacturing cell using SMED
Trojanowska et al.(2015)	Shortening Changeover Time - An Industrial Study

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Primeiramente foram analisados integralmente todos os textos, identificando os principais resultados obtidos (Tabela 4). Quando nos artigos encontravam-se estudos de caso, foram identificados em qual processo foi aplicado, a abordagem utilizada, conhecimentos e os ganhos obtidos. Posteriormente, serão discutidos alguns pontos apresentados.

Tabela 4 – Principais resultados dos Artigos

REFERÊNCIA	PRINCIPAIS RESULTADOS
Mcintosh et al. (2000)	Realizou-se uma análise crítica da metodologia, indicando que o trabalho de redução de setup não deve se limitar às 12 técnicas identificadas e apresentadas na metodologia por Shingo (1985). Criticou-se o foco dado pelas empresas somente nos dois primeiros conceitos da metodologia, baseadas na identificação, separação e conversão das atividades externas, e destacou-se importância do

	terceiro conceito, de se tentar reduzir e melhorar as atividades após a aplicação dos dois primeiros, destacando as mudanças no projeto de troca. Apresentou-se um estudo de caso em que se mostraram os expressivos ganhos na mudança de projeto.
<b>Moxham e Greatbanks (2001)</b>	Desenvolveu-se o que se chamou de SMED Zero, apontando que antes das fases desenvolvidas por Shingo (1985), alguns pré-requisitos precisam ser definidos, como a abordagem de comunicação com equipe, através do reconhecimento da mesma na participação do projeto, definição de reuniões periódicas em relação ao projeto e para a avaliação da abordagem construída e identificação das dificuldades encontradas pelos operadores. Colocou-se a necessidade da consciência da mudança e da capacidade de experimentar pela equipe, além da comunicação interna da equipe, como fatores críticos na implementação do SMED.
<b>Patel; Dale e Shaw (2001)</b>	Através de um estudo da aplicação do SMED em quatro empresas, apontaram-se a auditoria do processo, a aplicação do TPM (Total Productive Maintenance), o treinamento dos operadores envolvidos no processo, a participação dos operadores na construção da melhoria, o suporte dos gestores e a demonstração das vantagens custo-benefício como fatores críticos de sucesso, e a resistência à mudança e a indisciplina como barreiras na implementação do SMED.
<b>Fogliatto e Fagundes (2003)</b>	Propôs-se uma abordagem de aplicação do SMED, constituída dos seguintes passos: definição do projeto, planejamento das atividades, treinamento da equipe de implantação, implantação propriamente dita, acompanhamento e consolidação, enfatizando a criação de um ambiente favorável à implantação e formação de times de implantação. O método foi aplicado em uma indústria do setor moveleiro, na qual se obteve redução de 87% do tempo de setup no processo estudado.
<b>Neumann e Ribeiro(2004)</b>	Apresentou-se a aplicação do SMED dentro um programa de desenvolvimento de fornecedores, descrevendo o passo a passo das ações tomadas no contexto de uma empresa de máquinas agrícolas, atuando em um setor de estamparia de uma empresa fornecedora, atingindo uma redução de 50% no setup da mesma.
<b>Mcintosh et al.(2007)</b>	Desenvolveu-se uma reinterpretação da metodologia, compreendendo o SMED em dois conceitos de melhoria: por meio da realocação de como as atividades ocorrem, e outra através da modificação de atividades existentes, sendo estes constantemente avaliados e aplicados. Levantaram-se fragilidades da metodologia, devido ao foco dado na externalização de atividades, criticando a forma prescritiva em que a metodologia é apresentada, excluindo determinadas fontes de ganhos, como melhoria na comunicação e falta de ferramentas que levem a soluções inovadoras.
<b>Sugai; Mcintosh e Novaski(2007)</b>	Apresentou-se uma nova abordagem para aplicação do SMED, baseada na promoção do desenvolvimento de soluções inovadoras. Realizou-se uma análise em relação à metodologia, destacando-se fatores importantes não considerados no SMED, como a interferência da sequência de peças, melhorias em projeto na troca, e perdas durante o run-up e o run-down. Através de um estudo de caso em uma fábrica, demonstraram-se as perdas oriundas do período de desaceleração da linha em um processo em que o SMED já havia

	<p>sido aplicado.</p>
<p><b>Singh e Khanduja(2010)</b></p>	<p>Por meio da utilização dos passos do SMED, juntamente com conceitos do Lean, como o TPM e o 5S, estimou-se a redução de 48% do tempo de Setup da máquina gargalo em um processo de fundição.</p>
<p><b>Carrizo Moreira e Campos Silva Pais(2011)</b></p>	<p>Apresentou-se a aplicação do SMED em uma companhia multinacional, com diversas plantas no mundo. O estudo de caso foi realizado com a implementação inicial em uma fábrica do grupo, com resultados de até 68% em algumas máquinas. Mostrou-se uma abordagem de estratégia de disseminação do SMED nas outras plantas da companhia, através da formação de times SMED, responsáveis pela melhoria contínua dos processos de setup.</p>
<p><b>Grzybowska e Gajdzik, (2012)</b></p>	<p>Apresentou-se uma sistemática na implementação do SMED, colocando a abordagem de implementação como projeto, realizada por meio de alguns workshops. Analisou-se a aplicabilidade da metodologia no âmbito da metalurgia.</p>
<p><b>Kumar e Abuthakeer(2012)</b></p>	<p>Atingiu-se a redução de 70% no tempo de setup na usinagem de placas de evaporador (de 40 para 12 minutos).</p>
<p><b>Singh e Khanduja (2012)</b></p>	<p>Desenvolveu-se o que se chamou de Changeover FMEA, um procedimento estruturado com o objetivo de melhorar a qualidade e a confiabilidade do processo de setup, através da prevenção de problemas pela documentação dos riscos e determinação de ações aplicadas a longos processos de troca. A metodologia foi aplicada em uma fundição na qual se obteve redução do tempo médio de setup em 66,5%, além da redução do desvio padrão de 490 para 209 minutos, proporcionando maior controle ao processo.</p>
<p><b>Suresh Kumar e Syath Abuthakeer (2012)</b></p>	<p>Aplicou-se o SMED em uma linha de fabricação de bobinas de evaporadores de ar condicionado, obtendo a redução de 55% no tempo de setup.</p>
<p><b>Almomani, et al.(2013)</b></p>	<p>Propôs-se a integração de técnicas de análise multicritério de apoio à decisão na metodologia do SMED, com o objetivo de selecionar a melhor alternativa de possibilidade de setup disponível, levando em consideração não somente redução no tempo do setup, mas questões como custo, segurança, qualidade e manutenção. Obteve-se redução de 73,8 % de tempo de setup na utilização da abordagem em uma máquina de extrusão em uma linha de PVC.</p>
<p><b>Ferradás e Salonitis, K.(2013)</b></p>	<p>Propôs-se uma abordagem de implementação do SMED contemplando uma fase estratégica e uma preparatória antes da implementação, e uma fase de controle com o objetivo sustentar as melhorias. Com essa abordagem, conseguiu-se a redução de cerca de 35% do tempo de setup em uma célula de soldagem.</p>
<p><b>Das ;Venkatadri e Pandey (2014)</b></p>	<p>Atingiu-se a redução de 67% do tempo de setup total principalmente por meio de mudanças no design de troca. Utilizou-se abordagem de brainstorming com equipes multifuncionais, realizando uma série de eventos kaizens.</p>
<p><b>Bevilacqua et al.(2015)</b></p>	<p>Reduziu-se em mais de 50% os tempos de setup de uma linha de uma indústria farmacêutica, aliando o SMED com outras ferramentas e conceitos Lean, como o TPM, 5S e Kanban. Métodos como SIPOC e diagrama Espaguetti também foram utilizados para a análise.</p>
<p><b>Lv, M., et al. (2015)</b></p>	<p>Propôs-se e avaliou-se a utilização da ferramenta do mapeamento do fluxo de valor aplicada ao setup na identificação da sequência de</p>

	atividades e de desperdícios nas mesmas, colocando como ferramenta mais completa que o check-list proposto por Shingo (1985). Atingiu-se a redução de 50% no tempo de setup em uma máquina injetora.
<b>Morales Méndez e Silva Rodríguez(2015)</b>	Reduziu-se o tempo de setup em uma célula de conexão entre eixos, diminuindo em 22% o tempo de parada de setup e aumentando a disponibilidade da máquina de 85% para 94%, focando na separação dos setups externos, padronização e na otimização do run-up.
<b>Trojanowska et al.(2015)</b>	Aplicação do SMED em processo de manufatura de madeira. Obteve-se uma redução de 50% no tempo médio de setup. Os principais ganhos foram obtidos em pequenas mudanças de projeto da linha.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Abordagem de Implementação

Em relação à abordagem de implementação do SMED, verificou-se que grande parte dos artigos traz a aplicação por meio de um projeto específico de melhoria, geralmente com a participação de uma equipe multidisciplinar. Nesse contexto, alguns autores propuseram procedimentos específicos para a implementação da metodologia.

Moxhan e Greatbanks(2001) afirmaram que é necessária a definição de alguns pré-requisitos, em um momento anterior ao estágio preliminar do SMED, como a estratégia de comunicação a ser realizada com a equipe, definição de reuniões periódicas em relação ao projeto, e , para a avaliação da abordagem construída, identificação das dificuldades encontradas pelos operadores. O estágio dedicado ao cumprimento desses requisitos foi chamado pelo autor de “SMED Zero”.

Fogliatto e Fagundes (2003) apresentaram uma sistematização de implementação do SMED baseado em seis passos: definição do projeto, planejamento das atividades, treinamento da equipe de implantação, implantação propriamente dita, acompanhamento e consolidação. Os autores enfatizaram a necessidade da participação de equipes multidisciplinares e de um ambiente favorável à melhoria.

Grzybowska e Gajdzik (2012) propuseram a implementação baseada em passos, iniciando pela definição de um plano de ação e responsabilidades do processo, seguido por workshops teóricos e práticos envolvendo a equipe de projeto, até o kick off efetivo representado pela análise do processo atual. Os autores sugerem a utilização de “cartões SMED”, que descrevem o padrão do novo processo de setup definido.

Em alguns artigos, não fica clara a interação do(s) pesquisador(es) com a equipe na aplicação do SMED, o que sugere a falta da participação direta dos

executores do processo. Em discordância, Méndez e Rodriguez (2015) colocaram a necessidade da participação dos operadores para a validação das atividades do processo atual mapeado, e do novo padrão proposto. Os autores salientaram a importância do treinamento de toda a equipe e sugeriram a utilização da “matriz de versatilidade”, que representa o nível de capacidade de execução do setup de cada operador, a partir do treinamento recebido.

Patel; Dale e Shaw(2001) realizaram uma análise em empresas manufatureiras, e apontaram como barreiras na implementação do SMED fatores como a resistência à mudança, sugerindo o envolvimento dos operadores como fator crítico de sucesso. O entendimento dos possíveis ganhos na redução dos setups no processo produtivo pela equipe, o suporte da equipe de gestão, além da auditoria periódica do novo processo, também, foi apontado pelos autores como fatores chave na implementação do SMED.

No trabalho de Neumann e Ribeiro (2004), os autores apresentaram um caso particular, em que a iniciativa do SMED surgiu da empresa cliente, sendo a utilização da metodologia parte de um programa de desenvolvimento de fornecedores.

Divergindo das abordagens anteriores, baseadas no conceito do SMED como um projeto específico, Moreira e Silva Pais (2011) propuseram a utilização de um programa contínuo, por meio da formação de times específicos, chamados pelos autores de “times SMED”, direcionados continuamente na promoção da melhoria dos processos de setup em todos os processos da planta.

Assim, nota-se que nos artigos do portfólio nos quais se tem clara a abordagem de implementação do SMED, há a predominância da mesma como uma iniciativa isolada, um projeto específico. É perceptível que os autores se preocuparam em definir e recomendar alguns passos anteriores ou requisitos ao processo de melhoria para a inicialização do projeto, e mecanismos que promovam a manutenção do novo padrão, como as auditorias periódicas, os cartões de setup, e a matriz de versatilidade de funções.

## **4.2 Ferramentas e técnicas utilizadas**

Diante do resultado do portfólio bibliográfico da pesquisa, verificou-se a utilização de algumas ferramentas e técnicas sugeridas pelos autores, de forma a facilitar a análise e a aplicação do SMED, e propostas em diferentes estágios da metodologia. A Figura 3 mostra as ferramentas técnicas utilizadas de forma sistemática nos estágios conceituais da metodologia em que foram utilizadas.

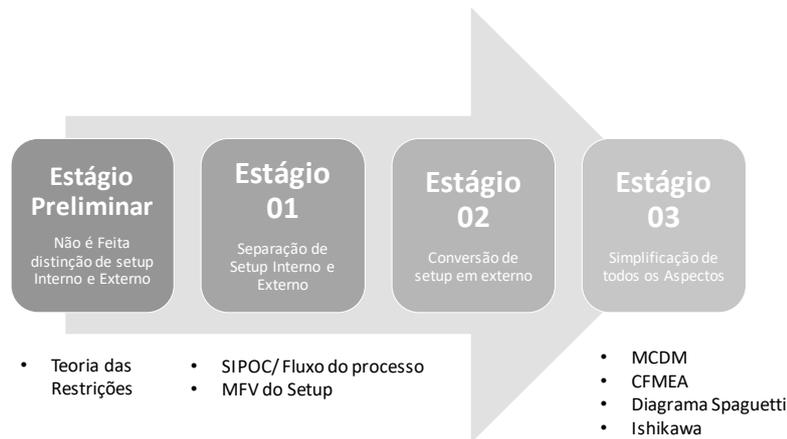


Figura 3 - Técnica e Ferramentas utilizadas  
 Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Méndez e Rodriguez (2015) utilizaram-se da teoria das restrições na verificação do processo gargalo no sistema produtivo. Dessa forma, segundo os autores, a prioridade das ações se direciona àquela máquina ou processo que limita a capacidade produtiva do sistema. Essa análise ocorre antes do estágio preliminar.

No estágio 1, para a análise do processo de setup interno e externo, Lv et al.(2015) propuseram a utilização do mapeamento de fluxo de valor aplicado ao processo de setup. Segundo os autores, o mapeamento do fluxo de valor do setup permite uma análise mais profunda do que simplesmente o check-list de atividades internas e externas proposto por Shingo (1985); pois, é capaz de, já nessa fase, captar outros desperdícios no processo de setup. Já Bevilacqua et al. (2015) propuseram o mapeamento das atividades através da representação de fluxo do processo, mapeado através da matriz SIPOC (Suppliers-Inputs-Process-Output-Clients), ressaltando que a ferramenta disponibiliza informações importantes para o processo de melhoria.

O estágio 3 da metodologia é o que se permite maior liberdade para novas ferramentas de análise, já que busca o aperfeiçoamento geral do processo. Belivacqua et al. (2015) utilizaram o diagrama Spaguetti, com o objetivo de identificar as movimentações realizadas pelos operadores durante o setup, verificando, assim, deslocamentos que sejam desnecessários, ou que possam ser transferidos para setups externos, além de analisar problemas em relação ao layout.

Singh e Khanduja (2012) desenvolveram o changeover FMEA (Failure Mode and Effect Analysis ou análise de efeito e modo de falha, em português), criando um passo a passo para o método FMEA, já utilizado em processos, produtos e serviços, mas aplicados em processos de troca complexos. Segundo o autor, através da documentação dos riscos e a definição de medidas a serem tomadas, caso aconteça intercorrências, tais procedimentos objetivam minimizar tomadas de decisões inesperadas, reduzindo os custos associados, além de ser um catalisador para o trabalho em equipe.

Almomany et al.(2013) propuseram a utilização de técnicas de análise de multicritério de apoio à decisão (do inglês Multiple Criteria Decision-Making – MCMD) na análise das alternativas disponíveis de processos de setups. Dessa forma, pode se levar em consideração, ao escolher o novo processo, critérios como custo, energia, segurança, qualidade, manutenção, entre outros.

Também foi verificada a utilização de ferramentas como o diagrama de Ishikawa, gráfico de Pareto e lista de defeitos para a identificação de problemas em geral que afetam o desempenho no processo de setup.

### 4.3 Críticas e Contribuições a metodologia

Estudos apresentaram críticas à metodologia desenvolvida por Shingo (1985). Mcintosh et al.(2007), Mcintosh et al.(2000) e Sugai; Mcintosh e Novaski (2007) criticaram a falta de atenção da metodologia nos períodos de run-up e run-down (aceleração e desaceleração), representados na Figura 2.4, considerados pelos autores como períodos com possibilidade de grandes perdas para a capacidade produtiva e com potenciais oportunidades de ganho, quando atuadas de forma concentrada. Sugai; Mcintosh e Novaski (2007) mostraram, através de estudo de caso em uma fábrica localizada no Brasil, que já havia introduzido a metodologia SMED, a existência das perdas ocorridas nestes períodos.

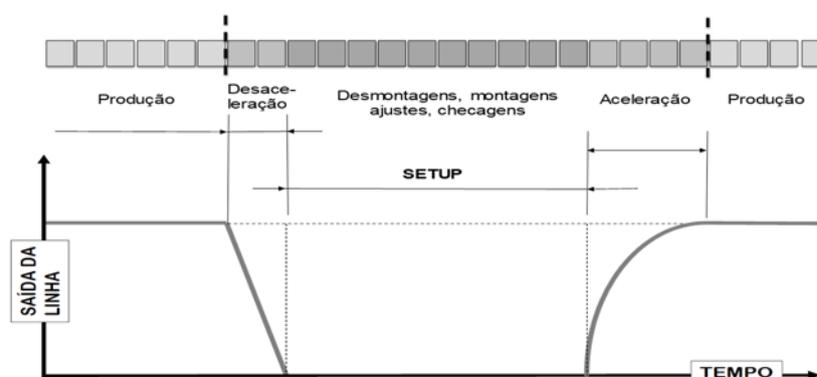


Figura 4 - Períodos de Desaceleração e Aceleração  
Fonte: Adaptado de Sugai; Mcintosh e Novaski (2007).

Méndez e Rodríguez (2015) realizaram um estudo de caso focado na atuação no período de aceleração. Encontrou-se um alto tempo de parada devido à espera do resultado de um ensaio metalográfico para a verificação da conformidade do novo lote a ser fabricado. Nesse caso, os autores propuseram uma análise preliminar, Um outro teste com o tempo para o resultado mais rápido. Caso nessa análise inicial o resultado conferido estivesse dentro do padrão estabelecido, dever-se-ia continuar a produção, mantendo os produtos em “quarentena” até que o resultado do ensaio fosse disponibilizado, reduzindo-se assim o tempo de espera.

Outro ponto colocado como não explorado por Shingo (1985) foi a melhoria

no projeto de máquinas e dispositivos, com objetivo de reduzir o tempo de setup, por meio da simplificação, aceleração ou eliminação dos ajustes (SUGAI; MCINTOSH; NOVASKI, 2007). Esse conceito ficou conhecido como “design for changeover”, ou “projeto para a troca”, e segundo Sugai; Mcintosh e Novaski (2007), resulta em dois benefícios: a possibilidade de reduzir o impacto restritivo do período de aceleração na capacidade produtiva, e garantia de maior estabilidade nos tempos de setup no longo prazo. Das; Venkatadri e Pandey (2014) e Trojanowska et al., (2015) atingiram grandes reduções no processo de troca através de ideias inovadoras de mudança no projeto dos dispositivos das máquinas.

Outras oportunidades levantadas foram os ganhos obtidos a partir de um sequenciamento das diferentes transições possíveis entre os produtos a serem fabricados, favorecendo as reduções do tempo de setup (SUGAI; MCINTOSH; NOVASKI, 2007), as melhorias relacionadas a uma melhor comunicação entre os envolvidos no processo, e a recomendação do uso de ferramentas que favoreçam a construção de soluções inovadoras, como o brainstorming (MCINTOSH; OWEN et al., 2007).

## 5. CONCLUSÃO

Com a análise dos artigos, foi possível verificar a flexibilidade de utilização do SMED em ambiente de manufatura, por meio dos ganhos obtidos na aplicação da metodologia em diversos processos observados nos estudos de caso. No entanto, não foi encontrada na literatura pesquisada a utilização da metodologia em ambientes de serviços, o que sugere que as fases e técnicas apresentadas por Shingo (1985) não estejam totalmente adequadas a este ambiente, haja vista que existem iniciativas de redução de setup nesse setor, como por exemplo, em centro cirúrgico hospitalar.

Observou-se também que vários autores propuseram novas técnicas e ferramentas em conjunto com a metodologia, obtendo bons resultados. Isto sugere que os usuários não se limitem ao uso das técnicas definidas inicialmente, mas adaptem diferentes soluções para os diversos problemas.

Projeto para troca nos equipamentos e o foco nos períodos de aceleração e desaceleração foram apontados, por meio de aplicações, como oportunidades de potenciais ganhos aos sistemas produtivos.

Em relação às abordagens de implementação do SMED, pode-se observar que autores já propuseram algumas sistemáticas, geralmente colocando o SMED como um projeto específico, não integrado a uma cultura de melhoria contínua. Alguns artigos evidenciam a importância da participação dos executores do processo na construção da melhoria, levando à consciência da importância da iniciativa para a organização, e da necessidade de uma abordagem que favoreça a criação de soluções inovadoras. Diante disso, abordagens participativas que promovem a melhoria contínua e que privilegiam a inovação, como a Toyota Kata

(ROTHER, 2010), podem trazer bons resultados.

## REFERÊNCIAS

- ALMOMANI, M. A. et al. A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques. *Computers & Industrial Engineering*, v. 66, n. 2, p. 461-469, 10// 2013.
- BEVILACQUA, M. et al. A Changeover Time Reduction through an integration of lean practices: A case study from pharmaceutical sector. *Assembly Automation*, v. 35, n. 1, p. 22-34, 2015.
- CARRIZO MOREIRA, A.; CAMPOS SILVA PAIS, G. Single Minute Exchange of Die: A Case Study Implementation. *Journal of technology management & innovation*, v. 6, n. 1, p. 129-146, 2011 2011.
- DAS, B.; VENKATADRI, U.; PANDEY, P. Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 71, n. 1-4, p. 307-323, 2014.
- FERRADAS, P. G.; SALONITIS, K. Improving Changeover Time: A Tailored SMED Approach for Welding Cells. *Procedia CIRP*, v. 7, p. 598-603, // 2013.
- FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M. Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso. *Gestão & Produção*, v. 10, n. 2, p. 163-181, 2003-08 2003.
- GRZYBOWSKA, K.; GAJDZIK, B. Optymisation of equipment setup processes in enterprises Optimizacija postupka postavljanja opreme u poduzecima. *Metalurgija*, v. 51, n. 4, p. 555-558, 2012.
- KITCHENHAM, B. Procedures for Performing Systematic Reviews. Joint Technical Report, Software Engineering Group, Keele University and Empirical Software Eng., Nat'l ICT Australia, 2004.
- KUMAR, B. S.; ABUTHAKEER, S. S. PRODUCTIVITY ENHANCEMENT BY IMPLEMENTING LEAN TOOLS AND TECHNIQUES IN AN AUTOMOTIVE INDUSTRY. *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara - International Journal of Engineering*, v. 10, n. 1, p. 167-172, 2012.
- LV, M. et al. Analysis and Application of SMED in an Injection Molding Machine Based on VSM. *Industrial Engineering, Machine Design and Automation (Iemda*

2014) & Computer Science and Application (Ccsa 2014), p. 143-149, 2015 2015.

MCINTOSH, R. et al. Changeover improvement: Reinterpreting Shingo's "SMED" methodology. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 54, n. 1, p. 98-111, 2007.

MCINTOSH, R. I. et al. A critical evaluation of Shingo's 'SMED' (Single Minute Exchange of Die) methodology. *International Journal of Production Research*, v. 38, n. 11, p. 2377-2395, 2000.

MORALES MENDEZ, J. D.; SILVA RODRIGUEZ, R. Set-up reduction in an interconnection axle manufacturing cell using SMED. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2015.

MOXHAM, C.; GREATBANKS, R. Prerequisites for the implementation of the SMED methodology: A study in a textile processing environment. *International Journal of Quality and Reliability Management*, v. 18, n. 4, p. 404-414, 2001.

NEUMANN, C. S. R.; RIBEIRO, J. L. D. Desenvolvimento de fornecedores: um estudo de caso utilizando a troca rápida de ferramentas. *Production*, v. 14, n. 1, p. 44-53, 2004 2004.

PATEL, S.; DALE, B. G.; SHAW, P. Set-up time reduction and mistake proofing methods: An examination in precision component manufacturing. *TQM Magazine*, v. 13, n. 3, p. 175-179, 2001.

SHINGO, S. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Cambridge, MA: Productivity, 1985.

SINGH, B. J.; KHANDUJA, D. SMED: For quick changeovers in foundry SMEs. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 59, n. 1, p. 98-116, 2010.

SINGH, B. J.; KHANDUJA, D. Risk management in complex changeovers through CFMEA: An empirical investigation. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, v. 10, n. 4, p. 470-494, 2012.

SUGAI, M.; MCINTOSH, R. I.; NOVASKI, O. Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. *Gestão & Produção*, v. 14, n. 2, p. 323-335, 2007 2007.

SURESH KUMAR, B.; SYATH ABUTHAKEER, S. Implementation of lean tools and techniques in an automotive industry. *Journal of Applied Sciences*, v. 12, n. 10, p. 1032-1037, 2012.

TROJANOWSKA, J. et al. Shortening Changeover Time - An Industrial Study. Proceedings of the 2015 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (Cisti 2015), 2015 2015.

**ABSTRACT:** AIMS(S): The objective constitutes, in literature review with a focus on SMED methodology (Single Minute Exchange of Die), identifying the implementation approaches, tools and analysis techniques used, as well as contributions and criticisms of methodology. **METHODOLOGY:** The work presents systematic review of the literature qualified, focused on the theme of SMED, resulting in a final portfolio of 20 articles analyzed in accordance with the lens set in the research objectives presented. **RESULTS:** The review resulted in the identification of different implementation approaches of SMED, which include the proposition of some systematic; variation in the level of participation of operators in the construction process of the improvement of the proposals; and the design of implementation of SMED as a project, or an ongoing process in the quest for reduced setup. Analysis tools or proposals in items were identified and organized systematically, such as value stream mapping (VSM) applied to the setup and Spaguetti diagram, and even the use of recommended techniques in complex setups processes such as changeover FMEA analysis and Multiple Criteria Decision-Making Techniques applied in choosing the most appropriate exchange process configuration. Focus on the run-down and run-up, and design for exchange are mentioned by authors as some opportunities in the methodology. **PRACTICAL IMPLICATIONS:** The work helps to provide users of the SMED, the knowledge developed in the application of the methodology for analyzing the different ways of implementing the approach in manufacturing processes in the literature, and to gather the tools and techniques developed associated with the SMED phases. Moreover, they gathered some points of potential gains in the setup process highlighted by the authors, not exploited in the methodology.

**KEYWORDS:** Single Minute Exchange of Die, SMED, Lean Implementation

## **CAPÍTULO III**

### **ADOÇÃO DA ESTRATÉGIA DE POSTPONEMENT NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DO SEGMENTO AUTOMOTIVO**

---

**Juan Pablo Silva Moreira  
Jaqueline Luisa Silva  
Janaína Aparecida Pereira**

## ADOÇÃO DA ESTRATÉGIA DE POSTPONEMENT NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DO SEGMENTO AUTOMOTIVO

**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 contexto atual da globalização influenciado pela dinâmica dos mercados, competitividade, e consumidores mais exigentes, tem impulsionado as organizações em sua busca por estratégias de produção que atendam às necessidades do mercado através de custos baixos, qualidade, flexibilização do produto e agilidade na entrega. Assim, o objetivo deste artigo é analisar a aplicação da estratégia de postponement em uma empresa fabricante de sidecar, que por questão de confidencialidade será nomeada como Empresa Alfa, bem como demonstrar os benefícios dessa estratégia, aplicada ao segmento industrial de um pequeno 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 metodologia postponement pode ser identificada como uma estratégia que mostra ser eficiente principalmente para o atual ambiente competitivo, já que possibilita que as indústrias reduzam a complexidade nos processos de manufatura e auxiliam a tomar decisões quanto a uma demanda imprevisível.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lean Manufacturing, Postponement, processo produtivo, indústria, metalomecânico.

### 1. INTRODUÇÃO

O contexto atual da globalização influenciado pela dinâmica dos mercados, competitividade, e consumidores mais exigentes, tem impulsionado as organizações em sua busca por estratégias de produção que atendam às necessidades do mercado através de custos baixos, qualidade, flexibilização do produto e agilidade na entrega.

Em virtude deste fato, o processo de inovações tecnológicas, se mostra muito importante para que as empresas elaborem periodicamente procedimentos que auxiliem a dar um direcionamento quanto ao processo de toma de decisão,

garantindo, que seus produtos estejam sempre atualizados. De acordo com Tidd et al. (2008) a era de tecnologia está interligado às novas maneiras de se planejar, organizar ou coordenar os fatores julgados essenciais, possibilitando métodos mais lucrativos de se obter um aumento da rentabilidade desejada pelo empreendimento.

Na indústria do segmento automotivo, a busca por uma inovação nos processos produtivos tem se tornado bastante preocupante, já que, por se tratar de um nicho de mercado reduzido, se torna necessário estar sempre acompanhando as necessidades dos clientes, que sempre estão em busca de adaptações que atendam às suas necessidades. Deste modo, um bom planejamento por parte dos gestores se torna um fator imprescindível para adquirir melhores posições no mercado, uma vez que as empresas buscam cada vez mais por uma produção enxuta e que reduza o seu índice de desperdícios (SILVA et al., 2016).

Os modelos de sidecars (dispositivo preso ao lado da motocicleta) utilizados a princípio para transportar militares durante as disputas territoriais militares, atualmente foram elaborados para transportar diversos produtos, dando maior comodidade ao cotidiano da sociedade. Para Miranda (2012) os primeiros tipos sidecar foram desenvolvidos pelo exército alemão no período da Segunda Guerra Mundial com o objetivo de viabilizar um transporte mais eficiente e com uma quantidade maior de soldados do Eixo para combater nas linhas de frente contra o exército Aliado.

A empresa em análise, que por questão de confidencialidade será considerada apenas como Empresa Alfa, que se localiza na cidade Patos de Minas, no estado de Minas Gerais, tem como nicho de mercado a fabricação de modelos de sidecars. Este produto adquiriu seu grande espaço no mercado competidor em virtude do fortalecimento da demanda por um equipamento mais prático e eficiente e que consegue transportar mercadorias em locais de difícil acesso sem maiores dificuldades (MOREIRA et al., 2015).

O conceito de postponement pode ser caracterizado por adiar a configuração final ou o deslocamento final de determinado processo de um produto ou serviço até que se conheça o perfil da demanda, conforme corrobora o autor Ballou (2004, p.61) “o tempo da remessa e a localização do processamento do produto acabado na distribuição devem ser adiados até que os pedidos sejam recebidos”. Desta forma, este novo conceito de fabricação passou a ser adotado nas empresas, possibilitando um aumento na competitividade, ao proporcionar agilidade no atendimento às exigências dos clientes quantos aos produtos diferenciados e que necessitam de maior flexibilidade para se adaptar as constantes mudanças de cenário do mercado.

Assim, o objetivo deste artigo é analisar a aplicação da estratégia de postponement em uma empresa fabricante de sidecar, que por questão de confidencialidade será nomeada como Empresa Alfa, bem como demonstrar os benefícios dessa estratégia, aplicada ao segmento industrial de um pequeno empreendimento. Para tanto, serão desenvolvidos procedimentos operacionais para que o processo de pré-montagem dos modelos de sidecars fabricados pela

empresa sejam padronizados, reduzindo desta forma os custos e o tempo gasto com a montagem dessas acoplagens.

Desta forma, a fim de evidenciar o tema analisado com maior eficiência, elaborou-se um trabalho mediante o estudo sistemático dos conteúdos disponíveis em métodos, técnicas e procedimentos de caráter técnico-científico. Por isso, esta pesquisa foi caracterizada como exploratória e de caráter qualitativo, pois para Gil (2008) este tipo de pesquisa visa proporcionar aos autores maior familiaridade com o problema e, com isso se torna possível evidenciar a problemática de forma clara e objetiva.

Além disso, o autor Godoy (1995) salienta que este tipo de pesquisa permite que pesquisadores vão “a campo buscando “captar” o fenômeno a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes”.

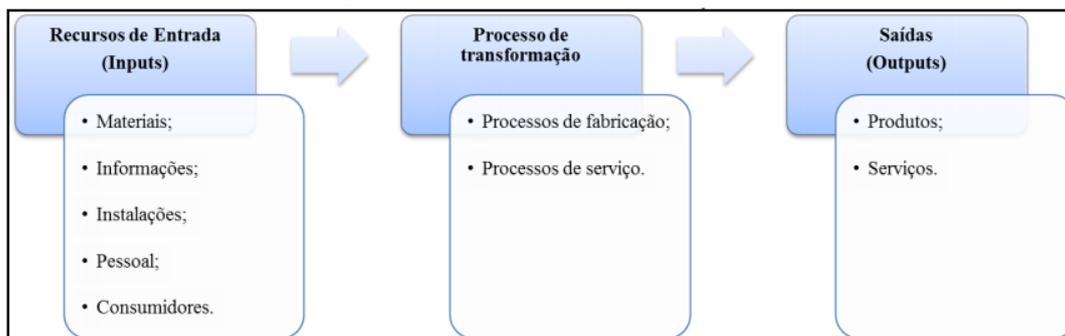
## **2. GESTÃO DA PRODUÇÃO**

Administração da Produção ou Gestão da Produção pode ser definida como uma atividade de gerenciamento dos recursos envolvidos para a transformação de insumos e matérias-primas em produtos acabados e/ou serviços, visando atender aos objetivos predefinidos pela organização. Para Moreira (2002, p. 03) o conceito de Gestão da Produção pode ser analisado como “o campo de estudo dos conceitos e técnicas aplicáveis à tomada de decisões na função de produção ou operações”.

Os autores Davis, Aquilano e Chase (2001, p. 24-25) relatam que a “administração da produção é o termo utilizado para o gerenciamento dos recursos necessários para o processo de transformação de matérias- primas através de componentes (máquinas, mão de obra, informações, ferramentas) para obtenção de bens ou serviços”. O processo de transformação de inputs em outputs com agregação de valor é a atividade principal de um sistema de produção, sendo de substancial importância uma eficiente administração, para que assim a organização atinja suas metas.

A figura a seguir evidencia o processo de transformação de matérias-primas em produtos ou serviços de um sistema de produção:

Figura 1 – Processo de Transformação.



Fonte: Adaptação de Slack, Chambers, Johnston (2002, p. 36).

Segundo o autor Erdmann (1998, p. 11) “o ato de produzir implica em transformar” e pode ser considerado o resultado prático, material ou imaterial, gerado de forma intencional por meio de um conjunto de fatores organizados. Slack et al. (2002) destaca a Gestão da Produção\Administração da Produção como o fator mais importante no sucesso econômico do sistema de produção, pois é responsável pela forma na qual os recursos humanos, materiais, tecnológicos e de capital são organizados e gerenciados, proporcionando coordenação, responsabilidades e controles efetivos.

O gerenciamento da produção se encontra em todas as áreas de atuação do ambiente organizacional, envolvendo os diretores, gerentes, supervisores e colaboradores. Uma das principais atribuições dos responsáveis pela Gestão da Produção é entender quais as necessidades e desejos dos consumidores e traduzi-los dentro dos objetivos organizacionais, para assim atender as principais implicações de objetivo de desempenho específico, sendo eles: qualidade, custo, flexibilidade, tempo de entrega, atendimento, produtividade e inovação (MOREIRA 2000; MARTINS e LAUGENI, 2002; SLACK; CHAMBERS e JOHNSTON, 2002).

Constata-se que a função produção existe em todo tipo de empresa, seja ela de manufatura (produtos) ou operações (serviços) e por isso, torna-se fundamental uma boa gestão de todo os recursos envolvidos. Além disso, um bom planejamento permite que a organização alcance níveis satisfatórios de qualidade, diminuição de custos e aumento da produtividade. A Gestão da Produção veio com o objetivo de gerenciar e organizar os recursos humanos, tecnológicos, materiais e de capital, proporcionando responsabilidades, coordenação e controles efetivos dentro da organização (JUNIOR, 2012, p. 18-20).

Nesse sentido, as empresas ao buscarem por produtividade para se manterem atuantes no mercado em que estão inseridas, aceleram seu processo de desenvolvimento por meio do acesso aos recursos tecnológicos, além da implantação de processos de gerenciamento para realização de atividades de acordo com os requisitos dos clientes, sejam eles externos ou internos. Uma forma das empresas administrarem melhor seus recursos e utilizá-los de maneira mais efetiva, para diminuição de consumo de matérias primas e conseqüente diminuição de desperdício, é a estratégia de postponement.

## 2.1 Postponement

O conceito de postponement vem sendo discutido desde a década de 50, sendo uma estratégia logística utilizada para que as organizações tornem seus processos produtivos mais ágeis, com maior flexibilidade, diminuam custos e reduzam desperdícios. Normalmente, a utilização do postponement se encontra em produtos com ciclo de vida curto e demanda com baixa previsão de vendas, pois sugere que a mudança na forma ou identidade dos produtos aconteça em último estágio do processo produtivo.

Operacionalmente, o postponement, envolve o conceito de desenvolver e projetar produtos padrões ou genéricos que possam ser customizados rapidamente, permitindo um estoque antecipado da linha completa em apenas um ou alguns locais estratégicos. O postponement, também chamado de postergação ou adiamento, pode ser dividido em duas formas básicas que segue: postponement de forma, quando o produto está inacabado aguardando a confirmação do pedido para ser finalizado, e postponement de tempo, quando o produto acabado aguarda apenas a movimentação (FERREIRA e BATALHA, 2007).

Os autores Pagh & Cooper (1998) tiveram uma importante contribuição para ampliação do postponement, desenvolvendo quatro estratégias para a sua aplicação na cadeia de suprimentos (quadro 1). Entre as estratégias, duas são representadas tanto pelo postponement de manufatura como pelo postponement logístico. As outras duas estratégias são formadas pela combinação de ambos, formando o postponement completo.

Quadro 1 – Matriz P/E e estratégias genéricas da cadeia de suprimentos

		LOGÍSTICA	
		Especulação Estoque descentralizados	Postponement Estoque centralizados e distribuição direta
Manufatura	Especulação Fabricação para Estocagem	Estratégia de especulação total	Estratégia de postponement de logística
	Postponement Fabricação por Pedidos	Estratégia de postponement de manufatura	Estratégia de postponement total

Fonte: Adaptado de Pagh & Cooper (1998, p.15)

Van Hoek (2001) define também o postponement de lugar. O autor afirma que este tipo de postponement está relacionado com os diferentes locais que os

produtos acabados podem ser encaminhados, antes mesmo da solicitação do pedido, e o de tempo, que se refere à movimentação daqueles produtos finais que já foram solicitados (sob encomenda). Nota-se que o postponement logístico faz parte tanto do postponement de tempo, quanto o de lugar.

A aplicação do postponement exige na maioria das vezes mudanças dentro das organizações, na forma como os funcionários executam cada tarefa, como é sequenciado as ordens de produção, as matérias primas e equipamentos utilizados. Além disso, a forma de tratamento dentre os setores industriais com relação à utilização do postponement varia nas etapas de montagem, empacotamento e rotulagem final. O postponement de montagem final é geralmente aplicado a produtores eletrônicos, automotivos, equipamentos de escritório e tecnologia médica, por outro lado, o postponement no empacotamento e rotulagem é praticado em maior amplitude nos setores de alimentos, moda e química.

O conceito de postponement se difundiu por todo o mundo e diversas organizações como, Dell Computer, Motorola, Hewlett-packard (HP) Companhia, Toyota Motor Corporation, entre outras, estão utilizando-o, porém suas aplicações são atualmente muito menores do que se esperava. No Brasil, por exemplo, poucos estudos relatam a utilização do postponement para o desenvolvimento de novos produtos e processos. Desta forma, destaca-se a importância de analisar todos os fatores que propiciam a aplicação do postponement, bem como os impactos causados por esta metodologia nas organizações.

## **2.2 Fatores que propiciam a aplicação do Postponement**

Com a globalização dos mercados e rápida disseminação das informações, os consumidores estão demandando produtos cada vez mais inovadores e tecnológicos, para tanto, as empresas respondem com versões de produtos diferenciados e que atendam suas necessidades. Em contrapartida, o ciclo de vida desses produtos se encontra cada vez menor, com isso as organizações se sentem na necessidade de rever seus processos para torná-los mais flexíveis e padronizados (LINT & PENNING, 2001).

Nesta perspectiva, o uso do postponement tem sido visto como uma importante contribuição para que as empresas aperfeiçoem seus processos produtivos e desenvolvam novos produtos. A tabela a seguir, apresenta as principais publicações internacionais de fatores que propiciam a aplicação do postponement (SAMPAIO, 2003).

Tabela 1 – Fatores chaves para aplicação do postponement

<b>Fonte</b>	<b>Fatores Chaves</b>
Bowersox e Closs (1996)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preço elevado do produto;</li> <li>- Demanda instável;</li> <li>- Elevado número de marcas e versões do produto (variações no peso e tamanho do produto);</li> <li>- Alto percentual de materiais comuns.</li> </ul>
Cooper (1993) e Van Hoek, (1998)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Processo modular, com projeto modular do produto;</li> <li>- Baixa complexidade na operação de personalização;</li> <li>- Fontes de múltiplas locações;</li> <li>- Módulos intercambiáveis;</li> <li>- Formulação e periféricos específicos do produto;</li> <li>- Produto de alto valor monetário;</li> <li>- Ciclo de vida do produto;</li> <li>- Elevada oscilação da demanda;</li> <li>- Necessidade de lead time curto e confiável;</li> <li>- Competição em preço;</li> <li>- Mercado segmentado.</li> </ul>
Van Hoek (1999)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intensidade de utilização da tecnologia de informação integrando os processos internos;</li> <li>- Intensidade de utilização da tecnologia da informação integrando os processos inter organizacionais;</li> <li>- Nível de turbulência do mercado;</li> <li>- Frequência de mudança tecnológica de produtos e processos;</li> <li>- Nível de complexidade da etapa final do processo de manufatura e número de atividades de customização realizada pela operação.</li> </ul>
Dröge <i>et al.</i> (1995)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnologia da informação;</li> <li>- Baixa previsibilidade da demanda.</li> </ul>
Pagh e Cooper (1998)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estágio do ciclo de vida;</li> <li>- Volume; estratégia de custo/serviço;</li> <li>- Tipo de produto, variedade;</li> <li>- Perfil de valor, densidade monetária;</li> <li>- Tempo de entrega, frequência de entrega;</li> <li>- Nível de instabilidade da demanda;</li> <li>- Economia de escala;</li> <li>- Complexidade da personalização.</li> </ul>

Fonte: Sampaio (2003)

De acordo com o estudo, vários são os fatores responsáveis para que as organizações adotem o postponement em seu sistema de produção, são eles: demanda instável, altos preços de produtos, várias marcas e versões de um mesmo produto, elevado índice de materiais comuns e variações no peso. Para o Brasil, Sampaio apud Ferreira e Batalha (2007), apresentaram fatores operacionais que propiciam a prática do postponement, conforme visto no quadro 2:

Quadro 2 – Fatores operacionais que favorecem a prática do postponement no Brasil

<b>Dimensão</b>	<b>Aspectos</b>
<b>Produto</b>	Modularidade (se o produto é por peça), formulação específica do produto, complexidade e customização final, densidade monetária (preço do produto).
<b>Processo</b>	Processo modular (se o processo de fabricação é realizado em partes), processos produtivos sobrecarregados, processos de manufaturas flexíveis, pulmão estratégico, economia de escala.
<b>Mercado</b>	Variação da demanda, volume, estágio do ciclo de vida (estágio do produto no mercado), ciclo de vida (prazo de validade), tempo de entrega, frequência de entrega, adoção.
<b>Cadeia de Suprimentos</b>	Relacionamento colaborativo, resposta rápida dos fornecedores, proximidade com os fornecedores, sequenciamento de peças, legislação, treinamentos, sistemas pós venda.
<b>Liderança</b>	Estratégia da organização, comprometimento.
<b>Tecnologia</b>	E-commerce, sistema de pagamento (aos fornecedores), fornecedores de equipamentos fabris (se a empresa tem fornecedores de equipamentos que possibilitem a estratégia de <i>postponement</i> ).

Fonte: Sampaio apud Ferreira e Batalha (2007)

Estes fatores operacionais apresentados pelas empresas brasileiras após a aplicação do postponement podem se tornar elementos estratégicos e de fácil identificação por meio de instrumentos de controle, como o check list. Com o auxílio desta ferramenta, os fatores podem ser melhores verificados, planejados ou aperfeiçoados. Por fim, cabe ressaltar que cada empresa terá que avaliar se a aplicação do postponement será válida para o seu negócio, para isso, é necessário que seja feita uma avaliação das características da organização e sejam levados em consideração questões como custo, variedade de produtos ofertados, complexidade e obsolescência.

### 3. METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada uma pesquisa para determinar a utilização da filosofia Postponement como impulsionadora no processo de padronização do processo produtivo dos sidecars fabricados pela Empresa Alfa. Para dar sequência ao processo de análise desta nova forma de se produzir os sidecars, optou-se, pela realização de uma reunião com os gestores e colaboradores para analisar os benefícios de se padronizar o processo produtivo de todos os sidecars fabricados pelo empreendimento e como esse fato reflete na lucratividade e na produtividade da organização. Assim, após a reunião com todos os envolvidos no processo de fabricação pode-se evidenciar que apesar da diferença no modelo de fabricação dos produtos, o processo de pré-montagem dos modelos de sidecars podem ser fabricados de forma padronizada.

Entretanto, como havia uma equipe específica encarregada por fabricar etapas distintas do processo produtivo, foi necessário realizar uma análise de quais etapas de fabricação podem ser padronizadas sem que isso afete na qualidade dos

produtos fabricados pela Empresa Alfa. Em virtude deste fato, para que os resultados analisados fossem eficientes, o processo de análise da metodologia Postponement 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 os processos de fabricação de cada um dos modelos de sidecars, 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.

#### **4. ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Com base nas informações coletadas, foi desenvolvida uma proposta para a implantação da metodologia postponement no processo de produção dos sidecars fabricados pela Empresa Alfa. A primeira atividade evidenciada nesta proposta, foi a realização de uma reunião para que gestores e colaboradores pudessem esclarecer as informações sobre o funcionamento dos sidecars e como é realizado o processo de fabricação dos equipamentos da organização.

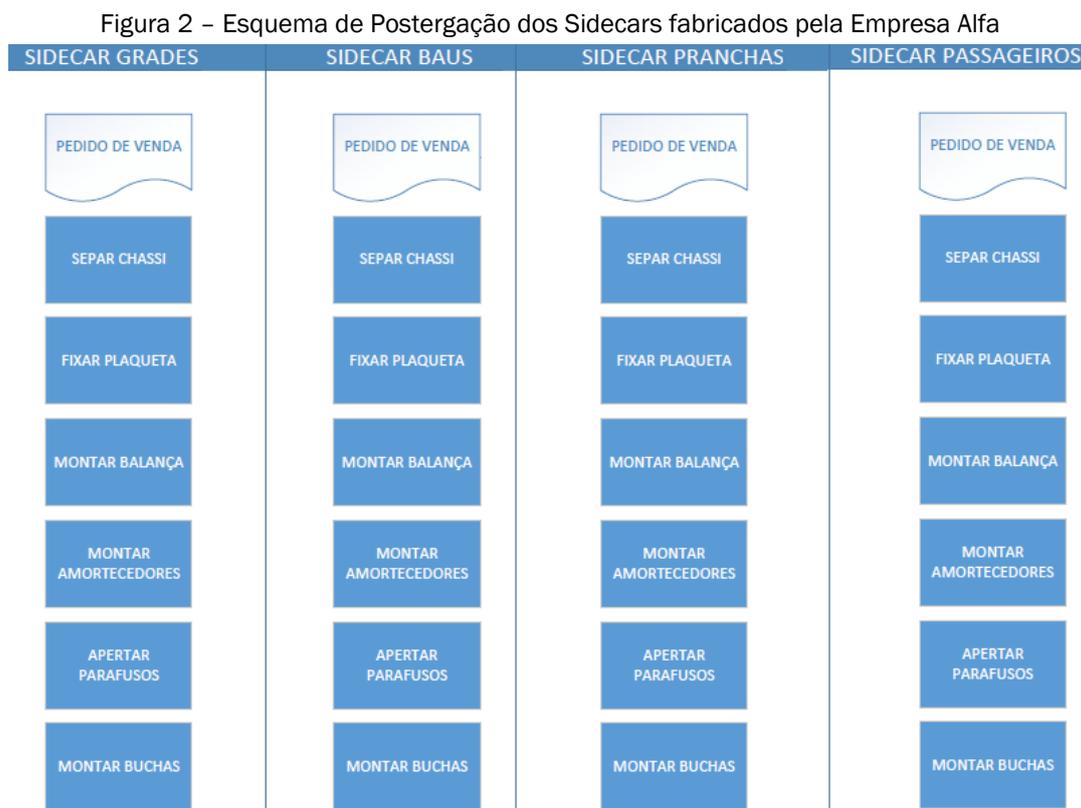
Desta forma, com base nos esclarecimentos adquiridos, foi possível definir os objetivos estratégicos para a elaboração de uma análise eficiente que beneficiasse tanto colaboradores quanto os consumidores que adquirem os produtos do empreendimento em análise. Para Sampaio (2003) a implantação da metodologia postponement só se torna benéfica para o empreendimento, quando são levados em consideração os fatores que agreguem valor tanto para os gestores e colaboradores quanto para os clientes.

Holcomb e Hitt (2007) a primeira medida que deve ser tomada para garantir a eficiência de uma análise que envolva o processo produtivo industrial é a definição de uma equipe que deverá analisar todo o processo, verificando todos os benefícios de se obter um estoque intermediário padrão e como este estoque auxiliará na fabricação de novos produtos. Assim, foi definida a equipe que realizará todo o processo de viabilização da metodologia postponement na Empresa Alfa.

Devido à falta de um controle preciso da demanda dos sidecars vendidos pela organização, não se torna possível que os gestores tenham um controle de estoque específico para cada produto fabricado. Desta forma, para dar continuidade ao processo de padronização dos sidecars, foi desenvolvido um planejamento com o objetivo de unificar o processo de fabricação dos equipamentos.

A partir desta análise foi possível elaborar um esquema que possibilitasse a

visualização de uniformidade do processo produtivo do empreendimento (figura 2).



Desta forma, com base na visualização da figura 2, foi possível demonstrar aos colaboradores que o processo produtivo agora é realizado de forma postergada, ou seja, a montagem final ocorre apenas com a existência de uma demanda. Porém, este esquema não possibilita que os colaboradores e gestores verifique todas as etapas das etapas da linha de produção por esse motivo, foi elaborado um fluxograma que demonstrasse todos os processos produtivos que dão origem aos sidecars fabricados pela Empresa Alfa (Anexo A).

A partir deste novo fluxograma, foi possível separar a fabricação do sidecar em três grupos: fabricação do chassi, fabricação da parte elétrica e montagem do sidecar. Desta maneira, como o sidecar passou a ser fabricado por postergação de peças, a parte referente a fabricação do chassi e da parte elétrica podem ser fabricadas para estoque, pois independentemente de qual o estilo de acoplagem for adquirido pelo cliente, será possível que aproveitar as peças fabricadas na linha de produção.

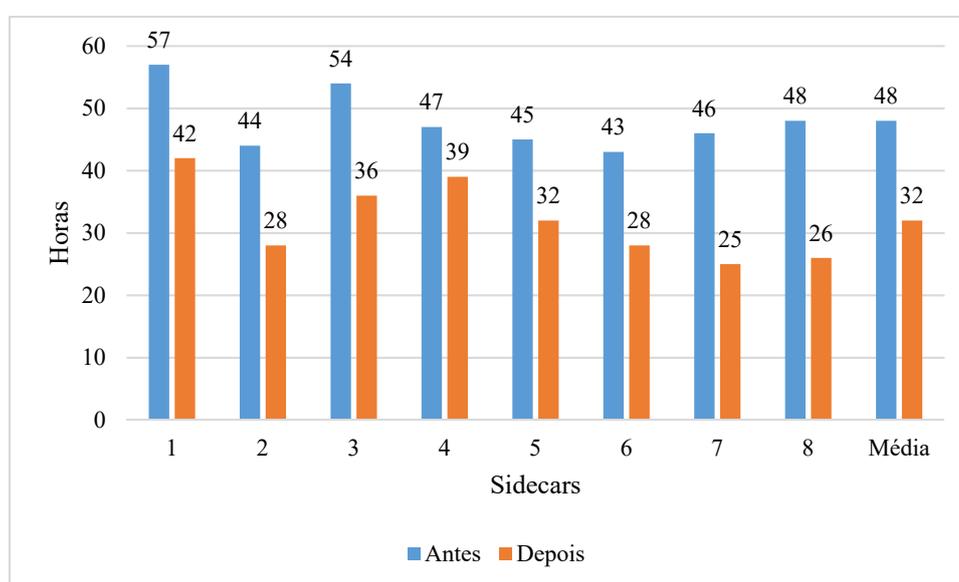
Entretanto, apesar da nova maneira de se produzir reduzir os custos com a fabricação dos sidecars, pode ocorrer falhas no processo de armazenagem das peças de postergação, neste caso, para prevenir que estas peças sejam danificadas ou estejam com alguma falha de fabricação, foi desenvolvido, juntamente com os gestores, um manual interno que tem a finalidade de prestar informações sobre o novo processo de fabricação dos modelos de sidecar e como deve ser realizado o armazenamento para que as peças previamente fabricadas

não estejam danificadas no momento da montagem final do sidecar.

Esta nova forma de se fabricar os sidecars ofereceu uma rentabilidade de superior a 10% em cada produto vendido, esta rentabilidade se deve ao fato de que a fabricação atual segue o tempo de setup da máquina e não apenas a demanda dos clientes.

Passando-se um mês após o período de análise, foi possível verificar que em um lote de dez sidecars fabricados, houve uma redução considerável no tempo da fabricação dos produtos desenvolvidos pela organização (figura 3), no qual foi possível evidenciar que o tempo médio de montagem de seis dias (quarenta e oito horas trabalhadas), foi substituído por quatro dias (trinta e duas horas trabalhadas), representando uma redução média de quatro três (dezesseis horas trabalhadas), ou seja, uma redução de aproximadamente 33% do tempo de fabricação.

Figura 3 – Levantamento da quantidade de horas utilizadas para Fabricação dos Sidecars



A diminuição do tempo de produção dos sidecars ocorreu devido ao melhoramento no controle de peças fabricadas, atualmente o gerenciamento do tempo de fabricação se tornou essencial para garantir a produtividade dos sidecars. Desta forma, foi possível evidenciar que a qualidade na produção dos equipamentos se tornou prioridade para os gestores e colaboradores e, reduzindo-se consideravelmente o índice de peças danificadas retornarem à linha de produção.

Foi aconselhado aos gestores da organização que esse percentual de lucratividade obtida fosse destinada a capacitação e treinamento dos colaboradores, pois além de melhorar significativamente a mão de obra profissional também aumenta a motivação dos colaboradores, fazendo com que eles desempenhem os produtos com mais qualidade.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desta pesquisa foi possível analisar que metodologia postponement pode ser identificada como uma estratégia que mostra ser eficiente principalmente para o atual ambiente competitivo, já que possibilita que as indústrias reduzam a complexidade nos processos de manufatura e auxiliam a tomar decisões quanto a uma demanda imprevisível.

Na empresa Alfa, a estratégia de postponement possibilitou que as peças padronizadas utilizadas no processo de fabricação dos modelos de sidecar sejam armazenadas até que a demanda do produto seja conhecida, 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.

## REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos / Logística empresarial**. 5ª Edição. São Paulo: Bookman, 2004.

BOWERSOX, D. J., COOPER, M. B., CLOSS, D. J., BOWERSOX, J. C. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. 4ª Edição. São Paulo: McGraw Hill - Artmed, 2014.

CUNHA, D. C. **Avaliação dos resultados da aplicação de Postponement em uma grande malharia e confecção de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2003. 598p.

ERDMANN, R. H. **Organizações de sistemas de produção**. 1 ed. Florianópolis: Insular, 1998. 216p.

FERREIRA, K. A.; BATALHA, O. M. **Condições para aplicação e uso do postponement na indústria de alimentos: o caso da empresa processadora de suco de laranja**. In: ENEGEP, Foz do Iguaçu, 2007.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v.35, n.3, p. 20-29, mai./jun. 1995.

HOLCOMB, T. R.; HITT, M. A. Toward a model of strategic outsourcing. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 2, p. 464-481, 2007.

JUNIOR, J. M. **Administração da Produção**. Curitiba: Iesde Brasil, 2012.

LINT, O.; PENNING, E. An option approach to the new product development process: a case study at Philips Electronics. **R&D Management**, v.31, n.2, 2001.

MIRANDA, Francisco. As Motos e Sidecars – O princípio da Mobilidade da Guerra, 2012. Disponível em: <<https://chicomiranda.wordpress.com/2012/05/05/as-motos-e-sidecars-o-principio-da-mobilidade-da-guerra/>>. Acesso em 28 de mar. de 2016.

MARTINS, P. G; LOUGENI, F. P. **Administração de produção**. São Paulo: Editora Saraiva, 2002.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 5. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

\_\_\_\_\_. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2002.

MOREIRA, J. P. S et al. Implantação das Metodologias MASP e 5S no almoxarifado de uma indústria de sidecar. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Fortaleza/CE. 2015.

SILVA, J. L. et al. Análise Make or Buy do processo de usinagem de um centro automotivo de Patos de Minas. In: **Simpósio de Engenharia de Produção**, Bauru/SP, 2016.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R.. **Administração da produção**. São Paulo: Editora Atlas SA, 2002.

VAN HOEK, R.I. **Postponed manufacturing: a case study in the food supply chain**. **Supply Chain Management**, v. 2, n.2, p.18-34, 1997.

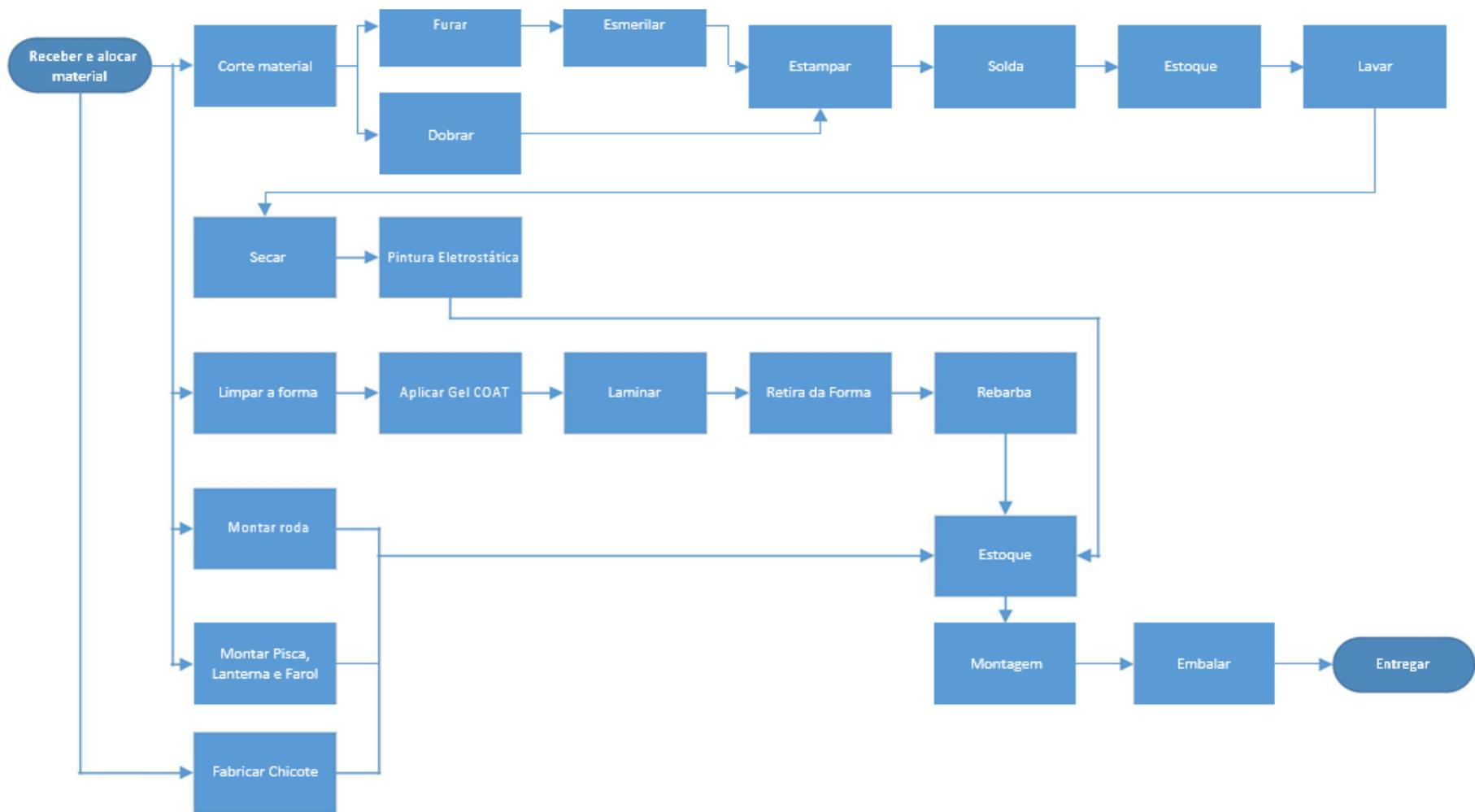
SAMPAIO, M. **O Poder Estratégico do Postponement**. Tese (Doutorado em Administração) - Curso de Pós Graduação da FGV/EAESP, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2003.

PAGH, J. D.; COOPER, M. C. Postponement and speculation strategies: how to choose the right strategy. **Journal of Business Logistics**, v. 19, n. 2, p. 13-32, 1998.

TIDD, Joe et al. **Gestão da Inovação**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

ANEXOS

Anexo A: Fluxograma de Padronização dos sidecars fabricados pela Empresa Alfa



## **CAPÍTULO IV**

### **ADOÇÃO DOS PRINCÍPIOS LEAN NA SAÚDE: ESTUDO DE CASO EM UM HOSPITAL GERAL**

---

**Ana Cristina de Oliveira Rodrigues  
Annibal Affonso Neto**

# ADOÇÃO DOS PRINCÍPIOS LEAN NA SAÚDE: ESTUDO DE CASO EM UM HOSPITAL GERAL

**Ana Cristina de Oliveira Rodrigues**

Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia  
Brasília - DF

**Annibal Affonso Neto**

Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia  
Brasília - DF

**RESUMO:** Esse trabalho analisa a presença da Produção Enxuta em ambientes hospitalares, conhecido como Lean Healthcare. O objetivo é identificar a aplicabilidade das práticas enxutas na gestão de um hospital geral. O método de pesquisa utilizado foi o estudo de caso único, realizado por intermédio da observação direta no ambiente hospitalar e da coleta de dados por meio da aplicação de questionário com funcionários do hospital que trabalham na área da saúde. O questionário estruturado não disfarçado foi elaborado a partir de 44 assertivas contemplando 44 variáveis que representam o modelo de Produção Enxuta. Como resultado, observou-se a oportunidade para implantação de outras ferramentas Lean, além do kanban, que já é utilizado no gerenciamento de leitos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lean Healthcare; Saúde; Hospital.

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, a Produção Enxuta passou a ser aplicada em diversos setores. O Lean Manufacturing, na indústria, foi adaptado para a gestão de operações por volta de 1984. Aproximadamente em 1992, surgiu o Lean Thinking (voltado para serviços) e, mais recentemente, começou-se a falar em Lean Healthcare, em centros de saúde.

O objetivo principal do Lean é a eliminação dos desperdícios, ou seja, qualquer atividade que demanda recursos, mas não cria valor para o cliente. Para isso propõe-se a redução do lead-time (fazer mais rápido), o aumento a qualidade (fazer melhor), a redução de custos na organização e o desenvolvimento da ergonomia e da segurança dos processos de produção.

Nesse artigo, o Lean Healthcare é analisado por meio da identificação das principais práticas em dois centros de tratamento de saúde que implantaram esse modelo e da verificação do grau de implantação do Lean em um hospital geral. O objetivo é identificar a aplicabilidade das ferramentas enxutas em hospitais e identificar alternativas para eliminar o desperdício.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. O Sistema Toyota

Por volta de 1950, Shigeo Shingo e Taiichi Ohno, gestores da Toyota, desenvolveram o Sistema de Produção Enxuta a partir da necessidade de melhorar processos sem investir financeiramente em equipamentos, inovações ou tecnologias. Surgiu, então, a ideia de eliminar desperdícios através da reorganização e eliminação de etapas desnecessárias (DENNIS, 2011).

Taiichi Ohno especificou sete tipos de desperdícios: movimentos, inventário, transporte, excesso de processamento, defeitos, espera e superprodução. Posteriormente, passou-se a considerar um oitavo desperdício (LIKER, 2005 apud FABRI, 2011), relativo ao não aproveitamento dos recursos humanos, representado pela subestimação do potencial intelectual, das sugestões de melhoria vindas de funcionários e pelo não reconhecimento da experiência nas funções.

### 2.2. O Sistema Lean na saúde

Como decorrência do aprimoramento do Sistema Toyota de Produção, o Lean passou a ser utilizado em outros setores.

Pinto (2014, p.21) apresenta os seis princípios do Lean na saúde:

- ✓ Lean é criar valor;
- ✓ Lean é uma atitude de melhoria contínua;
- ✓ Lean é unidade de propósito;
- ✓ Lean é respeito pelas pessoas que fazem o trabalho;
- ✓ Lean é visual;
- ✓ Lean é padronização com flexibilidade.

A produtividade do hospital é dada pela “relação entre a capacidade de atendimento e os recursos necessários para tal” (FABRI, 2011, p. 60). Quanto mais demorado o atendimento em um hospital, menor a quantidade de pacientes atendidos em determinado período de tempo (FABRI, 2011). Eliminando os desperdícios, podem-se reduzir os custos hospitalares, garantindo um aumento de eficiência e o oferecimento de serviços com maior qualidade aos clientes finais.

Alguns desperdícios em ambientes hospitalares são apresentados por Fabri (2011), de acordo com os sete critérios estabelecidos por Taiichi Ohno:

- a) Movimentos: excesso de movimentação pelo hospital dos profissionais da saúde;
- b) Inventário: insumos e produtos em excesso ou desnecessários;
- c) Transporte: transporte excessivo de pacientes, equipamentos e medicamentos;
- d) Excesso de processamento: tempo excessivo de tratamento por dificuldade de estabelecer padrões de procedimentos, retrabalho e excesso

de inspeções;

e) Defeitos: erros de medicação, infecções hospitalares, informação errada ou indisponível;

f) Espera: acúmulo de pacientes em sala de espera ou aguardando diagnósticos, tratamentos e cirurgias;

g) Superprodução: realização de exames desnecessários, duplicação de exames por desconfiança.

Como oitavo desperdício (subutilização da capacidade intelectual humana), tem-se o não envolvimento da equipe de profissionais do hospital na eliminação das atividades que não agregam valor (MARDEGAN, 2010 apud FABBRI, 2011).

A partir da publicação de estudos desenvolvidos, Bertani (2012) faz um levantamento em fontes de pesquisa como Scielo e IEEE Explore sobre os conceitos e ferramentas Lean utilizados em ambientes hospitalares. A Tabela 1 apresenta o resultado dessa pesquisa.

Tabela 1 - Aplicações de Conceitos e Ferramentas de Lean Healthcare

<b>Conceito ou ferramenta</b>	<b>Número de publicações levantadas</b>
Trabalho padronizado	22
Mapa de Fluxo de Valor	20
5S	16
Evento Kaizen	12
Nivelamento de Produção	10
Fluxo Contínuo	9
Sistemas Puxados	8
A3	7
Redesenho de Fluxo de Valor	7
Layout Celular	7
Nivelamento de Trabalho	4
SMED	4
Gestão Visual	3
Andon	2
Kanban	2
Poka-Yoke	1

Fonte: Bertani (2012), com adaptações

Os resultados apresentados na Tabela 1 evidenciam não só a maturidade de outros países quanto ao Lean Healthcare, mas também a pertinência na utilização da Produção Enxuta em hospitais.

### 2.2.1. Lean Healthcare no Brasil

No Brasil, o desenvolvimento do Lean Healthcare encontra-se em fase

inicial. Os primeiros hospitais e centros de saúde a adotar esse modelo de gestão começaram sua implantação há menos de uma década. Apesar disso, os resultados já alcançados evidenciam os benefícios relatados em outros países.

Dois pioneiros no desenvolvimento do Lean Healthcare no Brasil são a Rede de Hospitais São Camilo e o Instituto de Oncologia do Vale do Paraíba. O Hospital São Camilo é composto por três unidades no estado de São Paulo (Pompéia, Santana e Ipiranga) e começou a implantar o Lean Healthcare no ano de 2007. O Instituto de Oncologia do Vale (IOV) foi fundado em 1995 na região do Vale do Paraíba, no estado de São Paulo, e conta com unidades em São José dos Campos, Taubaté e Pindamonhangaba, além de ser responsável pelo serviço de oncologia do Hospital Regional do Vale do Paraíba (HRVP). Seu processo de implantação Lean também se iniciou a partir de 2007.

A Tabela 2 apresenta as principais informações obtidas sobre os processos de implantação do Lean nos dois centros de saúde mencionados. As informações sobre a experiência do Hospital São Camilo foram extraídas da apresentação realizada em 2013, por Daniela Akemi Costa (Gerente de Qualidade da Rede São Camilo na época), para o Fórum Permanente de Empreendedorismo e Inovação da Unicamp – SP. Os dados sobre o IOV foram retirados da primeira edição do livro “Em Busca do Cuidado Perfeito”, de Carlos Frederico Pinto (Diretor Executivo do IOV), que relata a aplicação do Lean no Instituto.

Tabela 2 - Comparativo entre a implantação do Lean no Hospital São Camilo e no Instituto de Oncologia do Vale do Paraíba

<b>Informação</b>	<b>Hospital São Camilo</b>	<b>Instituto de Oncologia do Vale do Paraíba</b>
<b>Motivação</b>	Externa (fornecedor)	Interna (percepção da necessidade de melhoria dos processos)
<b>Início do projeto piloto</b>	2008	2008
<b>Área do projeto piloto</b>	Centro Cirúrgico Raio-X	Recepção
<b>Desperdícios presentes no hospital</b>	Retrabalhos Erros de contagem Demora no preparo de materiais Gestão visual e planejamento deficientes Tipos de desperdícios frequentes: movimentação, espera e inventário	Retrabalho Fluxos desconectados Desorganização do ambiente de trabalho Gestão visual deficiente Tipos de desperdícios frequentes: movimentação, espera e inventário
<b>Ferramentas</b>	Mapa de fluxo de valor 5S Gestão Visual Kanban	Mapa de fluxo de valor 5S Gestão Visual Kanban

	Kaizen	Kaizen
<b>Conceitos trabalhados</b>	Gemba Takt-time Tempo de setup Satisfação do cliente Oito desperdícios Supermercado Cultura Lean	Padronização Gemba Takt-time Nivelamento de processos Supermercado Poka-yoke Participação da liderança Mudança de layout
<b>Resultados</b>	Redução do tempo de setup Maior produtividade Melhor atendimento de prazos Adequação de medicamentos e materiais Redução de custos Mais segurança Tendência para ação imediata	Processos mais seguros e ágeis Eliminação de transporte e movimento desnecessário Redução de hora extra Redução de estoques Aumento da capacidade operacional

A jornada das duas instituições envolveu o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes que proporcionaram a capacitação necessária para iniciar a adoção do Lean. A partir disso, cada local utilizou as competências aprendidas de acordo com a realidade na qual se encontrava, identificando os desperdícios mais latentes, aplicando as ferramentas mais adequadas, avaliando os resultados e as etapas críticas e, então, ampliando o escopo do trabalho.

As lições aprendidas nessas duas experiências revelam a importância de mobilizar os colaboradores, promovendo a formação e a integração dos funcionários com a cultura Lean e buscando formas de reter o capital intelectual. Outro aprendizado é que é necessário adotar o pensamento enxuto na organização, incorporando-o em todos os procedimentos.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Método

A metodologia de pesquisa utilizada é o estudo de caso único, em que o objeto é um hospital geral. Segundo Yin (2005, p. 17), esse método “é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de mundo real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto puderem não ser claramente evidentes”. O objetivo desse tipo de pesquisa é analisar o alvo do estudo em seu contexto natural, levando-se em consideração sua complexidade e utilizando os métodos apropriados para isso (COUTINHO; CHAVES, 2002).

Além disso, utiliza-se a abordagem qualitativa, que se baseia na interpretação subjetiva dos dados coletados. Nessa forma de enfoque

O pesquisador é o instrumento chave e o ambiente natural é a fonte direta para a coleta de dados. A interpretação dos fenômenos e a atribuição dos significados são básicas e não necessita a utilização de métodos ou técnicas estatísticas. (BERTANI, 2012, p.23)

### 3.2. Procedimentos de coleta e análise de dados

Segundo Yin (2005 apud FERREIRA, 2006) as principais categorias de técnicas e métodos de pesquisa são: análise de documentos, entrevistas, aplicação de questionários e observações diretas.

Neste trabalho, os procedimentos utilizados para a coleta de dados são a observação direta e o questionário estruturado não disfarçado, elaborado a partir das informações apresentadas no referencial teórico. Estruturado, pois as questões foram previamente formuladas e não disfarçado porque os respondentes sabiam a priori o objetivo da sua aplicação. Inicialmente, foi utilizado o Princípio de Pareto para selecionar, dentre as ferramentas identificadas na Tabela 1, quais as mais frequentes no Lean Healthcare. As práticas selecionadas nesse caso foram aquelas também verificadas nas jornadas do Hospital São Camilo e do Instituto de Oncologia do Vale. Os conceitos mais abordados nessas duas instituições também foram identificados, para compor as variáveis abordadas no questionário.

Ao final, as técnicas selecionadas: mapa de fluxo de valor, 5S, kaizen, gestão visual, kanban, trabalho padronizado, satisfação do cliente, gemba, supermercado, PDCA, envolvimento da alta liderança, incentivo à capacitação de boas ideias, envolvimento dos colaboradores e desperdícios de espera, movimento e inventário.

A partir dessas temáticas, foram elaboradas 44 assertivas contemplando 44 variáveis do Lean e agrupadas em sete dimensões de análise: padronização; sinalização visual; fluxo de processos; organização; melhoria contínua; materiais, armazenagem e movimentação; pessoas.

O questionário segue o modelo utilizado por Ferreira (2006) e por Ferreira e Saurin (2008) para avaliar a implantação da Produção Enxuta em fábricas.

No presente estudo, para cada proposição, foram dadas sete alternativas de resposta, em que o respondente deveria marcar um “X” na alternativa em maior conformidade com sua percepção para o setor em que desenvolve suas atividades:

- a) Não se aplica (NA): quando o item avaliado não pode estar presente no setor, em função de suas próprias características;
- b) Não existe (NE): quando o item avaliado não ocorre no setor;
- c) Aplicação muito fraca (MFR);
- d) Aplicação fraca (FR);
- e) Aplicação mediana (ME);
- f) Aplicação forte (FO);

g) Aplicação muito forte (MFO).

Com o objetivo de verificar o grau de concordância para cada prática avaliada, foram estabelecidos pesos para as respostas possíveis, conforme a seguir: NE = 0,0; MFR = 2,0; FR = 4,0; ME = 6,0; FO = 8,0; MFO = 10,0. Por fim, valor encontrado para cada prática é dado pela Equação 1:

$$\text{Grau de concordância} = \frac{(B \times 2,0) + (C \times 4,0) + (D \times 6,0) + (E \times 8,0) + (F \times 10,0)}{A} \quad \text{Eq. (1)}$$

Em que: (A) é igual ao número de itens aplicáveis; (B) é igual ao número de itens com aplicação muito fraca; (C) é igual ao número de itens com aplicação fraca; (D) é igual ao número de itens com aplicação mediana; (E) é igual ao número de itens com aplicação forte; e (F) igual ao número de itens com aplicação muito forte.

A pesquisa realizada foi feita por amostragem não probabilística por tipicidade, que “consiste em selecionar um subgrupo da população que, com base nas informações disponíveis, possa ser considerado representativo de toda população” (GIL, 1989, p. 97). O grupo selecionado para responder o questionário refere-se aos funcionários com formação acadêmica relacionada à área de saúde.

O coeficiente de alfa Cronbach é utilizado para “expressar, por meio de um fator, o grau de confiabilidade das respostas decorrentes de um questionário” (ALMEIDA; SANTOS; COSTA, 2010, p. 2), em uma escala de 0,00 a 1,00. Nesse trabalho, o valor encontrado foi 0,95, que indica uma confiabilidade elevada (MURPHY; DAVIDSHOFER, 1988 apud MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Caracterização do Hospital

O Hospital iniciou suas atividades por volta de 1970. Atualmente, possui convênio para apoiar a pesquisa e extensão em âmbito acadêmico e tem características de natureza pública, integrando o Sistema Único de Saúde.

### 4.2. Perfil dos respondentes

Ao todo, foram distribuídos 100 questionários para funcionários da área da saúde. Desses, 43 foram respondidos, porém três questionários foram invalidados e descartados da análise devido à frequência elevada de respostas em branco.

Entre os questionários válidos, a média de idade dos respondentes foi de 34 anos. Quanto à escolaridade, 20% possuem apenas nível médio, 30% possuem nível superior e 50% possuem pós-graduação. Entre os entrevistados, 18% são do setor de Ensino e Pesquisa e 82% pertencem ao setor de Atenção à Saúde. Apenas

16 pessoas declaram possuir algum tipo de cargo na instituição, sendo dois supervisores, um encarregado e 13 residentes. A tabela 3 apresenta o percentual das funções dos respondentes no Hospital:

Tabela 3 – Distribuição da função no Hospital dos participantes da pesquisa

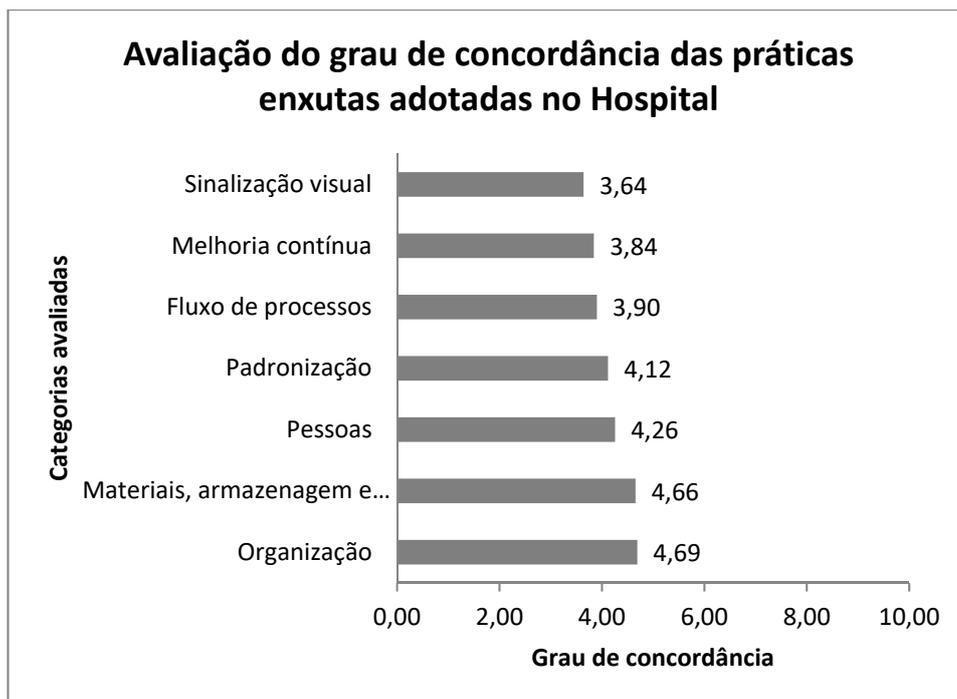
<b>Função</b>	<b>Frequência</b>
Assistente social	8%
Enfermeiro	10%
Farmacêutico	3%
Fisioterapeuta	3%
Fonoaudiólogo	3%
Médico	30%
Nutricionista	10%
Psicólogo	3%
Técnico	33%

Embora a equipe esteja inserida em um ambiente de apoio à pesquisa e à extensão no meio acadêmico e um percentual significativo possua maior nível de escolaridade e seja estudante (ou tenha se formado há pouco tempo), apenas duas pessoas declaram conhecer o Sistema de Produção Enxuta. Tal constatação ratifica as informações de que o Lean ainda é considerado uma novidade na área de saúde, não possuindo relevante disseminação entre os trabalhadores do setor.

#### **4.3. Avaliação da implantação das práticas enxutas**

Na Gráfico 1, é apresentado o grau de concordância que cada categoria obteve.

Gráfico 1 – Resultado da avaliação de práticas enxutas no Hospital



A média geral foi 4,16, que representa um resultado fraco. Tal valor significa um baixo nível de implantação dos conceitos da Produção Enxuta. Embora seja um cenário preocupante em relação à qualidade dos serviços do Hospital, percebe-se a existência de oportunidades para adotar práticas Lean, sobretudo aquelas de menor complexidade, que podem ser realizadas em curto prazo, dispensando maiores investimentos e produzindo efeitos rápidos.

A sinalização visual (3,64) obteve o pior grau de concordância. Esse item refere-se à presença de indicadores visuais para transmitir diversos tipos de informações, como necessidade de realização de atividades, de reposição de itens ou de movimentação; local correto para armazenamento de equipamentos ou materiais; etapas de tratamentos dos pacientes e indicadores de segurança. O sistema de gerenciamento de leitos do Hospital, baseado no kanban, é de conhecimento de poucos funcionários.

Numa visita ao Hospital, observam-se cartazes com informações voltadas mais para os pacientes e menos para contribuir com a realização dos processos pelos funcionários. A presença de avisos indicando a restrição de acesso às áreas do Hospital é deficitária e praticamente não existem avisos de segurança ou faixas para demarcar o local de armazenamento de equipamentos. Em algumas áreas, observa-se a presença de quadros brancos para fornecer informações relativas aos funcionários e pacientes que estão no setor, porém nem sempre são utilizados.

Dessa forma, percebe-se que o Hospital Geral possui oportunidade para adoção de dispositivos visuais para auxiliar no processo produtivo. Pinto (2014) apresenta algumas ações desse tipo que foram adotadas no Instituto de Oncologia do Vale do Paraíba: utilização de tarjas para diferenciar medicamentos, instruções de trabalho contendo símbolos para indicar informações importantes sobre os pacientes internados, dispositivos kanban para indicar aos médicos a presença de

exames pendentes no escaninho, utilização de cores para diferenciar setores de tratamento, quadros padronizados e preenchidos conforme padrão previamente estabelecido para indicar gerenciamento dos convênios ou rodízio de colaboradores, entre outros.

A prática da melhoria contínua (3,84) foi avaliada em relação à presença de atividades semelhantes ao Ciclo PDCA e aos eventos kaizen. Pinto (2014) aponta que

No sistema de saúde, poucas tarefas e atividades são verdadeiramente planejadas [...]. As pessoas acabam absorvidas pela rotina e não mais questionam sobre por que isso é assim ou o que poderia ser mudado [...]. Os serviços crescem e se organizam de forma aleatória, sem qualquer planejamento ou discussão sobre qual o melhor processo a ser adotado para essa ou aquela condição. (PINTO, 2014, p. 53)

Isso pode ser constatado no Hospital analisado, pois a baixa concordância relativa à prática de melhoria contínua indica uma frequência baixa na realização de atividades que envolvam a equipe que trabalha diretamente com pacientes e que tenham por objetivo discutir a realização das tarefas, fazer um adequado planejamento, identificar alternativas melhores ao modelo adotado, avaliar o andamento de eventuais mudanças propostas e constituir padrões para as melhorias implantadas.

Em relação ao fluxo de processos (3,90), percebe-se pelas respostas que, embora existam alguns fluxos já documentados, eles nem sempre estão com informações completas (sequência de atividades, duração, pausas, movimentações e repetições) nem são analisados a fim de identificar e eliminar desperdícios. Dessa forma, o envolvimento da equipe e dos gestores para realizar brainstorms e para utilizar a ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor é uma boa opção para construção de mapas com informações completas e fluxo contínuo, além de estimular o debate entre as partes envolvidas para identificação de problemas.

Quanto à padronização das atividades rotineiras (4,12) realizadas no Hospital, o aspecto com menor avaliação nesse grupo refere-se à revisão periódica dos documentos padronizados, apontando a necessidade de investir na atualização desses registros. Além disso, essa padronização é realizada principalmente em relação a tarefas pontuais e não ao fluxo do processo (como foi apontado na avaliação referente a fluxo de processos). Esse ponto deve ser melhorado no hospital, uma vez que “muitas vezes, o padrão estabelecido em um setor cria problemas com os padrões de outro setor” (PINTO, 2014, p. 150).

O julgamento dado à participação dos colaboradores na instituição (4,26) indica maior concordância no que se refere à preocupação dos funcionários em realizar atividades que agregam valor ao cliente e em melhorar o trabalho realizado no dia a dia. Esse resultado é importante, pois trata de temas que são premissas para a implantação do Sistema de Produção Enxuta, independentemente do ramo da empresa.

Os itens que receberam menor concordância referem-se ao incentivo à

captação de ideias dos funcionários, à participação da alta liderança em programas de melhoria e ao deslocamento dos gestores até o local de trabalho da equipe (gemba) para identificação de desperdícios no trabalho. Nesse caso, percebe-se a presença do oitavo desperdício apontado por Liker (2005) apud Fabbri (2011), indicando a necessidade de envolver a liderança com o trabalho realizado pelos subordinados, levando em consideração a experiência da equipe, pois, uma vez que “os colaboradores têm maior conhecimento do processo de produção, eles têm grande potencial na elaboração das soluções para melhoria do ambiente de trabalho” (GUIMARÃES, 2014, p. 36).

Realizar uma adequada gestão das pessoas, possibilitando o reconhecimento do trabalho, a valorização do indivíduo e o trabalho em equipe contribuirão para buscar o respeito pelas pessoas, que é um dos seis princípios Lean na saúde (PINTO, 2014). Além disso, “somente a aplicação de ferramentas não é suficiente, é preciso incorporar o Lean como pensamento enxuto, como estado de espírito” (COSTA, 2013, p.55) em toda a equipe de funcionários da instituição, independentemente do nível hierárquico.

A presença dos tipos de desperdícios mais frequentes no Hospital São Camilo e no Instituto IOV foram avaliados no Hospital por meio do grupo “Materiais, Armazenagem e Movimentação” (4,66). O item com pior avaliação refere-se ao estoque de materiais e próteses de alto custo gerado por compras em momentos muito anteriores aos de sua utilização, indicando uma necessidade de adequação da política de estoques desse hospital. A aquisição de materiais e equipamentos sem uma necessidade real de uso gera gastos de armazenagem, necessidade de espaço para estoque e, por vezes, desperdício de produtos em razão do prazo de validade vencido. A adoção do Sistema Lean, com processos padronizados, nivelamento da produção e kanban pode contribuir para melhorar os indicadores desse desperdício.

Nesse grupo, outro aspecto avaliado com grau de concordância baixo refere-se à ocorrência de movimentação desnecessária de funcionários para procurar documentos (laudos, prescrições), suprimentos ou informações. É preciso realizar uma averiguação mais detalhada para identificar as fontes dessa movimentação, que pode ser devido ao layout inadequado ou à desorganização do ambiente de trabalho, por exemplo. A partir de então, de acordo com cada caso, pode-se realizar as ações que vão contribuir para a redução da movimentação desnecessária, como readequação do layout, aplicação do 5S, padronização das informações sobre pacientes internados (PINTO, 2014 e COSTA, 2013), entre outros.

Por fim, a organização (4,69) foi a dimensão com melhor avaliação entre os respondentes, porém ainda com valor abaixo do desejável para um serviço de qualidade. Os indicadores que receberam melhor avaliação tratam do cuidado por parte dos colaboradores em realizar as atividades de modo a manter o ambiente de trabalho arrumado e limpo, fator importante para a segurança hospitalar.

Em contrapartida, o armazenamento inadequado de materiais e equipamentos é facilmente observável em uma visita a alguns locais do hospital geral. Instituir formalmente um Programa 5S nesse hospital contribuirá para “criar

um padrão sustentável para o ambiente de trabalho” (PINTO, 2014, p. 134).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo apresentou uma avaliação do grau de compatibilidade entre práticas de um hospital geral e o Modelo de Produção Enxuta, de acordo com a percepção de alguns funcionários da área da saúde. Foi apresentada uma visão da rotina desse hospital em comparação a determinadas práticas propostas pelo Lean, que foram selecionadas por meio de levantamento bibliográfico (ferramentas enxutas mais adotadas no Lean Healthcare, com base em publicações científicas) e da análise de casos práticos (métodos e técnicas desenvolvidos na jornada de implantação do Lean em duas instituições de saúde brasileiras).

No hospital investigado, nenhum das sete dimensões avaliadas obteve concordância forte ou muito forte. Esse resultado indica uma oportunidade de adoção da Produção Enxuta para aprimorar a rotina do hospital, alcançar maior qualidade nos processos e aumentar a satisfação dos funcionários.

A abordagem qualitativa mostrou-se eficiente para o estudo proposto. A lista de verificação de práticas da Produção Enxuta revelou ser um instrumento adequado para esse tipo de estudo. Por fim, o estudo de caso, que “busca estabelecer relações e entendimentos sobre o objeto de estudo” (SERAPHIM, SILVA; AGOSTINHO, 2010, p. 392), também demonstrou ser eficiente para investigar o Lean Healthcare.

Para estudos futuros, recomenda-se avaliar a inclusão de outras categorias no questionário; adotar pesos para cada prática, considerando a realidade do hospital; realizar validação dos graus de concordância calculados com os entrevistados e focar em algum setor específico, como a farmácia e a enfermaria.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D.; SANTOS, M. A. R.; COSTA, A. F. B. Aplicação do Coeficiente Alfa de Cronbach nos Resultados de um Questionário para Avaliação de Desempenho da Saúde Pública. In: **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, São Carlos, 2010. Disponível em <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_TN\\_STO\\_131\\_840\\_16412.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_131_840_16412.pdf)>. Acesso: em 30 mai. 2015.

BERTANI, T. M. **Lean Healthcare: Recomendações para Implantações dos Conceitos de Produção Enxuta em Ambientes Hospitalares**. 166f. Dissertação de Mestrado (Título de Mestre em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em <[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18156/tde-29102012-235205/publico/Dissertacao\\_Thiago\\_Moreno\\_Bertani.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18156/tde-29102012-235205/publico/Dissertacao_Thiago_Moreno_Bertani.pdf)> Acesso em: 02 mai

2015.

COSTA, D. A. Lean Healthcare – Unicamp: Relato de Experiência Hospital São Camilo. In: **Fórum Permanente de Empreendedorismo e Inovação**, Campinas, 2013. Disponível em:

<[http://www.foruns.unicamp.br/foruns/projetocotuca/biblioteca\\_virtual/arquivos/Daniela%20Akemi.pdf](http://www.foruns.unicamp.br/foruns/projetocotuca/biblioteca_virtual/arquivos/Daniela%20Akemi.pdf)> Acesso em 01 mai. 2014.

COUTINHO, C. P; CHAVES, J. H. O estudo de caso na investigação em Tecnologia Educativa em Portugal. **Revista Portuguesa de Educação**, 2002, vol. 15, n.1, pp. 221-243. Disponível em

<<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/492/1/ClaraCoutinho.pdf>> . Acesso em: 19 mai 2015.

DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

FABBRI, B. P. F. **Lean Healthcare: Um levantamento de Oportunidades de Ganho em um Hospital Brasileiro**. 100f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011. Disponível em

<[http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180830/tce-24022012-091952/publico/Fabbri\\_Bruno\\_Pinto\\_Ferraz.pdf](http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180830/tce-24022012-091952/publico/Fabbri_Bruno_Pinto_Ferraz.pdf) >. Acesso em 18 abr 2015.

FERREIRA, C. F. **Diretrizes para Avaliação dos Impactos da Produção Enxuta Sobre as Condições de Trabalho**. 143f. Dissertação de Mestrado (Título de Mestre em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/8627/000583197.pdf?sequence=1>> Acesso em: 19 mai 2015.

FERREIRA, C. F; SAURIN, T. A. Avaliação Qualitativa da implantação de Práticas da Produção Enxuta: Estudo de Caso em uma Fábrica de Máquinas Agrícolas. **Revista Gestão da Produção** [online]. 2008, vol.15, n.3, p. 449-462.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 1989.

GUIMARÃES, R. **Proposta de Implementação de Lean Healthcare em um Laboratório de Hospital Público**. 93f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Química) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005

MARDEGAN, R. **Análise do Potencial de Melhoria de um Hospital a partir da Utilização da Filosofia Lean Healthcare**. Trabalho de Conclusão de Curso (MBA Executivo), Fundação Instituto de Administração, São Paulo.

MAROCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. Qual a Fiabilidade do Alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? **Laboratório Psicologia**, 2006, vol. 4, n.1, p. 65-90. Disponível em <<http://publicacoes.ispa.pt/index.php/lp/article/viewFile/763/706>>. Acesso em: 30 mai. 2015.

MURPHY, K. R.; DAVIDSHOFER, C. O. **Psychological Testing: Principles and applications**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1988.

PINTO, C. F. **Em Busca do Cuidado Perfeito: Aplicando Lean na Saúde**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2014.

SERAPHIM, E. C; SILVA, I. B; AGOSTINHO, O. L. Lean Office em Organizações Militares de Saúde: Estudo de Caso do Posto Médico da Guarnição Militar de Campinas. **Revista Gestão da Produção** [online]. 2010, vol.17, n.2, p. 389-405. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n2/a13v17n2.pdf>> Acesso em: 18 mai 2015.

WOMACK, J. P.; JONES. D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Lean Thinking**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2004.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Projeto e Métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

**ABSTRACT:** This paper deals with the presence of Lean Production System in hospitals, known as Lean Healthcare. The aim is to identify the applicability of lean practices in the management of a general hospital. The research method used was a qualitative case study, conducted through direct observation and application of a questionnaire with hospital staff. As a result, a great opportunity of development of Lean tools was identified in the analyzed local, beyond the kanban, which is already used in the management of hospital beds.

**KEYWORDS:** Lean Healthcare; Health; Hospital.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DA LEAN CONSTRUCTION EM SERVIÇO DE ESTRUTURA DE UMA OBRA VERTICAL**

---

**Janaina Regina da Silva Bianconi**

# ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DA LEAN CONSTRUCTION EM SERVIÇO DE ESTRUTURA DE UMA OBRA VERTICAL

Janaina Regina da Silva Bianconi

bianconijana@gmail.com

**RESUMO:** Este artigo faz uma análise da implantação da Lean Construction aplicado em uma obra vertical situada no Vale do Itajaí em Santa Catarina. O estudo tem o corte de analisar a atividade concreto armado em pavimentos de apartamentos. No documento pode-se ver como resultado as estratégias preparadas para que pudesse ser aperfeiçoada a produção através da elaboração de um layout de produção que buscou considerar a logística de pessoas e materiais com uma visão enxuta e focada na eliminação de desperdícios e na valorização das ações que agregam valor. Concluiu-se então, que a aplicação do método auxiliou na visualização dos desperdícios que acontecem na construção civil e com a definição do planos de ação pontuais e integrados trouxeram o primeiro passo para a experiência Lean com objetivos alcançados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Construção Enxuta, Controle da produção

## 1. INTRODUÇÃO

Diante da crescente concorrência do mercado e a estabilização dos preços dos produtos da construção civil, faz-se necessário otimizar os processos construtivos para poder ser cada vez mais competitivo comercialmente e garantir então a sobrevivência e o crescimento das organizações.

Diante dessa condição é inegável a necessidade da busca constante por agregação de valor ao produto ou processo. Então, foi buscando o trabalho de Taichi Ohno que iniciou-se essa discussão nos anos 50, onde desenvolveu no Japão o Sistema Toyota de Produção, propondo um modelo de produção enxuta e com sistema puxado, até que em 1992 Laury Koskela publicou um trabalho que foi considerado marco na construção civil, “Application of the new production philosophy to construction”, propondo o uso dessas ferramentas para o planejamento e acompanhamento da execução de obras.

O interesse do autor nas idéias do Sistema Toyota de produção surgiu pelo alto grau de competitividade que ele oferece, também porque é pela análise das atividades com base nessas ferramentas que se torna possível dimensionar a diferença entre desperdício e valor sob a ótica de clientes e usuários. (KOSKELA, 1992)

O objetivo deste artigo é analisar o método para criar fluxo contínuo e os resultados obtidos com a sua implementação, destacando os pontos fortes e fracos em uma obra vertical de construção civil onde serão avaliados não somente o ganho ou não da produtividade, como também a redução do lead time de obra, os recursos e as áreas utilizados, e conseqüentemente os custos envolvidos.

## 2. O LEAN CONSTRUCTION HISTÓRICO E PROPOSTA DE APLICAÇÃO

A construção enxuta no Brasil, teve sua evolução nos anos 90, quando, um novo conceito passou a ser utilizado nos processos de construção civil, baseados principalmente no Total Quality Management (TQM) e no Just-in-time (JIT), conceitos que passaram a confrontar as idéias de Taylor e Ford que tinham como premissa a subdivisão de um processo em sub-processos das atividades, transformando os insumos em produtos intermediários e conseqüentemente em produtos finais. (OYAMA, 2010)

Explicando um pouco mais sobre a evolução do lean, foi através de um trabalho de Koskela, em 1992, intitulado “Application of the new production philosophy in the construction industry” que se estabeleceu o primeiro marco da construção enxuta no mundo e influenciou também a disseminação deste modelo no Brasil.

Koskela (1992) apresenta onze princípios que devem ser abordados para aplicação da Lean Construction, os quais possuem enfoque em uma visão sistêmica do processo produtivo, considerando as premissas que devem ser atendidas pelas construtoras que buscam aplicar a filosofia da quase eliminação das atividades que não agregam valor e a melhoria contínua nos seus processos.

Reduzir o que agrega valor:

Um dos mais evidentes princípios da construção enxuta pois melhora e a eficiência dos processos e reduz as perdas. Segundo Koskela, podemos definir as atividades como:

- Atividades que agregam valor
- Atividades que não agregam valor, também denominadas como desperdício.
- Atividades que consomem tempo recurso, não acrescentam valor ao produto porém são necessárias.
- Agregar valor a partir da consideração dos clientes
- O valor é gerado a partir das considerações levantadas através dos clientes internos (colaboradores) e externos (clientes adquirentes de imóveis)
- Redução da variabilidade

A variabilidade é um princípio importante a ser considerado, pois, é ela que aumenta o tempo de ciclo das atividades que não agregam valor gerando inclusive atrasos que na construção civil que é o desperdício mais expressivo por desencadear todos os outros desperdícios.

Para reduzir a variabilidade deve-se trabalhar o planejamento e a padronização da execução dos processos e serviços.

- Tempo de ciclo minimizado

O tempo de ciclo é composto pela soma de todos os tempos que fazem parte do processo da geração de um produto. Neste princípio deve ser desenvolvido a sincronização do fluxo de materiais e mão de obra tornando o sistema de produção menos vulnerável a mudanças de demandas.

- Simplificar através da redução de passos

A simplificação dos passos se dá na segmentação dos processos que compõem as etapas de construção reduzindo as atividades que não agregam valor.

- Maior flexibilidade na execução do produto

O conceito do aumento de flexibilidade, torna possível aplicar mudanças ou alterações ao produto final durante seu processo sem mudar seu custo ou causar atividades que não agreguem valor.

- Aumentar a transparência do processo

Ter informação a vista em todos os fluxos e processos no canteiro de obras é trabalhar de forma transparente o que diminui a quantidade de erros.

São formas de trabalhar transparente no canteiro a organização, como por exemplo:

- Remoção de obstáculos visuais;
- Organização a média altura
- Sinalização através de placas e cartazes, entre outros.

- Controle do processo global

Ter uma visão ampla do percurso do produto até chegar ao consumidor final, possibilita identificar desperdícios e retrabalhos.

- Melhoria Contínua ao processo

Deve ser contínuo o processo de busca da melhoria, agregação de valor, esse trabalho deve ser feito em equipe, com todas as instâncias de gestão da obra participando do processo e levando em consideração a opinião dos colaboradores que “põe a mão na massa” nas frentes de serviço.

- Ter equilíbrio entre melhorias dos fluxos e conversões

Quanto maior a complexidade do processo maior fica o impacto das melhorias e também mais proveitosos os benefícios .

Então deve-se levar em consideração que as melhorias nas conversões dos fluxos estão interligados a capacidade de conversão, o quanto se tem controle do fluxo e o quanto temos disponibilidade de tecnologias.

- Benchmarking

Conhecer os referenciais de ponta é muito importante, conhecer e fazer o comparativo com a realidade que se vive, para poder traçar o caminho necessário para a excelência operacional.

O Lean Construction traz uma proposta de aplicação que converte as etapas da atividade de construção civil em um fluxo natural caracterizado pela gestão da movimentação dos funcionários no canteiro de obras, logística de materiais e equipamentos e todo processo de garantia da qualidade do produto final. (ANACLETO, 2010)

Nessa trajetória da busca em aprimorar do modelo tradicional com a aplicação da filosofia lean, autores afirmam resultados em números da ordem de 20% a 30% na redução do prazo de obra e também 5% a 12% de redução dos custos de produção, além dos números em redução de prazo e custo os benefícios a serem notados na implantação da Lean Construction são a aplicação de um processo transparente de gestão, redução de desperdícios, aumento da

produtividade e qualidade levando conseqüentemente a um menor efetivo em obra, economia de materiais e manutenção otimizada do cronograma de entrega. (TONIN, 2013)

### **3. METODOLOGIA**

A pesquisa quanti-qualitativa trata-se da análise da aplicação do método na atividade estrutura em pavimentos de apartamentos em uma obra vertical do vale do Itajaí. A coleta de dados é baseada nos registros da implantação e acompanhamento da evolução de todo processo lean construction na obra. A escolha do estudo se deu em função da construtora ter tradição em inovação e estar iniciando os passos lean com os primeiros resultados e da disponibilidade no acompanhamento da aplicação e coleta de informações.

O corte para efeito deste estudo é a atividade estrutura em concreto armado em pavimentos de apartamentos, esta se deu por ser uma atividade core na construção civil.

### **4. APLICAÇÃO DO MÉTODO PARA O SERVIÇO DE ESTRUTURA**

A aplicação da metodologia Lean foi fruto da visão inovadora da empresa, com a ambição de acelerar o cronograma de uma de suas obras com a manutenção de um orçamento enxuto e ambição de implantação de métodos que auxiliem na minimização de desperdícios em todas as etapas da obra.

Locada no setor de planejamento foi desenvolvido o estudo detalhado buscando prever as várias possibilidades de riscos e desenhar um fluxo contínuo, isto é, produzir uma unidade por vez, com mudanças de uma atividade do processo construtivo para outra sem desperdícios.

Conforme orientado em seu livro publicado em 2002 os autores Rother e Harris apresentam quais etapas devem ser adotadas para implantação do método, descrita abaixo resumidamente:

- a) Identificação das sessões e subsessões: no início do processo de planejamento determina-se a dimensão mínima padrão repetitiva ou unidade construtiva por onde passarão todos os serviços de construção, sincronizados e balanceados.
- b) Definição dos pacotes de serviço: dentro da avaliação da totalidade de serviços previstos para finalizar uma unidade construtiva (pavimento por exemplo) são identificadas as famílias de serviços, obedecendo os sucessores e predecessores e a sua interdependência.
- c) Determinação do TAKT: o takt é determinado pela demanda que está sobre o projeto que é dada pelo cliente (data de entrega da obra) e define a frequência da produção. Produzir no takt time significa trabalhar de forma otimizada, utilizando somente o tempo e os recursos necessários para suprir

a demanda resultando em estoque baixo e sincronizado com a produção.

d) Detalhar as atividades: O detalhamento das atividades deve contemplar o máximo de riqueza possível, para que seja possível visualizar, o tempo, o material, a mão de obra necessária e sua especialização reportando então, para a logística de suprimentos. Na construção civil é muito comum a polivalência de mão de obra, porém é importante determinar a função específica para cada colaborador, o objetivo é que com a evolução do processo tenha-se especialistas que produzam com a qualidade e velocidade demandada.

No início do processo de planejamento deve-se apontar o planejador de obra, sua responsabilidade será à luz do planejamento desenhar os detalhamentos dos fluxos de serviço. É ele que vai até o chão de fábrica, coletar informações e desenhar os mapas de materiais e informações como acontecem na prática. Esse mapa é insumo para análise e tomada de decisão no que tange as melhorias como: modificação de layout, fluxo de atividades, distribuição da mão de obra, distribuição de recursos e a utilização dos supermercados e dos kanbans de serviço ou materiais.

Quando se pensa em um sistema “puxado” o kaban é utilizado para “puxar” os materiais que estão no supermercado, ambos substituem as programações utilizadas para regular os processos, essa substituição se faz necessária pois o chão de fábrica é muito dinâmico e o material passa a ser requerido somente quando necessário à operação, diferente dos sistemas tradicionais que empurram a produção e acabam por provocar estoques e desperdícios.(Leite, 2004)

Na busca da melhoria do processo ainda deve ocorrer na otimização dos elementos do trabalho o estudo do processo. Esse estudo consiste em fazer o levantamento das dimensões tempo versus qualidade, aplicando então, o “Kaizen no Papel” que é a eliminação imediata das etapas desnecessárias e periodicamente treinar as equipes na busca da uniformidade pelo melhor padrão.

## **5. ANÁLISE DOS RESULTADOS: ATIVIDADE ESTRUTURA EM PAVIMENTOS DE APARTAMENTOS**

O método apresentado foi aplicado em uma obra vertical, de uma construtora de imóveis de alto padrão, do Vale do Itajaí que vem em sua trajetória buscando a inovação nos processos de controle, com a experiência precedente na certificação PBQP H, porém com a gestão dos processos produtivos ainda pendendo muito ao empírico.

A obra citada é um home clube de 23 pavimentos de apartamentos, composto cada um de 4 apartamentos em média com 70 m<sup>2</sup> totalizando a dimensão de 383 m<sup>2</sup> de laje concretada, e foi escolhido como primeiro passo para iniciar o processo de melhoria contínua e implantação do Lean Construction na organização. Para efeito de análise de resultados foi eleito o corte de serviço de

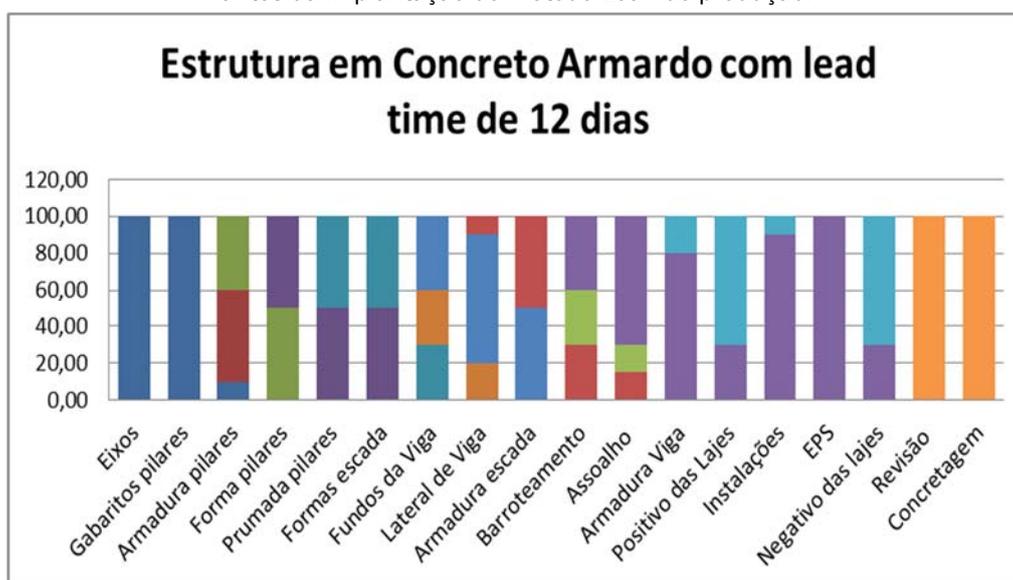
estrutura em concreto armado para os pavimentos de apartamento.

Analizando o detalhamento dos fluxos de serviço foi observada a necessidade da sincronização e organização na ordem do desenvolvimento das atividades para eliminar os desperdícios na sua execução. O estudo inicial apontou uma grande disparidade na sequência das atividades que eram dessincronizadas e executadas sem planejamento.

Como primeiro passo é importante conhecer o passo a passo da atividade e levantar as oportunidades de inovação que auxiliem na otimização do desenho do fluxo de produção.

No levantamento do fluxo observou-se que o tempo total de execução da atividade é de 12 dias úteis e com o levantamento detalhado conseguiu-se observar a falta de sincronia nas etapas e então iniciou o processo de eliminação dos desperdícios.

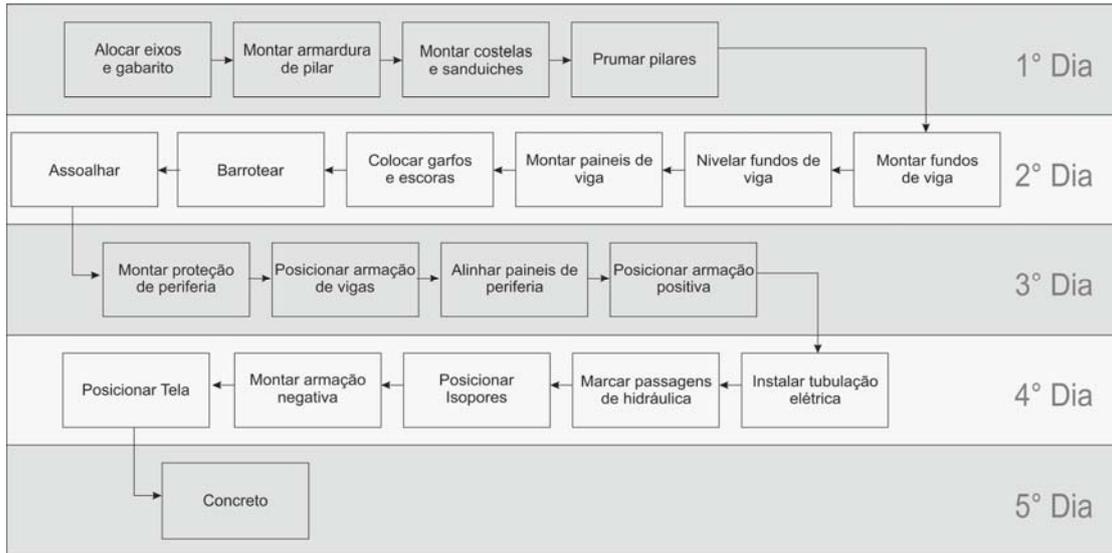
Figura 01 – Gráfico de acompanhamento da velocidade atividade estrutura em concreto armado antes da implantação do método Lean de produção.



Fonte: Case do artigo, 2015 (Retirar “120”, acrescentar “%” e legenda para as cores)

Com base no estudo e na demanda da obra era conclusivo de que esse “takt time” não atenderia a necessidade da organização, então com o elenco dos tempos de cada etapa do processo de construção, foi aplicado o “Kaizen no papel” resultando em uma redução de 7 dias para etapa de uma laje reduzindo o lead time total de finalização da atividade nos pavimentos de apartamentos 276 dias para 115 dias trabalhados.

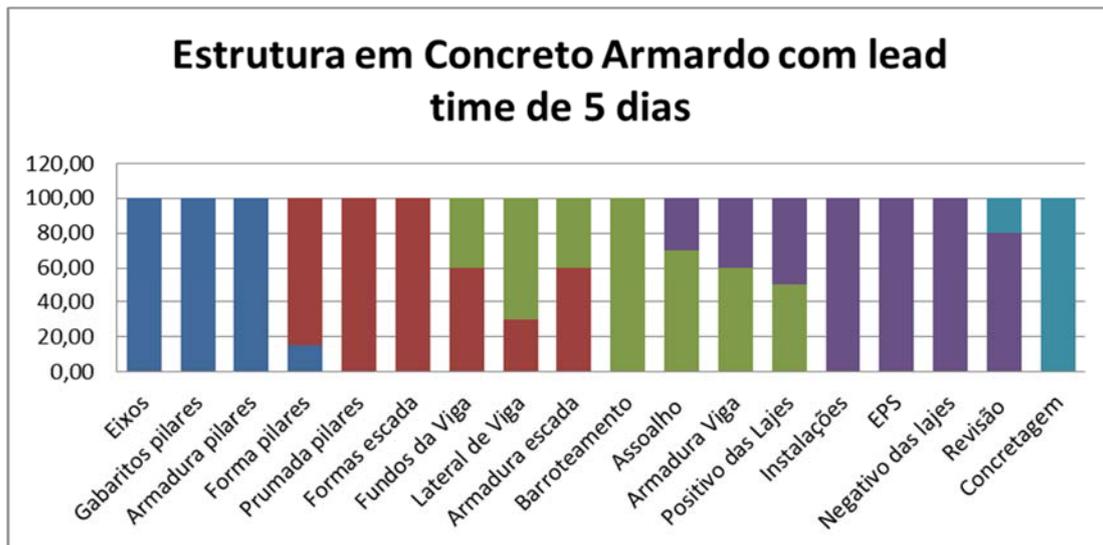
Figura 2: Planejamento da sequencia de atividades para TAKT de 5 dias.



Fonte: Case do artigo, 2015

No acompanhamento do processo a equipe de execução pode experimentar o sucesso do projeto, obedecendo uma curva de aceleração de três pavimentos a partir do quarto a velocidade meta com a qualidade esperada foi alcançada.

Figura 3 - Gráfico de acompanhamento da velocidade da atividade estrutura em concreto armado após implantação do método Lean de produção.



Fonte: Case do artigo, 2015 (Retirar "120", acrescentar "%" e legenda para as cores)

O estudo do layout das instalações da linha de produção deve distribuição ordenada das atividades e planejamento da logística de materiais. A distribuição da produção pode ser de três formas: layout por produto, por processo ou agrupado, a escolha deve ser feita pelo modelo que supra as necessidades do projeto eliminando o máximo de desperdícios possível.

Neste caso foi escolhida o layout por produto, a produção da armação deve ser organizado destinando área de recebimento da matéria, transformação do aço

em vigas e pilares então encaminhados para supermercados com estoque de uma semana organizados pela priorização na utilização.

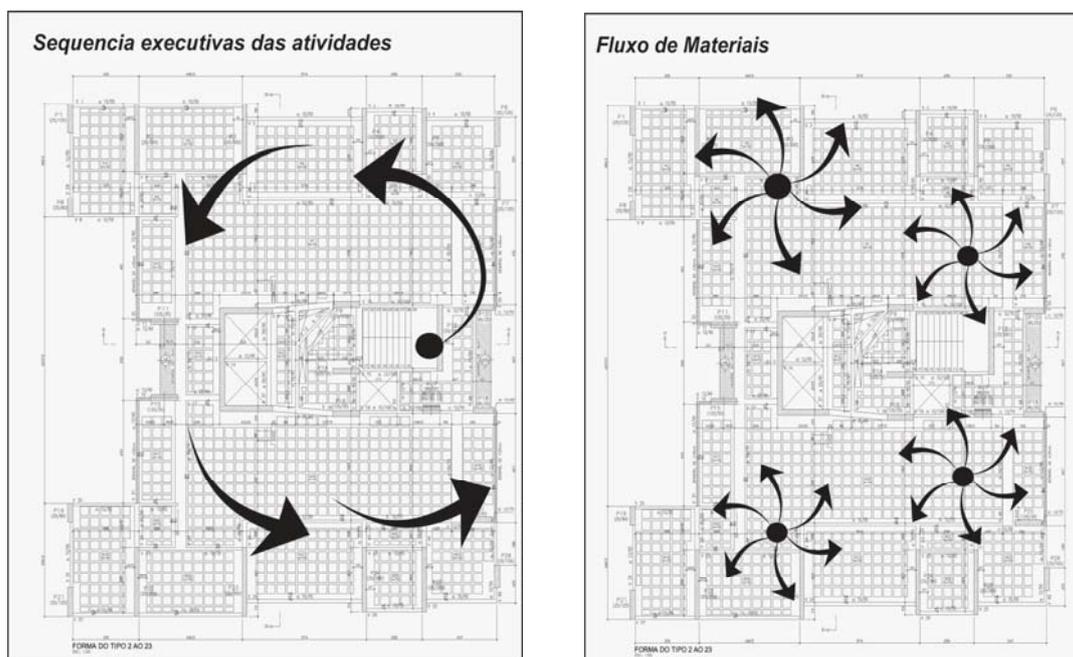
As fôrmas de vigas e pilares são um equipamento padrão para todos os pavimentos. No método tradicional elas tem um curto ciclo de vida, então, deve ser pré desenvolvido um projeto de formas que prevê a montagem e desmontagem de forma rápida, com encaixes e com previsão de peças a serem mantidas no reescoramento evitando a movimentação de escoras e as avarias nas peças de um pavimento para o outro, eliminando desperdício de tempo no reescoramento e na reforma de peças, bem como de materiais, visto que, as formas duraram todo o empreendimento.

As modificações foram aplicadas e o layout adequado, conforme a figura X, então os equipamentos foram alimentdos através do transporte por grua obedecendo o estoque mínimo evitando a obstrução do espaço.

Também foi calculado o mínimo de operadores necessários para atender a nova metodologia de montagem com a demanda que levou ao takt de 5 dias, e foi definido no planejamento a necessidade de 34 carpinteiro s e 10 armadores. Ainda referente a mão de obra, apesar desta não ser objeto central deste estudo, vale ressaltar que a empreiteira manteve durante todo projeto uma média de 32 operadores, sendo 25 carpinteiros e 7 armadores, cumprindo a meta da demanda de produção.

A movimentação também é um grande desperdício, a próxima etapa entao foi estudar a movimentação, a sequencia executiva, a logística de mateiriais para que obedecessem o planejamento dentro da visão enxuta.

Figura 4: Representação do fluxo de movimentação das atividades e da distribuição de materiais na laje.



Fonte: Case do artigo, 2015

Com a aplicação do método apresentado neste artigo a construtora conseguiu melhorar seus processos e alcançar a meta traçada:

Item	Original	Meta alcançada
Sequencia executiva	Não	Sim
Lead time da atividade	12 dias	5 dias
Número de operadores	22	31
Layout da linha de produção enxuta	Não	Sim

Vale lembrar que o método apresentado pode ser adaptado a qualquer tipo de empresa e produto para evitar desperdícios de tempo e dinheiro. Apesar dos bons resultados cabe ressaltar que a qualidade dos pavimentos deve ser monitorada ao longo do projeto através de indicadores garantindo assim resultados iguais ou superiores aos primeiros pavimentos. Além disso é importante implementar ferramentas como 5S, Poka Yoke, Kotei Pro entre outras.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no método para criar um fluxo contínuo para construção civil, pode-se concluir que ele foi fator determinante para redução do lead time em 105 dias, economia no custo de obra com o cumprimento do cronograma proposto, com a padronização do processo produtivo e visão antecipada gerando a redução no índice de retrabalho.

É importante evidenciar que o processo precisa de operadores, para suas etapas e leitura dos acompanhamentos com a equipe técnica e de planejamento trabalhando na mesma visão da diretoria que devem estar motivadas para as mudanças e auxiliem para que sejam plantados e perseguidos objetivos comuns de uma mudança de cultura para a produção enxuta.

É importante ressaltar que o processo de criar um fluxo contínuo utilizando o lean com vistas para a melhoria contínua deve ser considerada uma estratégia de longo prazo com vistas a melhoria competitiva da empresa.

O esforço de manutenção do método também merece destaque pois várias situações contrárias aparecem no processo e a equipe manteve-se coesa e dentro do foco, resultado disso é o cumprimento do objetivo primando pelo método e pelas ferramentas.

## REFERÊNCIAS

Anacleto, Cristiane Alves. **Diagnóstico do processo de compras em uma empresa do setor público com base no lean office**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, 2010

FORMOSO, Carlos T. **Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos.**  
Norie/UFRGS, Porto Alegre, 2000.

KOSKELA, Laury. **Application of the New Production Philosophy to Construction.**  
Tech. Report 1992. CIFE, Stanford Univ., CA.

KOSKELA, Laury. **We need a theory of construction.** Berkeley-Stanford.1999.  
Stanford Univ., CA.

Leite, Madalena Osório. **Aplicação do sistema kanban no transporte de materiais na construção civil.** XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Florianópolis, 2004

Oyama, Rafael de Araújo att all. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em uma obra vertical.** Conclusão Engenharia Civil, Faculdade da Amazônia, Belém, 2010

Rother, M.;Harris R. **Criando Fluxo Contínuo.** Lean Institute Brasil. São Paulo. 2002.

Tonin, Luiz Andrei Potter. **Diagnóstico e aplicação da Lean Construction em construtora.**

## **CAPÍTULO VI**

### **ANÁLISE DOS SETE DESPERDÍCIOS DA PRODUÇÃO EM UM ABATEDOURO DE AVES**

---

**Pablo Lutosa de Oliveira  
Anníbal Affonso Neto  
Clovis Neumann**

# ANÁLISE DOS SETE DESPERDÍCIOS DA PRODUÇÃO EM UM ABATEDOURO DE AVES

**Pablo Lutosa de Oliveira**

Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia

Brasília - DF

**Anníbal Affonso Neto**

Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia

Brasília - DF

**Clovis Neumann**

Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia

Brasília - DF

**RESUMO:** O presente estudo tem como objetivo analisar, por meio de um estudo de caso único, o abate de aves em uma indústria de alimentos localizada no Distrito Federal, com o propósito de identificar os sete desperdícios da produção presentes no processo. Ohno (1997) e Shingo (1996) classificaram os principais desperdícios dos sistemas produtivos, como: superprodução, transporte, processamento em si, produção de produtos defeituosos, estoque, movimentação e espera. A produção enxuta determina que o único caminho para aumentar os lucros é a redução de custos, e a redução de custos só é possível através da eliminação de desperdícios. Logo, as organizações que desejam competir em alto nível devem combater sistematicamente as perdas. A partir da observação do processo, entrevista com colaboradores e análise documental foi possível identificar os setes desperdícios da produção na empresa estudada. Alguns desperdícios identificados eram conhecidos pelos trabalhadores da unidade e são vistos como perdas naturais da produção, outros são imperceptíveis ao processo produtivo. Ao identificar os desperdícios é necessário elaborar propostas para minimizar ou eliminar seu impacto na produção, estas ações de melhoria serão desenvolvidas em projetos futuros.

**PALAVRAS-CHAVE:** sete desperdícios, produção enxuta, abatedouro de aves, indústria de alimentos.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui lugar de destaque na produção de carne de frango, ocupando a segunda posição no ranking mundial de produção desse alimento, segundo o relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA). Em 2015, a produção nacional foi de 13,14 milhões de toneladas, superando a China e ficando atrás apenas dos Estados Unidos. Em relação as exportações, o Brasil é líder mundial, vendendo seus produtos para mais de 100 países. Os dados mostram a relevância desse setor no Brasil, o crescimento da produção a cada ano e a disputa de mercado com grandes potencias globais.

A competitividade do mercado globalizado implica na busca contínua por

redução de custos e aumento de eficiência. Onde existir um processo de transformação, provavelmente haverá perdas, tendo em vista que as perdas são inerentes ao processo produtivo. No entanto, quanto maior o desperdício, menor será a eficiência desse sistema. Pode-se afirmar então que a performance de um sistema pode ser mensurada pelo seu nível de perdas no processo. Logo, as organizações que almejam atingir desempenho de excelência e qualidade em relação à concorrência, devem direcionar esforços para uma análise minuciosa dos seus processos, com o propósito de reduzir ou eliminar perdas e desperdícios (ESTEVEES et al 2010).

A busca pela eliminação dos desperdícios foi a motivação inicial do Sistema de Produção Enxuta. Seus fundadores, Taiichi Ohno e Eiji Toyoda, determinaram que a busca incessante pela eliminação de desperdícios era a única forma de elevar a produtividade japonesa. Assim, os desperdícios foram classificados em sete tipos: desperdícios de superprodução, de movimentação desnecessária, de espera, em transporte, do processamento em si, de estoque e de produzir produtos defeituosos. A eliminação completa desses desperdícios aumenta a eficiência de operações em uma ampla margem. (OHNO, 1997).

Desta forma, identificou-se a oportunidade de desenvolver um estudo a respeito dos sete desperdícios da produção em uma indústria de abate de aves, visando a identificação e redução destes desperdícios.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Em agosto de 1945, o Japão perdeu a Segunda Guerra Mundial, naquele momento, o então presidente da Toyota Motor Company, Toyoda Kiichiro, determinou que os japoneses deveriam alcançar a produtividade dos Estados Unidos em 3 anos, sob o risco da indústria automobilista do Japão não sobreviver (OHNO, 1997).

Após visitarem uma fábrica da Ford nos Estados Unidos em 1950, o engenheiro japonês Eiji Toyoda e Taiichi Ohno concluíram então que seria necessária uma mudança no sistema de produção adotado no Japão. Nesse momento começou o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção, um conjunto de práticas que visava aumentar a eficiência da produção através da eliminação consistente e completa de desperdícios (WOMACK, 1998).

A aplicação de técnicas de produção japonesa permitiu a estruturação do Sistema de Produção Enxuta, possibilitando redução de estoques, diminuição dos tempos de fabricação, aumento de produtividade e qualidade dos produtos fabricados. As principais técnicas e ferramentas do Sistema de Produção Enxuta são: Just-in-time, Kanban, 5S, troca rápida de ferramentas, manutenção produtiva total, poka-yoke, kayzen, mapeamento de fluxo de valor, gestão à vista.

## 2.1. OS SETE DESPÉRDÍCIOS DE PRODUÇÃO

Ohno (1997) propôs uma divisão do movimento dos trabalhadores em três partes:

- i) A primeira é o trabalho líquido;
- ii) A segunda o trabalho que não adiciona valor, mas que suporta o trabalho efetivo;
- iii) A terceira são as perdas.

O trabalho líquido compreende as atividades as quais é possível alocar custos, porém observa-se a adição de valor ao produto. O trabalho que não adiciona valor, mas que é necessário para execução da produção, ou trabalho adicional, é basicamente um trabalho de suporte a produção, gerando custos, contudo não agrega valor diretamente ao produto. As perdas são atividades que geram custos e não adicionam nenhum valor ao produto, logo, devem ser eliminadas.

Ohno (1997) e Shingo (1996a) apresentaram uma abordagem mais completa sobre as perdas e seus desdobramentos, trata-se dos sete desperdícios dos sistemas produtivos:

- a) Desperdício por superprodução

Shingo (1996) classifica os desperdícios de superprodução em dois tipos: superprodução quantitativa e superprodução por antecipação. A superprodução quantitativa ocorre quando há produção superior à quantidade necessária corroborando para a sobra de produtos e formação de estoque. A superprodução por antecipação compreende antecipar as necessidades dos estágios posteriores de produção e consumo, ou seja, finalizar a produção antes do prazo determinado para entrega.

- b) Desperdício por processamento

Os desperdícios de processamento são baseados nas atividades do processamento que são desnecessárias para que o produto alcance o nível básico de qualidade, considerando a geração de valor para o cliente. De acordo Guinato (1996), estas perdas correspondem a parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do produto ou serviço.

- c) Desperdício de transporte

As perdas associadas ao transporte estão relacionadas diretamente a todas as atividades de movimentação de materiais que não adicionam valor e geram custos. Deste modo, as organizações devem realizar uma busca incessante da eliminação do transporte (SHINGO, 1996). Mesmo não agregando valor, o transporte é uma atividade necessária tendo em vista os longos caminhos percorridos pelo material ao longo do seu processamento devido às restrições do processo e das instalações.

- d) Desperdício de produtos defeituosos

As perdas por fabricação de produtos defeituosos estão associadas à produção de produtos acabados ou componentes que não atendem os requisitos

mínimos de qualidade, não cumprindo o padrão de conformidade requerido no projeto (ANTUNES, 2008). Por ser de fácil percepção e se manifestar através da necessidade de retrabalho, normalmente as empresas mensuram esse tipo de desperdício.

e) Desperdício nos estoques

Estoques elevados de matérias-primas, material em processo e produtos acabados constituem as perdas por estoque que geram altos custos financeiros e demandam espaço físico adicional. Antunes (2008) relaciona uma série de desvantagens à formação de grandes estoques, tais como: alto custo financeiro, risco dos produtos se tornarem obsoletos e a possibilidade de perder as vendas dos produtos acabados. A existência de estoques tem origem no desbalanceamento da relação entre o período de entrega do pedido e o período de produção.

f) Desperdício de movimentação

As perdas por movimento estão associadas aos movimentos dispensáveis dos operários quando executam suas funções. O fato de estar se movimentando não significa estar trabalhando, no sentido de agregar valor. Logo, trabalhar é fazer o processo avançar efetivamente no sentido de concluir a atividade proposta (OHNO, 1997).

g) Desperdício de espera

As perdas por espera estão relacionadas aos intervalos de tempo nos quais trabalhadores e máquinas não estão sendo utilizadas produtivamente, ou seja, apesar de estarem sendo pagos, não estão contribuindo para agregação de valor aos produtos. Quando ocorre elevada perda por espera de trabalhadores, os custos associados ao pessoal se elevam para a realização da mesma produção (OHNO, 1998). As causas mais relevantes que tem como consequência a perda por espera dos trabalhadores são o baixo índice de multifuncionalidade que está diretamente ligado a insuficiência do sistema produtivo e o baixo índice de utilização das pessoas.

### 3. MÉTODO PROPOSTO

De acordo as classificações de pesquisas, o presente estudo pode ser descrito conforme a seguir:

- i.Quanto à natureza: aplicada;
- ii.Quanto aos objetivos: exploratória
- iii.Quanto à forma de abordagem do problema: combinada;
- iv.Quanto ao método: estudo de caso.

A natureza é classificada como aplicada em virtude do seu interesse prático, pretende-se que os resultados alcançados após o desenvolvimento do estudo sejam aplicados e utilizados na solução de problemas que ocorrem na realidade (TURRIONI; MELLO, 2011).

No que se refere aos objetivos esta é uma pesquisa exploratória, tendo em

vista que a análise do problema visa proporcionar maior familiaridade com o assunto a fim de levantar hipóteses. A pesquisa exploratória compreende a pesquisa de literaturas sobre o tema, entrevistas com pessoas com experiência prática em relação ao tema pesquisado.

A abordagem é a combinada, pois permite que o pesquisador combine aspectos da abordagem quantitativa e qualitativa em diferentes etapas do processo de pesquisa. Uma abordagem quantitativa determina que tudo deve ser transformado em números, para então realizar-se as análises. Enquanto a abordagem qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, o pesquisador tende a analisar os dados indutivamente e o ambiente natural é fonte direta dos seus dados (TURRIONI; MELLO, 2011).

Quanto à seleção do método para a pesquisa, o estudo de caso é mais apropriado pois caracteriza-se justamente por esse interesse em casos individuais e não pelos métodos de investigação, os quais podem ser os mais variados, tanto qualitativos como quantitativos. Onde um caso é uma unidade específica, um sistema delimitado cujas partes são integradas (STAKE, 2000).

### **3.1. ETAPAS DA PESQUISA**

#### **i. Etapa 01**

Conforme menciona Yin (1990), a primeira atividade de um estudo de caso é a definição do problema. O problema identificado inicialmente nesse estudo é o elevado índice de desperdícios observado em uma indústria de alimentos. Com base nessas informações, o objetivo da pesquisa é investigar o processo produtivo com o intuito de identificar os sete desperdícios da produção no processo de abate de aves.

Para fundamentar a pesquisa, a fase seguinte corresponde à revisão bibliográfica. A revisão bibliográfica compreende estudar o que foi publicado sobre um dado tema por pesquisadores credenciados, com o propósito de comunicar os leitores quais conhecimentos e ideais foram estabelecidas acerca do tema, mostrando seus pontos positivos e negativos (TURRIONI; MELLO, 2011).

#### **ii. Etapa 02**

De acordo Turrioni et al 2011, uma pesquisa pode utilizar uma ou mais técnicas de coleta de dados. A seguir, apresentam-se as técnicas utilizadas nesta pesquisa: A observação é uma técnica de coleta de dados que utiliza os sentidos para obter determinados aspectos da realidade (TURRIONI; MELLO, 2011). As entrevistas são um encontro entre duas pessoas com a intenção de uma delas obtenha informações pertinentes a determinado assunto, através de uma conversa profissional. É uma técnica utilizada para investigação e diagnóstico de problemas. (MARCONI e LAKATOS, 2006). A análise documental visa coletar informações relevantes para o estudo, a partir de consultas a documentos e registros que contenham dados sobre determinados fatos. (TURRIONI; MELLO, 2011).

#### **iii. Etapa 3**

Com base nos dados coletados durante a pesquisa foi possível identificar e classificar os sete desperdícios da produção presentes no abatedouro de aves estudado. A análise dos dados permitiu apresentar inferências sobre o problema estudado. Concluindo, sugeriu-se que em projetos futuros sejam apresentadas técnicas e ferramentas da produção capazes de auxiliar na minimização e eliminação dos desperdícios reconhecidos.

#### 4. RESULTADOS

A partir da observação do processo produtivo e de entrevista com alguns colabores foram classificados os sete desperdícios da produção no abatedouro de aves. O quadro a seguir apresenta os principais desperdícios identificados.

Quadro 1 - Matriz de desperdícios.

	Superprodução	Transporte	Produtos defeituosos	Processamento	Movimentação	Estoques	Espera
Recepção				Mortos em transporte			Fila de espera para abate
Pendura				Ganchos vazios	Fadiga		
Insensibilização				Insensibilização inadequada			
Sangria				Má sangria			
Escaldagem				Escaldagem excessiva			
Evisceração			Condenações	Evisceração retardada			
Resfriamento							
Cortes		Insumos; Matéria-prima congelamento;	Corte fora da especificação	Raspagem incorreta	Fadiga	Estoque em processo na troca de turno	Fila de espera no corte
Embalagem Primária		Insumos		Embalagens rasgadas			
Embalagem Secundária		Insumos	Peso fora do padrão	Caixas danificadas;			
Congelamento			Corpo estranho	Embalagens danificadas			Fila de espera no túnel de congelamento;
Expedição						Estoque de Produto Acabado	
Planejamento	Variação no peso; Erro no planejamento;						
Outros	Não cumprimento do plano de produção.		Reclamações: Sensorial, quantidade, datas incorretas			Estoque elevado no almoxarifado	

Fonte: Os autores (2016)

##### 4.1. DESPERDÍCIO POR SUPERPRODUÇÃO

Os desperdícios de superprodução identificados no processo produtivo estão associados à variação no peso da matéria-prima, não cumprimento do plano de

produção, falta de confiança nos fornecedores e erro de planejamento.

A dispersão de peso das aves é um problema crônico da empresa que interfere diretamente no planejamento realizado pelo setor de PCP, pois se o peso chega ao abatedouro maior que o programado, produz-se mais que a quantidade predefinida, mas se acontece o inverso, a produção é inferior. O peso considerado pelo PCP para realizar o planejamento é informado pela agropecuária na semana anterior ao abate, as aves pesadas possuem um peso de referência de 2,85 kg, enquanto, as aves leves devem pesar em média 1,35 kg. A agropecuária é o setor responsável por acompanhar o desenvolvimento das aves no campo, controlando indicadores como: índice de mortalidade, ganho de peso diário, controle de enfermidades. O desenvolvimento das aves depende da composição da ração, manejo, linhagem, sexo, condições do alojamento. Como a criação das aves é realizada por uma série de integrados, empresas de terceiros, essas condições variam bastante, dificultando a acurácia da informação fornecida pela agropecuária. Logo, a acurácia da informação referente ao peso da matéria-prima é imprescindível para que o plano de produção seja cumprido fielmente, e não ocorra superprodução por antecipação ou superprodução quantitativa.

#### **4.2. DESPERDÍCIO DE PROCESSAMENTO**

O desperdício do processamento compreende as perdas associadas diretamente ao processo de transformação da matéria-prima em produto final e pode ser consequência da falta de padrão da operação, máquinas desajustadas, ferramentas inadequadas.

Iniciando o processo de abate, a primeira operação após retirar as gaiolas de aves dos caminhões é pendurar as aves nas nórias, o padrão determina que o operador deve segurar as aves por os pés e então pendurá-las, mas devido à velocidade da linha e do trabalho, percebe-se que às vezes o processo é realizado segurando outras partes das aves o que pode causar hematomas.

Durante a insensibilização por imersão, os parâmetros amperagem e voltagem devem ser configurados de acordo o tamanho das aves, quando isso não ocorre, as aves que deveriam estar imóveis após a insensibilização, seguem se debatendo até a sangria. Se o processo de insensibilização não estiver adequado, a consequência será aves com hematomas. Durante a sangria, o operador deve realizar o corte no local definido para garantir que ocorra a sangria total, após a sangria, o MAPA (2010) determina um período mínimo de 3 minutos no qual não é permitida nenhuma outra operação. No setor de evisceração, há o órgão de Inspeção Federal que classifica todas as aves, condenando as aves impróprias para consumo. Existem dois tipos de condenação, condenação total e parcial. Na condenação parcial, apenas alguns membros das aves devem ser descartadas, enquanto na condenação total, toda a ave deve ser descartada.

Na sala de cortes as perdas estão associadas de carne que resta nas carcaças desossadas, esse indicador mostra se a operação está dentro ou fora do

padrão, fatores como a velocidade da linha e a quantidade de mão-de-obra disponível pode influenciar no resultado desse desperdício.

Nos setores de embalagem e congelamento, os desperdícios recorrentes são os sacos e as caixas de papelão que rasgam durante a operação, há também embalagens e etiquetas que são carimbadas com a data do dia específico e quando não são utilizadas no dia, acabam sendo descartadas.

#### **4.3. DESPERDÍCIO DE TRANSPORTE**

O desperdício de transporte corresponde atividades de movimentação de materiais que não adicionam valor e geram custo. A análise da cadeia produtiva permite identificar que o maior transporte realizado é das granjas até o abatedouro. A unidade de Brasília possui mais de 150 integrados, empresas terceiras responsáveis pela criação das aves, espalhados pelo Distrito Federal, alguns integrados estão a mais de 100 km de distância do abatedouro, aumentando os gastos com transporte e o tempo da granja ao abate. O transporte da granja ao abatedouro é realizado através de caminhões, as aves são condicionadas em gaiolas para seguir a viagem. Durante o transporte, normalmente ocorre à morte de um número significativo de aves, a principal causa é o estresse térmico sofrido pelas aves.

#### **4.4. DESPERDÍCIO DE PRODUTOS DEFEITUOSOS**

O desperdício de produtos defeituosos compreende os produtos que não cumprem os requisitos mínimos de qualidade exigidos pelo cliente. Toda indústria de alimento possui um órgão de Inspeção Federal. O Serviço de Inspeção Federal (SIF) é responsável por observar a sanidade das aves, verificar condições higiênicas das instalações e dos equipamentos.

A Garantia da Qualidade fiscaliza os indicadores de conformidade dos produtos. Em algumas etapas do processo, a legislação determina temperaturas específicas. A temperatura das carcaças no final do processo de pré-resfriamento, deverá ser igual ou inferior a 7°C. Caso o produto apresente temperatura superior, ocorre o sequestro do item ou do lote. A absorção é o percentual de água adquirida pelas carcaças de aves durante o processo resfriamento por imersão, e não deve ser superior a 8% (MAPA,1998).

Outro desperdício identificado está relacionado ao peso dos produtos, toda a receita da unidade está associada à quantidade produzida e qualquer discrepância em relação ao peso pode implicar em ganhos ou prejuízos significativos. O desperdício de pesagem ocorre quando se entrega ao cliente um produto com o peso maior do que ele está pagando.

#### 4.5. DESPERDÍCIO NOS ESTOQUES

Conforme apresentando na literatura, os desperdícios de estoques ocorrem quando há estoques elevados de matéria-prima, material em processo e produtos acabados. O estoque de aves no abatedouro não deve ser superior a 4 caminhões na linha do leve e a 3 caminhões na linha do pesado. Essa quantidade é admitida, pois é necessário manter o fluxo de produção e a programação deve garantir que não falem aves para alimentar o processo produtivo, a descarga de um caminhão dura entre 30 e 45 minutos, e as linhas do pesado e do leve rodam a 8.800 e 12.800 aves/hora, respectivamente. Ao observar o processo percebe-se que normalmente não há uma quantidade superior à definida, de tal forma que o estoque de 7 caminhões seria um estoque necessário.

No que se refere aos insumos é visível uma superlotação do almoxarifado, espaço onde se encontram todos os materiais que irão ser utilizados na produção. Os funcionários do almoxarifado relatam que há uma quantidade significativa de itens obsoletos ou com pouca rotatividade, corroborando para a formação de um estoque volumoso. Outro fator que contribui para a formação deste tipo de estoque é o fato da unidade possuir um mix variável de produção, assim, às vezes o PCP tem dificuldade para realizar o planejamento de necessidades de materiais e submeter às ordens de compras, pois o corporativo altera com frequência suas demandas forçando a unidade a possuir estoque de uma quantidade maior de insumos.

#### 4.6. DESPERDÍCIO DE MOVIMENTAÇÃO

Conforme descrito na literatura este tipo de desperdício é mais difícil de ser percebido, pois é necessário um estudo detalhado de tempos e movimentos para identificar oportunidades de melhoria. Ao entrevistar alguns colaboradores foi informado que a formação do quadro de lotação da unidade, ou seja, a quantidade de operadores trabalhando na produção é definida com base nos tempos determinados para executar cada operação. Informaram também que todas as funções operacionais possuem um padrão bem definido e os operadores são treinados antes de executar suas funções. Logo, espera-se que os mesmos cumpram o que aprenderam no treinamento.

Para identificar os desperdícios de movimentação precisamente pode se comparar os tempos pré-definidos e o tempo medido no processo, ao realizar essa análise percebeu-se algumas tarefas demoram mais tempo que o estabelecido. No entanto, há influência de muitas variáveis no tempo alocado para desenvolver determinada atividade, pois ocorrem alterações frequentes de velocidade da linha, quantidade de operadores disponíveis.

#### **4.7. DESPERDÍCIO DE ESPERA**

A literatura apresentada no referencial teórico define que a perda por espera pode acontecer quando um lote permanece esperando enquanto o lote anterior é processado, ou ainda, quando há acumulação de estoque a ser processado. Pode-se perceber que os desperdícios de espera e de estoque estão conectados.

A principal espera do processo produtivo ocorre após a recepção das aves, conforme explicado no tópico de estoques, é admitido um estoque de 7 caminhões no pátio do abatedouro para manter o fluxo de abate. De acordo o Manual de Abate Humanitário (2010), as aves devem permanecer nos galpões de espera o tempo mínimo necessário para garantir o fluxo de abate e seu bem-estar. Recomendando como ideal para o bem-estar das aves e qualidade da carne um período de 1 hora, não mais que 2 horas.

#### **5. CONCLUSÕES**

O objetivo deste estudo foi analisar, através de um estudo de caso único de abordagem combinada, os sete desperdícios da produção em um abatedouro de aves. A observação diária da produção, as entrevistas aos colaboradores da fábrica e a análise documental contribuíram para concluir esse trabalho com êxito. Ao analisar o posicionamento dos funcionários em relação ao desperdício percebe-se que há pouco envolvimento por parte dos mesmos, pois muitos veem as perdas como uma consequência do processo de produção. Logo, a implementação de qualquer programa que vise extinguir os desperdícios deve ser bem estruturada a fim de garantir o engajamento do pessoal de todos os níveis do processo.

Como sugestão para projetos futuros, propõe-se que este método de estudo de caso seja repetido em outras unidades para verificar se os desperdícios apontados nesta análise podem ser generalizados para outras fábricas deste segmento da indústria.

Concluindo, tão importante quanto identificar os desperdícios é encontrar uma forma de minimiza-los ou elimina-los com o propósito de reduzir custos e maximizar o lucro, como prega a produção enxuta. Desta forma, a segunda etapa desse estudo será executar uma análise mais específica dos desperdícios identificados com o propósito de sugerir técnicas e ferramentas que auxiliem na sua eliminação.

#### **REFERÊNCIAS**

ANTUNES, J. **Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para projeto e gestão de produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

ESTEVES, E .F.; MOURA, L. S. **Avaliação de desperdícios e perdas de matéria-prima**

no processo produtivo de uma fábrica de bebidas. Simpósio em Excelência e Gestão em Tecnologia, 2010.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente Just-in-time.** Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

LIKER, **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.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** Rio de Janeiro: Campus, 1998.

SHINGO, S. **Sistema Toyota de Produção – do ponto de vista da Engenharia de Produção.** Porto Alegre, Editora Bookman, 1996a.

SHINGO, S. **Sistema Toyota de Produção com Estoque Zero: o Sistema Shingo para Melhorias Contínuas.** Porto Alegre. Editora Bookman, 1996b.

TURRIONI, J.B; MELLO, H.P. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção - Estratégias, Métodos e Técnicas para Condução de Pesquisas Quantitativas e Qualitativas,** UIFEI, 2011.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods.** London: Sage, 1984.

**ABSTRACT:** This study aims to analyze, through a single case study, the slaughter of birds in a food industry located in the Brasília-DF, in order to identify the seven wastes of production present in the process. Ohno (1997) and Shingo (1996) classified the major waste of productive systems, such as overproduction, transportation, processing itself, production of defective products, inventory, handling and waiting. Lean production determines that the only way to increase profits is to reduce costs, and cost reduction is only possible through the elimination of waste. Therefore, organizations that want to compete at a high level should systematically combat losses. From the process of observation, interviews with employees and document analysis was possible to identify the seven wastes of production in the studied company. Some identified waste were known by workers of the unit and are seen as natural losses of production, others are imperceptible to the production process. By identifying waste calls for proposals to minimize or eliminate their impact on production, these improvement actions will be developed in future projects.

**KEYWORDS:** Seven wastes, lean, lean production, poultry slaughter, food industry.

## **CAPÍTULO VII**

### **APLICAÇÃO DA FILOSOFIA SEIS SIGMA PARA MELHORIA DA PRODUTIVIDADE NAS LINHAS DE MONTAGENS DE PLACAS DE CIRCUITO ELETRÔNICO EM UMA INDÚSTRIA**

---

**Raimundo Nonato Alves da Silva  
Ghislaine Raposo Bacelar  
Rubens Lopes de Oliveira**

# APLICAÇÃO DA FILOSOFIA SEIS SIGMA PARA MELHORIA DA PRODUTIVIDADE NAS LINHAS DE MONTAGENS DE PLACAS DE CIRCUITO ELETRÔNICO EM UMA INDÚSTRIA

**Raimundo Nonato Alves da Silva**

(UEA)

[raimundo.nonato.silva@gmail.com](mailto:raimundo.nonato.silva@gmail.com)

**Ghislaine Raposo Bacelar**

(FUCAPI)

[ghislainerb@gmail.com](mailto:ghislainerb@gmail.com)

**Rubens Lopes de Oliveira**

(FUCAPI)

[rlo.rubens.168@gmail.com](mailto:rlo.rubens.168@gmail.com)

**RESUMO:** O presente estudo tem por objetivo melhorar produtividade nas linhas de montagem de placas de circuitos impresso para produtos eletroeletrônicos, visando atender a necessidade de redução dos custos de fabricação e aumentar em 20% a produtividade. A pesquisa terá uma abordagem quantitativa através das técnicas de coleta e análise de dados com uso de ferramentas estatísticas. Justifica-se por possibilitar o aumento de produtividade através de pequenos investimentos e com uso de filosofia seis sigma e ferramentas de lean manufacturing utilizada em diversos processos com excelentes resultados. Além disso, trará ganhos no custo final do produto culminando no aumento da competitividade dos produtos manufaturados na empresa. Será possível constatar que depois da implantação das melhorias que atingiram um aumento de até 28% de produtividade da mão de obra comparada com o início do projeto. A eficiência do processo também poderá ter ganhos de 28,2 %, reduzindo perdas durante a produção no departamento de montagem de placas (IMC), e os resultados financeiros obtidos com a realização deste projeto serão confirmados pelo departamento de controladoria desta empresa. Trazendo para empresa uma economia projetada de R\$ 0,77 por aparelho montado. A conclusão, além dos resultados financeiros obtidos, foi o benefício de comprovação pelos colaboradores do departamento de montagem de placas que, a filosofia seis sigma realmente trouxe melhores resultados de maneira padronizada e expandido os conhecimentos de uma maneira coordenada e constante

**PALAVRAS-CHAVE:** Produtividade, Seis Sigma, Manufatura enxuta.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos do século XX, inúmeras foram às transações, acontecimento e transformações ocorridas no âmbito global. Grandes corporações surgiram, milhares de dólares foram investidos, novas atividades econômicas e comerciais foram desenvolvidas, produtos e serviços foram criados e aprimorados, normas e leis foram necessárias, moedas foram criadas, fusões aconteceram, monopólios surgiram, dentre variados outros acontecimentos.

Estar no mercado atual pode representar estar frente a um arsenal diversificado de influência propostas pela globalização.

A economia vive constante avaliação que é conduzida por uma lógica financeira geral de lucratividade. As grandes corporações industriais e as organizações financeiras manejam uma massa de ativos financeiros e de moedas que compõem suas estratégias de valorização ao lado de seus ativos operacionais. Assim, além das taxas de retorno nos investimentos produtivos, as taxas de câmbio, as taxas de juros e os índices de valorização das ações são parâmetros considerados na rentabilidade financeira geral. Num mundo de livre movimento de capitais e de taxas de câmbio flexíveis, as corporações buscam elevados índices de produtividade mundo afora.

O dinheiro dos investimentos começa a circular para além de fronteiras nacionais, buscando melhores condições financeiras e maiores mercados. Grandes corporações internacionais passam a liderar uma nova fase de integração dos mercados mundiais, é a chamada globalização da economia.

O Brasil, está inserido entre as dez maiores economias mundiais e atrai as grandes corporações, que buscam novos mercados e ganhos financeiros, transferindo as montadoras para o solo brasileiro.

Perseguindo vantagens comerciais, o polo industrial de Manaus, PIM, fornece os incentivos fiscais para as empresas instalarem suas fabricas e assim produzirem produtos com a mesma tecnologia de suas matrizes. Com incentivos, mão de obra e um mercado consumidor exigente, as empresas buscam fatores de competitividade. É primordial e necessário a identificação dos pontos de retenção nos processos conhecidos como “gargalo” da linha. Para Goldratt & Fox (1997), os gargalos representam restrições à saída ou output (saída) do sistema de produção.

Então, a produtividade é sem dúvida é o caminho para conduzir uma empresa ao sucesso, para isso investem no desenvolvimento dos produtos e dos processos. Afirma Aragão (2008) que, o desafio das empresas modernas é conseguir de forma contínua identificar oportunidades de melhoria em seus processos, e implantá-las de modo sustentável. Para atender as necessidades da empresa em obter ganhos de produtividade das linhas de montagem de placas de circuitos eletrônicos, fez necessárias a utilização de filosofia Seis Sigma e ferramentas Lean manufacturing, para facilitar a visualização de problemas decorrentes do balanceamento das linhas, distribuição dos equipamentos no layout e do posicionamento da mão de obra necessária à realização das tarefas e a integração dos departamentos de produção, engenharia e suprimento, atingindo resultados esperados pela empresa.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Para Martins e Laugeni (2009), produtividade tem uma abrangência ampla, a mais tradicional é a que considera como a relação entre “o valor do produto e/ou serviço” produzido e o “custo dos insumos” para produzi-lo. Assim, a produtividade

depende essencialmente do output, ou seja, o numerador da fração, e do input, isto é, o denominador. Conforme figura 2.

Figura 6: Formula da Produtividade

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Medida de output}}{\text{Medida de input}}$$

Fonte: Martins e Laugeni, 2009

Ainda o mesmo autor, a relação capital e trabalho indica o nível de investimento em máquinas, equipamentos e instalações em relação à mão de obra empregada. A medida que as instalações envelhecem perde-se produtividade. A substituição de equipamento é feita sempre no sentido de obtenção de melhorias produtividade e é uma tendência implantação de linhas automatizadas.

O critério mais simples para avaliar a eficiência de um sistema é a produtividade. A produtividade de um sistema é definida como a relação entre os recursos utilizados e os resultados obtidos (ou produção), [...]Prokopenko (apud MAXIMIANO, 2000, p.116)

A escassez de recursos tem gerado problemas de produtividade, como energia elétrica, em que aumentos de custos geram grandes impactos nos processos industriais. Além de dos elevados custos, a crise pela qual passou o Brasil, afetou diretamente as produções das fabricas que não geravam sua própria energia. Atualmente não adianta ter mão de obra barata de se não for produtiva. Na era do trabalhador do conhecimento, seus elevados custos são mais do que recompensados por sua produção. Inovação e tecnologia e grande responsável pelo aumento de produtividade nos últimos anos. Assim, investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) dão indicativos das perspectivas de aumento da produtividade a médio e longo prazo. A produtividade é importante para qualquer nível de organização. Uma das metas dos gestores é aumentar a produtividade da unidade organizacional sob sua responsabilidade, sem, entretanto descuidar da qualidade.

Há diversas preocupações no dia a dia das organizações em relação aos processos produtivos, e uma delas é a melhoria continua. Para Rotondaro et al (2014), algo irrefutável dentro da filosofia Seis Sigma é a ideia de observar os dados de um processo, ou seja, dar adequada atenção e saber definir, medir, analisar, melhorar além de controlar os dados de um processo. Isso é na verdade a essência da ciência. Neste sentido, é a ciência que se preocupa com a organização, descrição, análise e interpretação dos dados experimentais é a estatística, considerada um ramo da matemática aplicada. Na execução deste trabalho foi utilizado as etapas do cronograma a metodologia DMAIC, esta ferramenta vem sendo aplicada por diversas empresas para a melhoria dos processos, as etapas que sintetizam esta ferramenta segundo Eckes (2001). O método DMAIC é aplicado

para a melhoria de desempenho de produtos e processos. Apresenta-se como modelo desenvolvido em cinco etapas e aplicadas a metodologia Seis Sigma, com objetivo definir com precisão o escopo do projeto, determinar a localização o problema, além de determinar as causas hierarquizando-os, propor, avaliar e implementar soluções para cada problema prioritário e garantindo assim o alcance da meta. ROTONDARO (2014); WERKEMA (2002)

Rotondaro et al (2014) aponta que o diagrama de causa e efeito é uma ferramenta para apresentar a relação existente entre determinado resultado de um processo (que é um efeito) e os diversos fatores (causas) que podem influenciar nesse processo. Nos processos de melhoria seis sigma, normalmente o resultado do processo que está em estudo é um problema que se quer eliminar, e então o diagrama é utilizado para o levantamento e a apresentação visual de suas possíveis causas e de seu relacionamento com o problema

Contudo, outra dimensão dos sistemas produtivos está relacionada aos fatores relativos a capacidade da produção ou serviços. Para Moreira (2008), é fácil perceber, que há muitos fatores dos quais depende a capacidade de uma unidade produtiva. Se quisermos aumentar a capacidade de uma unidade, devemos alterar pelo menos um dos fatores determinantes dessa capacidade.

Outro aspecto levantado por Moreira (2008), arranjo físico por produto é usado quando se requer uma sequência linear de operações para fabricar o produto ou prestar um serviço, é uma forma de disposição muito comum na manufatura que na prestação de serviço.

Arranjo físico por processo é a características de muitas indústrias e provavelmente da maioria das atividades de prestação de serviços, os centros de trabalhos são agrupados de acordo com a função que desempenham, os materiais ou pessoas movem-se de um centro para outro de acordo com as necessidades. Hospitais, escolas, armazéns, bancos e muitas outras atividades são organizados por processo. Na indústria, esse tipo de arranjo físico indica que as máquinas de uma mesma função são agrupadas em departamentos funcionais, e o produto é direcionado até a máquina adequando próxima operação.

### **3. METODOLOGIA**

Metodologicamente, este trabalho adotou o tipo de pesquisa exploratória e descritiva, pois há necessidade de demonstrar todos os detalhes dos processos e possibilitar a descrição do fenômeno. Gil (2002) recomenda que, as pesquisas exploratórias têm como objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema investigado, com vistas a torná-lo mais explícito. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Ainda o mesmo autor, considera que o estabelecimento de relações entre variáveis irá descrever o fenômeno.

A importância deste trabalho se reflete no uso da filosofia seis sigmas e as

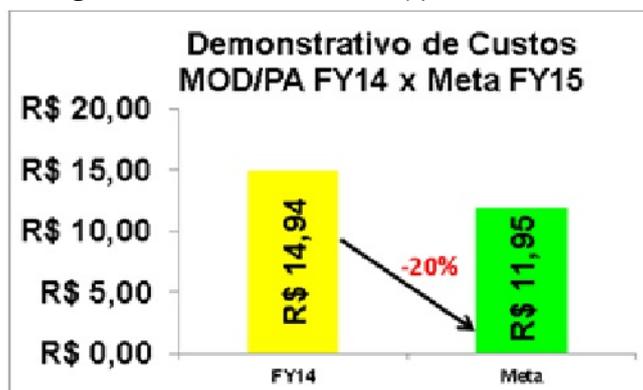
ferramentas lean manufacturing, nas análises dos processos produtivos.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Melhorias nas linhas de montagem de placas

Como demonstra a Figura 3, o ano fiscal de 2014, teve um custo por produto acabado (PA) de R\$ 14,94, esses custos são a composição das despesas fixas e variáveis alocadas na conta da manufatura e que compõe o custo para se produzir cada produto nesta empresa. Foi definida pela direção desta empresa uma meta de redução em 20% por aparelho para o próximo período.

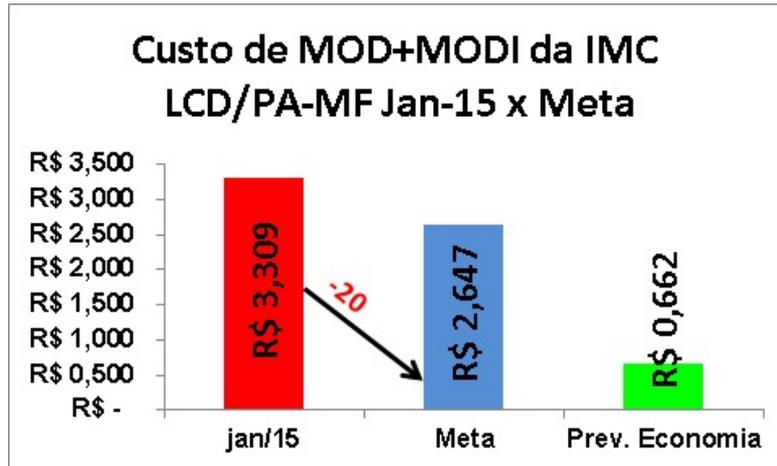
Figura 7: Custo da mão de obra/produto acabado



Fonte: Autor, 2015

Na Figura 4, temos os custos estratificados por departamento, e para o departamento de Inserção Manual de Componentes (IMC), representa 22,1% dos custos de mão de obra direta da empresa, que é equivalente a R\$ 3,309 por aparelho, com uma meta de redução de 20%, o custo da mão de obra direta para IMC deve ficar em R\$ 2,647, trazendo uma economia de R\$ 0,662 por aparelho montado.

Figura 8: Custo da mão de obra/produto acabado

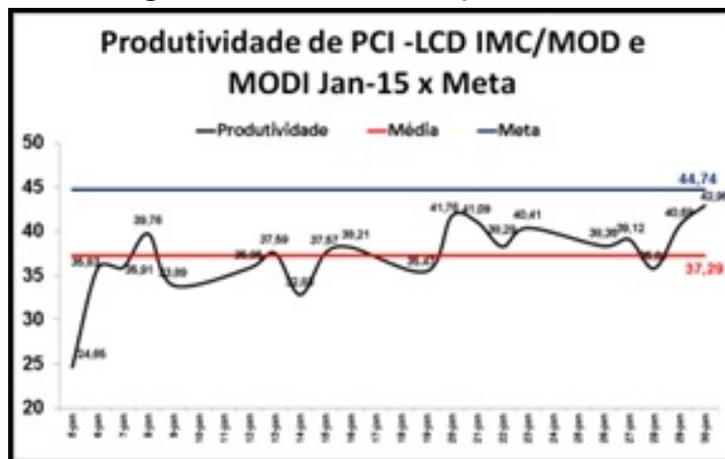


Fonte: Autor, 2015

Com o acompanhamento diário, no mês de janeiro de 2015, os resultados das linhas de montagem de placas, geraram dados, onde se desenvolvem os estudos, com o objetivo de fazer inferências sobre a população. As amostras de dados devem ser agrupadas de forma que seu manuseio, visualização e compreensão sejam simplificados.

Segundo Rotondaro et al (2014), amostra é o ponto de partida (na prática) para todo um estudo de Estatístico. A figura 5 mostra o acompanhamento diário durante o mês de janeiro/15.

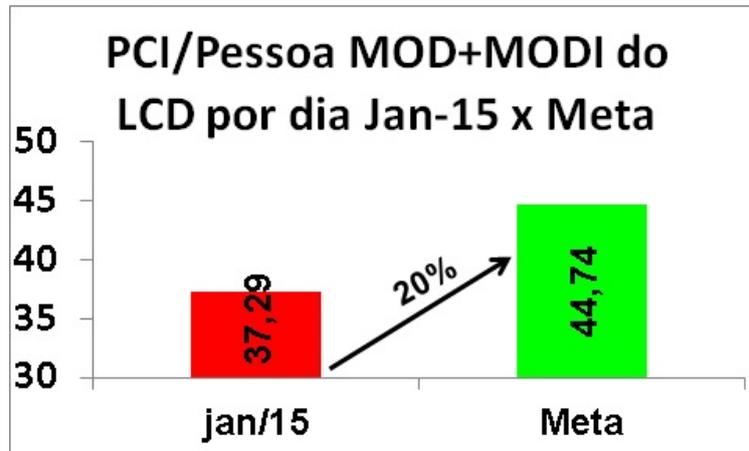
Figura 9: Produtividade diária janeiro, 2015



Fonte: Autor, 2015

Com base nos dados obtidos do acompanhamento diário do mês de janeiro de 2015, na área de inserção manual de componentes (IMC), foi possível definir a produtividade, a figura 6, abaixo, demonstra o número de PCI (placas de circuitos impresso), por colaborador, em janeiro de 2015 e os resultados do departamento estavam em 37,29 PCI por colaborador e a meta estabelecida para este projeto, passa a 44,74 PCIs/colaborador. Para atender os objetivos da diretoria desta empresa para este novo período fiscal.

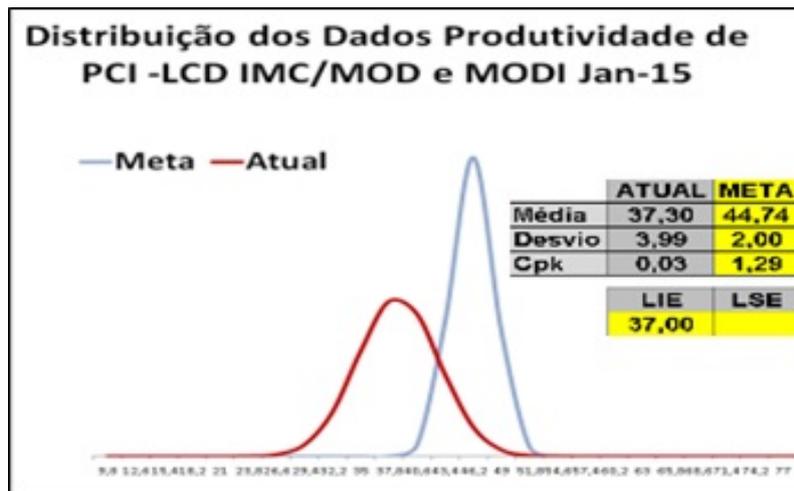
Figura 10: Produtividade e meta do processo



Fonte: Autor, 2015

Com base nos dados da figura 5, foi construído um gráfico de distribuição normal, figura 7, onde os dados da condição atual (janeiro 2015) e está representado pela linha de cor vermelha e a linha azul representa os dados referentes à meta, além de identificar que os dados não estão normalmente distribuídos, comparando as linhas azul e vermelha, vemos também que o processo não é capaz, pelo resultado do Cpk que foi de 0,03, visto que o Cpk menor que um (1) significa que o processo não é capaz, os dados estão fora dos limites de tolerância, isto é, o processo não está sob controle, isto é, a capacidade do processo pode variar. Segundo Rotondaro et al (2014), Cpk é uma das métricas tradicionais mais usadas pelas empresas para medir a capacidade de um processo, significando que este processo é capaz de produzir itens ou prestar serviços segundo as especificações determinadas pelo cliente. Segundo Campos (2005), a distribuição normal é um modelo estatístico que fornece uma base teórica para o estudo do padrão de ocorrência os elementos de várias populações de interesse. Um dos mais importantes exemplos de distribuição contínua de probabilidade é a distribuição Normal, chamada também de distribuição Gaussiana.

Figura 11: Distribuição dos dados e meta



Fonte: Autor, 2015

O padrão de desempenho da métrica na Figura 8, mostra em detalhes simplificados e uma maneira simples de obter as informações que foram coletadas neste processo de pesquisa, ele é usado para tirar dúvidas no momento de esclarecer interpretações da base de dados.

<b>Padrão de Desempenho da Métrica</b>	
Métrica	Produtividade das linha de LCD-IMC
Definição	Quantidade de Produção dia / Quantidade de Pessoas
Unidade	Unidades de Produtos
Meta	44,74 PCI's por Pessoa
Limites	37 PCI's por Pessoa
Defeitos	Todo e qualquer dia que a quantidade de PCI's por pessoa for inferior a 37.

Figura 12: Distribuição dos dados e meta

Fonte: Autor, 2015

Contudo, deve-se entender as correlações existentes como Triola (1999), que afirma podemos definir correlação como sendo alguma forma de relacionamento entre duas ou mais variáveis. Pode-se medir o grau em que as variáveis estão relacionadas e a esta medida chamaremos de coeficiente de correlação

#### 4.2. Balanceamento da linha de produção seriada

Martins e Laugeni (2009), enfatiza que o balanceamento, deve-se, em primeiro lugar, determinar o tempo de ciclo. O tempo de ciclo (TC), expressa a frequência com que uma peça deve sair da linha de montagem ou, em outras

palavras, o intervalo de tempo entre duas peças consecutivas. Por exemplo, suponhamos que uma linha deve produzir 1.000 peças em 6,5 horas de trabalho. O tempo de ciclo será  $6,5h \times 60 \text{ minutos} / 1000 \text{ peças} = 0,39 \text{ minuto/peça}$ . Isto é, a cada 0,39 minutos a linha deve produzir uma peça, para que seja alcançada a produção de 1.000 peças nas 6,5 horas disponíveis. Podemos expressar o tempo de ciclo como mostra figura 10.

Figura 13: Formula de Tempo de ciclo

$$TC = \frac{\text{Tempo de produção}}{\text{Quantidade de peças a produzir}}$$

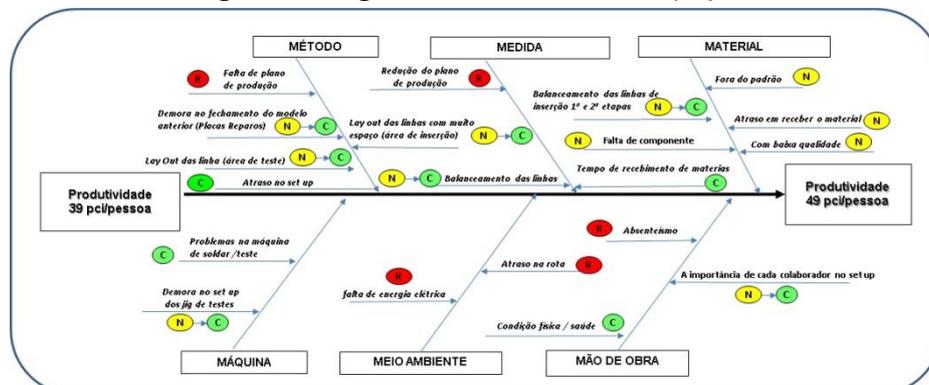
Fonte: Martins e Laugeni, 2009

Nesta condição é possível a partir do tempo de ciclo, determinamos o número mínimo de operadores que, teoricamente, seriam necessários para que se tivesse aquela produção afirma o mesmo autor.

### 4.3. Aplicando o Diagrama de causa e efeito no processo e o plano de ação

Trata-se de um instrumento para expandir o leque de informações sobre o problema, e aumentar a probabilidade de identificar corretamente suas principais causas, para que se possa atacá-las. Essa abertura no campo de visão deve ser a mais ampla possível, e deve, portanto, deve ser desenvolvida com a participação de um grupo de colaboradores que têm envolvimento e conhecimento sobre o processo e o problema. Após definição das principais causas que poderiam afetar o resultado da produtividade nas linhas de montagem da IMC, será elaborado o diagrama de causa e efeito Figura 16, que o diagrama de causa e efeito está pronto quando todas as causas conhecidas estiverem devidamente registradas no mesmo.

Figura 14: Diagrama de causa e efeito do projeto



Fonte: Autor, 2015

Com base nas informações obtidas no diagrama de causa efeito, podemos elaborar um plano de ação para eliminar ou reduzir os problemas nas linhas de montagem. Entre as causas detectadas está o layout das linhas. A figura 17, mostra o plano de ação com os responsáveis pelas ações com evidências.

Figura 15: Plano de ação do projeto

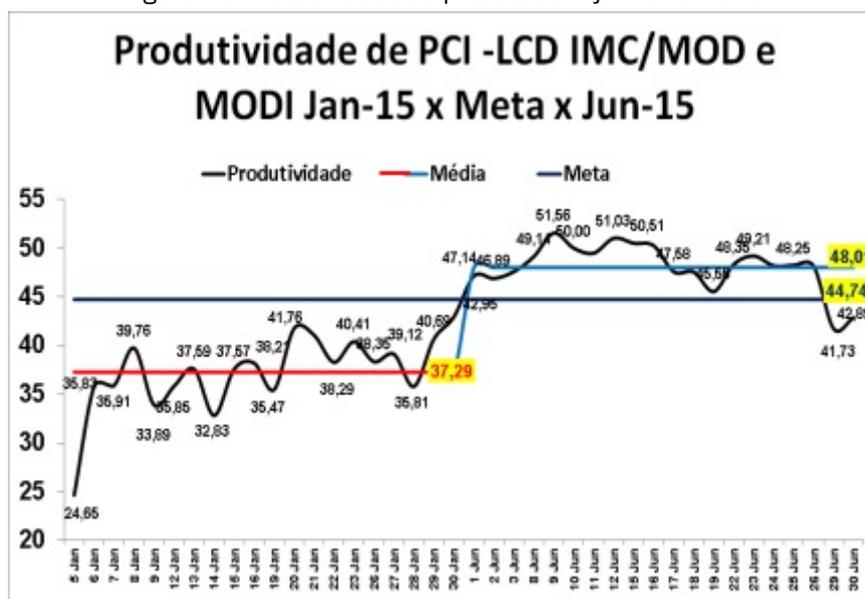
Plano de Ação para aumento de produtividade nas linhas IMC LCD					
Problemas	Ação	Evidências	Resp.	Status	Data
Lay out das linhas com muito espaço (área de inserção)	Retirada de postos de montagem, eliminado bancadas de apoio para material		Rubens	OK	03/2015
Lay out das linhas (área de teste)	Colocado 2 jigs de teste por bancada, retirada das bancadas desativadas, reução dos espaços.		Rubens	OK	03/2015
Demora no fechamento do modelo anterior (Set Up no 6º JIGs de testes - placas em reparo)	Faz o Set Up dos 6 JIGs e após o reparo das placas, retornar o Set Up do 6º JIG para aprovar as placas no intervalo do almoço		Garcia / Pedro	OK	04/2015
Lay out das linhas espaços entre as atividades (aplicação de cola/ embalagem)	Retirada de postos de montagem, eliminado bancadas de apoio para material		Rubens	OK	03/2015
Importância de cada colaborador no Set Up	Realizado palestra para mostrar e conscientizar os colaboradores da importância dos Projetos.		Garcia / Pedro	OK	03/2015
Balaceamento da linhas de inserção 1ª etapa.	Estudo dos tempos e atividades, redução de posto de montagem.		Rubens	OK	01/2015
Balaceamento da linhas de inserção 2ª etapa.	Estudo dos tempos e atividades, redução de posto.		Rubens	OK	03/2015
Tempo de recebimento de material	Adiantamos o recebimento dos materiais em 01 dia ( Alimentador dando aceite no material para IMC)	 Alimentador puxando material do entreposto 702 para o setor 802	Garcia / Pedro	OK	01/2015

Fonte: Autor, 2015

### 4.3. Confirmação das melhorias das linhas de IMC

Depois de implementadas as ações e com a continuidade do acompanhamento diário da produtividade nas linhas da IMC, os resultados geraram novos dados, figura 18, onde os estudos do projeto, com o objetivo de fazer comparações entre antes e depois.

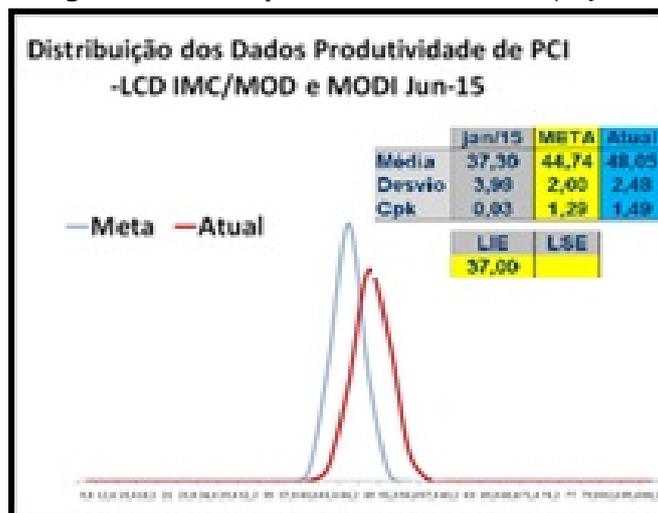
Figura 16: Produtividade do processo em junho de 2015



Fonte: Autor, 2015

Com os dados obtidos depois implementação das ações será construído um novo gráfico de distribuição normal, figura 19, onde os dados da nova condição do processo e está representado pela linha de cor vermelha e a linha azul representa os dados referentes à meta, além de identificar que os dados estão normalmente distribuídos, que o processo é capaz, pelo resultado do novo Cpk que foi de 1,49, visto que o Cpk maior que um (1) significa que o processo não é capaz.

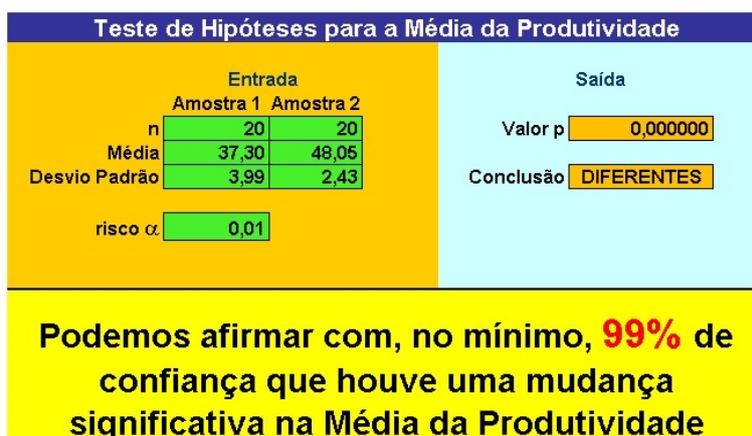
Figura 17: Distribuição dos dados e meta do projeto



Fonte: Autor, 2015

Conforme Rotondaro et al (2014), uma fase muito importante da metodologia, a análise dos dados coletados. Para isso, utilizam-se, além das ferramentas tradicionais da qualidade, as ferramentas estatísticas, de modo a identificar as causas óbvias e causas não óbvias. A utilização de ferramentas estatísticas de forma competente e prática é uma das forças da metodologia. Quando evoluímos para uma visão que os processos devem ser analisados, levando em conta sua variabilidade, a estatística passa a ser a principal ferramenta a ser utilizada. Teste de hipótese é uma ferramenta que tem como objetivo de decidir se uma afirmação a respeito de um parâmetro de determinada população é razoável ou não. Na figura 20, mostra que podemos afirmar com no mínimo de 99% de confiança que houve uma mudança significativa na Média da produtividade.

Figura 18: Teste de hipótese da produtividade do projeto



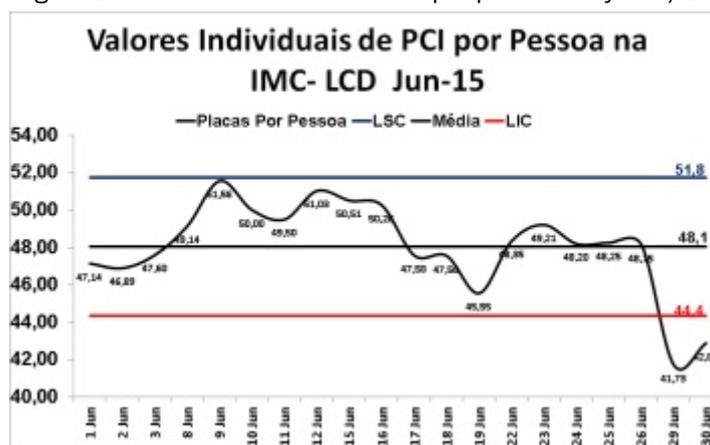
Fonte: Autor, 2015

Segundo Rotondaro et al (2014), qualquer processo apresenta variabilidade. Isso é um fato da natureza. A variação nas características críticas da qualidade e as causas de variações podem ser divididas em dois grupos: causas comuns e especiais.

Uma causa comum é definida como uma fonte de variação que afeta todos os valores individuais de um processo. É resultado de diversas origens, sem que nenhuma tenha predominância sobre a outra. Já a causa especial é um fator que gera variações que afetam o comportamento do processo de maneira imprevisível, não sendo, portanto, possível obter um padrão ou (distribuição de probabilidade) neste caso.

A figura 21 mostra o comportamento diário da variação da produtividade por pessoas no mês de junho/15.

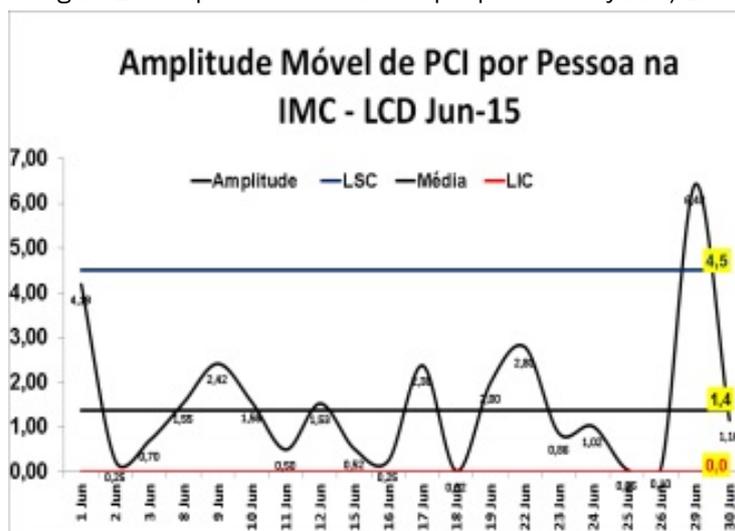
Figura 19: valores individuais de PCI por pessoa em junho/15



Fonte: Autor, 2015

A figura 22 mostra o comportamento diário da amplitude móvel produtividade por pessoas no mês de junho/15.

Figura 20: Amplitude móvel de PCI por pessoa em junho/15



Fonte: Autor, 2015

Na conclusão será possível fecharmos o assunto e o atingimento futuro deste projeto.

## 5. CONCLUSÕES

Será possível afirmar com base nos resultados projetados, apresentados com dados estatísticos que o objetivo do projeto será alcançado em sua plenitude, e com futura comprovação das economias pelo setor de controladoria da empresa. Com aumento de 28% na produtividade da mão de obra do departamento de montagem de placas (IMC), reduzindo as perdas. A eficiência terá um aumento de 28%. Trazendo para empresa uma economia de R\$ 0,77 por aparelho montado comparando com os dados de janeiro/16. Outro benefício deste estudo será a comprovação pelos colaboradores do departamento de montagem de placas, que filosofia seis sigma traz melhores resultados quando os membros do setor trabalham com o mesmo objetivo, de maneira padronizada e expandido os conhecimentos de uma maneira coordenada e constante, e as modificados dos processos são baseados em análises estatísticas provenientes de estudos e projetos Seis Sigma, essas alterações poderão gerar mudanças na forma de agir e reagir das pessoas em todas as etapas do processo independente do cargo que ocupam dentro da organização.

A economia estimada de R\$0,77, por aparelho montado representará 23%, com a redução dos custos de mão de obra, apresentará o fruto de comprometimento dos colaboradores e da alta direção da empresa em acreditar que o conhecimento e uso padronizado das ferramentas estatísticas trazem resultados.

## REFERÊNCIAS

ARAGÃO, Irlam Reis de. "Redução de perdas em um processo produtivo petroquímico com o uso conjunto da árvore de perdas e do seis sigma." Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. (2008).

CAMPOS, M. S. **Seis Sigma gerencial**. Porto Alegre: Siqueira Campos, 2005. Apostila.

ECKES, G. A **Revolução Seis Sigma: O método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucros**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa** - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

GOLDRATT, E.; FOX, J. **A meta: um processo de aprimoramento contínuo**. São Paulo: Educador, 1997.

MARTINS, P.G; LAUGENI, F.P. **Administração a produção**. 2º ed. São Paulo: Saraiva 2009

MAXIMIANO, Antônio Cesar Amaru. **Introdução à Administração**. 5º ed. São Paulo:Atlas,2000.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 25º ed. São Paulo:Pioneira,2000.

ROTONDARO, R.G. **Seis sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. - 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2014.

TRIOLA, M.F. **Introdução à estatística**. Livros Técnicos e Científicos, 1999.

WERKEMA, M.C.C. **Criando a cultura seis sigma**. Rio de Janeiro. Qualitymark, v. 1, 2002.

**ABSTRACT:** This study aims to improve productivity in circuit boards assembly lines for printed electronics products, to meet the need to reduce manufacturing costs and increase productivity by 20%. The research will have a quantitative approach through the collection techniques and data analysis using statistical tools. Justified by enabling increased productivity through small investments and use philosophy six sigma and lean manufacturing tools used in various processes with excellent results. Furthermore, it will gain the final cost of the product culminating in increased competitiveness of products manufactured in the company. You can see that after the implementation of the improvements achieved an increase of up to 28% of labor productivity compared with the beginning of the project. The process

efficiency may also have gains of 28.2%, reducing losses during production in the PCB assembly department (BMI), and the financial results with the realization of this project will be confirmed by the controllership department of this company. Bringing company a projected savings of \$ 0.77 per unit mounted. The conclusion, in addition to financial results, was the benefit of evidence by employees of the PCB assembly department, the Six Sigma philosophy really brought better results in a standardized way and expanded knowledge in a coordinated and consistent way.

**KEYWORDS:** Productivity, Six Sigma, Lean manufacturing.

## **CAPÍTULO VIII**

### **APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA PARA A REDUÇÃO DA VARIAÇÃO DE TONALIDADE EM EMBALAGENS**

---

**Venise Bouvier Alves  
Elisa Coradin  
Rejane Tubino**

# APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA PARA A REDUÇÃO DA VARIAÇÃO DE TONALIDADE EM EMBALAGENS

## **Venise Bouvier Alves**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre – Rio Grande do Sul

## **Elisa Coradin**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre – Rio Grande do Sul

## **Rejane Tubino**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre – Rio Grande do Sul

**RESUMO:** No contexto da busca incessante por produtos perfeitos, se encontram diversas ferramentas e estratégias que visam aumentar a vantagem competitiva das organizações, dentre elas, a metodologia Seis Sigma. O presente trabalho tem como objetivo a Aplicação da metodologia Seis Sigma para a redução da variação de tonalidade em embalagens. A implementação da metodologia será apresentada por meio de um Estudo de Caso em uma Gráfica de impressão de embalagens, onde se demonstram as etapas realizadas em cada fase da aplicação do Modelo DMAIC. O tema abordado foi escolhido a partir da priorização identificada pela Análise de Pareto, levando-se em consideração os principais desvios de qualidade que impactavam em devolução de material pelo cliente. Neste estudo ficou evidente que, em relação à variação de tonalidade, a metodologia Seis Sigma pode proporcionar grandes benefícios para o processo de impressão de materiais, com o aumento do nível sigma e, conseqüentemente, a redução da variabilidade do processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Seis Sigma; DMAIC; Ferramentas da Qualidade; Variabilidade.

## **1. INTRODUÇÃO**

Atualmente os mercados estão cada vez mais competitivos e a fidelidade dos clientes cada vez mais disputadas. As empresas que buscam o crescimento e almejam o mercado mundial, devem comercializar produtos e serviços de forma a “encantar” seus clientes. Na busca incessante por produtos perfeitos, as empresas estão investindo em diversas técnicas e estratégias para surpreender os consumidores com produtos interessantes, preços atrativos e de excelente qualidade. Neste contexto, o Seis Sigma está de acordo com as necessidades impostas pelo mercado, pois é uma metodologia focada em aumentar a vantagem competitiva das organizações, através da melhoria nos processos existentes.

As ferramentas adotadas pela metodologia Seis Sigma são em sua maioria as mesmas que têm sido utilizadas pelos sistemas de qualidade. A grande diferença é que a estrutura de um projeto Seis Sigma consegue potencializar o

resultado, uma vez que os objetivos do projeto de melhoria estão alinhados com as metas financeiras da empresa (CARVALHO; PALADINI, 2012; GARVIN, 1992).

O início da utilização do Seis Sigma ocorreu na empresa Motorola, no final da década de 80, como meio de oferecer um foco claro sobre a melhoria e de auxiliar a acelerar a taxa de mudança em um ambiente altamente competitivo. A metodologia ofereceu à Motorola uma maneira simples e consistente de acompanhar o desempenho e compará-la às exigências do cliente (a medida sigma) e uma meta ousada de qualidade praticamente perfeita (CAMPOS, 2004; LIKER; HOSEUS, 2009).

Com o sucesso da metodologia na Motorola, algumas empresas do mundo adotaram este novo conceito de qualidade. A Kodak, Ford, Sony, e General Eletronic são algumas das empresas que vem obtendo ganhos expressivos tanto na qualidade de seus produtos quanto nos ganhos financeiros. Desde então o Seis Sigma tornou-se a ferramenta de negócio, focada na implementação, para empresas em todo mundo.

E a exemplo de outras empresas, em 2007 foi implantada a metodologia Seis Sigma na Gráfica de embalagens do presente Estudo de Caso. Esta foi uma estratégia utilizada pela empresa para atingir e sustentar altos níveis de qualidade nos produtos. A partir de então, a metodologia Seis Sigma está sendo disseminada nas demais unidades da empresa, composta por ferramentas e metodologias direcionadas para a redução de variabilidade e de defeitos, melhorando os resultados do negócio. Atualmente a empresa conta com 221 colaboradores treinados, 75 projetos concluídos e 50 em andamento, obtendo aproximadamente 1,7 milhões em saving desde a implementação da metodologia.

Este trabalho tem como objetivo a aplicação da metodologia Seis Sigma para a Redução da Variação de Tonalidade em Embalagens, identificando alguns benefícios que o Seis Sigma pode proporcionar ao processo de impressão. Inicialmente será apresentada uma revisão bibliográfica sobre a aplicação do Seis Sigma e do conceito do método estruturado DMAIC; após será discorrido sobre o presente Estudo de Caso e apresentada a metodologia utilizada, bem como as ferramentas da qualidade e técnicas estatísticas empregadas para a caracterização do trabalho; e por fim, os resultados obtidos após a implementação da metodologia, com as respectivas análises estatísticas que sustentaram a melhoria.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Seis Sigma**

Segundo Brussee (2004) o Seis Sigma é um sistema abrangente e flexível para alcançar, sustentar e maximizar o sucesso empresarial. Este é singularmente impulsionado por uma estreita compreensão das necessidades dos clientes, pelo

uso disciplinado de fatos, dados e análises estatísticas e a atenção aplicada à gestão e melhoria dos processos.

Seis Sigma é uma estratégia gerencial que acelera a melhoria dos processos, produtos e serviços. Sigma é a unidade estatística usada para medir capacidade de um processo funcionar sem falhas. Um produto ou serviço com nível Seis Sigma é 99,9997% perfeito. O valor gasto por uma empresa com consertos, refugos e perdas é de 30% de seu faturamento, com o nível sigma esse gasto é inferior a 10% (PANDE; NEUMAN; CAVANAGH, 2001; CARVALHO; PALADINI, 2012; CAMPOS, 2004).

Montgomery (2004) afirma que a metodologia Seis Sigma reforça o controle estatístico da qualidade para a definição de padrões de excelência operacional. Trata-se de uma metodologia com caráter preventivo e voltado para a melhoria contínua dos processos.

## **2.2 DMAIC: Metodologia estruturada para melhoria dos processos**

O método DMAIC é formado por cinco fases que definem o desenvolvimento da metodologia Seis Sigma para a melhoria dos processos. Cada letra desta sigla representa uma etapa do projeto, e tem um significado bem definido, sendo estas:

- ✓ D, define (definir): definição do escopo e meta a partir do objetivo do projeto;
- ✓ M, measure (medir): medição do processo para coleta de dados que identifique a situação atual e o tamanho do problema (oportunidade);
- ✓ A, analyse (analisar): análise dos dados e mapeamento da causa raiz (uma ou mais) dos defeitos e das oportunidades de melhoria;
- ✓ I, improve (melhorar): melhoria e otimização do processo baseado na análise dos dados, utilizando ferramentas estatísticas e da qualidade;
- ✓ C, control (controlar): implementação de sistemas de controle para monitorar e sustentar continuamente os resultados.

Conforme Brussee (2004), a metodologia Seis Sigma necessita alta disciplina em sua aplicação, para isso adota as fases do DMAIC que deverão, rigorosamente, ser seguidas. Nenhuma das fases poderá deixar de ser considerada, pois segue uma lógica de solução de problemas.

Dentro de cada etapa do ciclo DMAIC existem atividades sustentadas por ferramentas da qualidade e técnicas estatísticas para se atingir adequadamente o (s) objetivo (s) do projeto.

## **3. MÉTODO PROPOSTO**

O tema abordado neste estudo de caso, a “Aplicação da metodologia seis sigma para a redução da variação de tonalidade em embalagens” foi escolhido a partir da priorização identificada na Análise de Pareto dos principais motivos de

desvios de qualidade que ocasionavam a devolução de material. Este impacto é bastante expressivo na condição de que para uma Gráfica, o produto final é a impressão de embalagens. E, a falta de qualidade do fornecimento das embalagens, como a reprodutibilidade da cor em diferentes lotes, pode implicar ao consumidor final uma imagem não positiva do produto de consumo, como a dúvida quanto à origem deste produto.

O presente estudo iniciou com a definição do tema, tendo como base a relevância dos desvios de qualidade para a Impressão de embalagens. Após foi realizada a coleta dos dados necessários para a mensuração do desempenho atual do processo, e posterior análise por meio da aplicação do método, visando à obtenção de conclusões a respeito do problema em estudo.

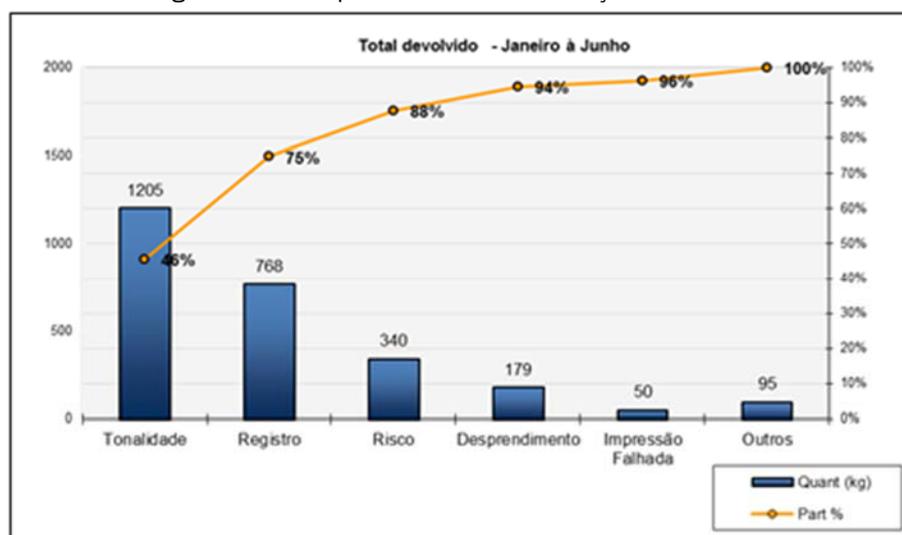
Todo o estudo utilizou a metodologia DMAIC como base de desenvolvimento, como descrito a seguir:

### 3.1 Definir

Para o início do estudo foi realizado um levantamento dos principais desvios de qualidade que impactavam em devolução de material. Este levantamento foi realizado a partir dos relatórios de SAC (Serviço de Atendimento ao Cliente), elaborado pelo Assistente Técnico de Qualidade que mensalmente visita os clientes (Fábricas ao qual se destinam as embalagens impressas), avaliando a criticidade das devoluções.

Com base nestes relatórios, foram avaliados os principais motivos de devoluções em um período de seis meses (de Janeiro à Junho de 2014), sendo apresentados em uma Análise de Pareto, como mostra a Figura 1:

Figura 1 – Principais motivos de devolução de material



Fonte: Adaptado de Relatórios SAC – Uso interno (2014)

A partir da priorização dos defeitos identificados no levantamento e da

relevância que a tonalidade apresenta na qualidade da impressão, foi definido que o objetivo do projeto era reduzir em 30% as devoluções de fábrica por motivo de tonalidade.

O projeto tinha como prazo de execução oito meses.

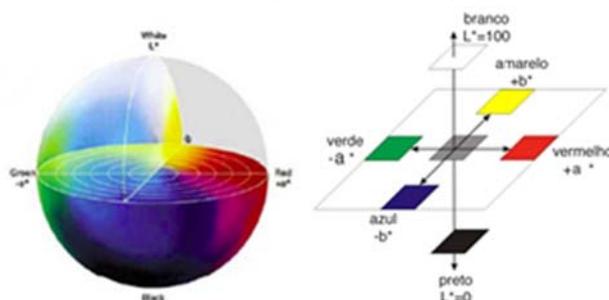
### 3.2 Medir

Na segunda fase foram realizadas coletas de amostras impressas a fim de se avaliar a repetitividade da cor dentro de um mesmo lote de impressão, mensurando assim o desempenho do processo de controle da tonalidade na impressão.

Porém, no processo de impressão, não havia um procedimento de controle da cor ao longo de uma produção, baseando-se apenas na comparação visual de uma amostra que está sendo impressa frente ao padrão (amostra aprovada pelo Cliente do produto comercializado). Esta avaliação visual é considerada como qualitativa e subjetiva, muitas vezes gerando imparcialidade na aprovação da produção, pois depende muito da criticidade do Técnico Impressor.

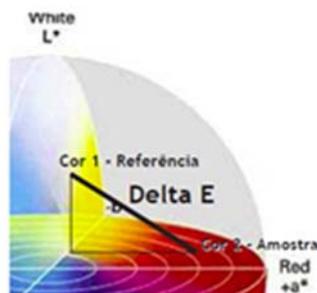
Na área de impressão se tinha disponibilizado um equipamento de leitura de cor, o espectrofotômetro, que é um instrumento de medição que faz a leitura da curva espectral da cor (comprimento de onda visível entre 400 e 700 nm) indicando valores numéricos para cada cor. Desta forma é possível referenciar valores para cada cor através da posição no espaço “Lab”, e o quanto a amostra está próxima ou não em relação ao padrão, com a diferença do “Delta E”, como mostram as Figuras 2 e 3.

Figura 2 – Representação gráfica do espaço de cores “Lab”



Fonte: Rufino (2013)

Figura 3 – Representação do desvio da cor em relação ao padrão – “Delta E”



Fonte: Rufino (2013)

CIELab é o mais amplo espaço de cor especificado, em 1976, pela Comissão Internacional de Iluminantes (CIE, Commission Internationale de l'éclairage). O “Lab” possui coordenadas numéricas que descrevem as cores por meio de três eixos:

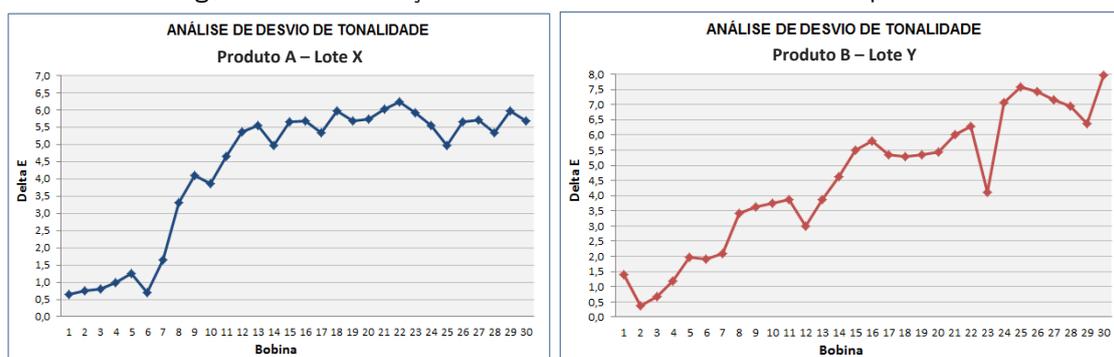
- ✓ L (Luminosidade): representa a variação de cores mais claras e mais escuras;
- ✓ a: representa a variação de cores do vermelho ao verde;
- ✓ b: representa a variação do amarelo ao azul

Seu objetivo é servir como referência de cor independente do dispositivo, descrevendo todas as cores visíveis, ou seja, o que o olho humano é capaz de enxergar (RUFINO, 2013).

O espectrofotômetro é muito prático para ser utilizado no controle da cor, pois com padrões numéricos é mais preciso e ágil a reprodução da cor, não gerando imparcialidade na impressão. Porém, este não era utilizado para controle da cor, somente em caso de dúvidas e correção de cor, pois nem todos os impressores sabiam utilizar e “confiavam mais na avaliação visual”, segundo eles.

As amostras foram coletadas no processo de impressão após avaliação visual e aprovação pelo impressor, ou seja, este material foi enviado ao cliente. A fim de mensurar a capacidade de reprodução da cor no processo de impressão, as amostras foram medidas utilizando o espectrofotômetro e os valores de Delta E foram plotados em um gráfico para avaliação da variação da cor ao longo de um lote de impressão. Nas figuras 4 e 5, estão alguns exemplos das medições da cor nas amostras.

Figuras 4 e 5 – Variação de Delta E em um mesmo lote de impressão



Fonte: Elaborado pelo próprio Autor (2015)

A partir da análise dos gráficos, foi possível identificar uma grande variação de tonalidade desde o início até o fim da produção. Esta indica que não havia garantia de reprodução da cor ao longo da produção quando utilizado apenas a percepção visual dos impressores. Também foi possível avaliar que havia uma tendência a cada vez mais a cor se distanciar do padrão ao longo do lote.

Quando visualmente comparadas, as amostras que apresentavam valores de “Lab” mais distantes estavam nitidamente diferentes. Esta diferença de tonalidade caracteriza um desvio de qualidade do processo de impressão e poderia acarretar em devolução de material, caso o Cliente percebesse essa diferença, como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Exemplo da variação de Tonalidade, coletada na impressão

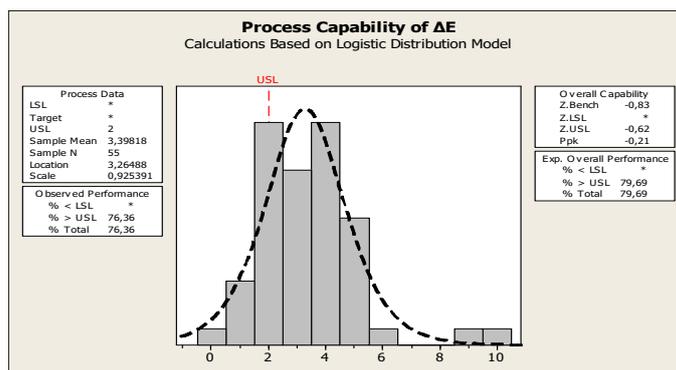


Fonte: Elaborado pelo próprio Autor (2015)

Quando questionado aos impressores sobre essa diferença visual entre amostras dentro de um mesmo lote, eles afirmaram que se deve principalmente a percepção e avaliação entre os impressores em diferentes turnos, e que também a experiência na avaliação da cor influenciava na aprovação. Também foi revelado que às vezes essa variação era percebida, mas para manter a tonalidade naquele lote, por mais que estivesse diferente do padrão, eles continuavam a impressão comparando o que estava sendo impresso frente a última amostra, assim não destoaria muito a cor dentro do mesmo lote. Este fato explica a tendência de variação cada vez maior ao longo da produção.

Através da ferramenta estatística de Capabilidade do Processo, foi identificado o nível Sigma atual do processo, como mostra a Figura 7:

Figura 7 – Gráfico de Capabilidade de Processo do estado atual



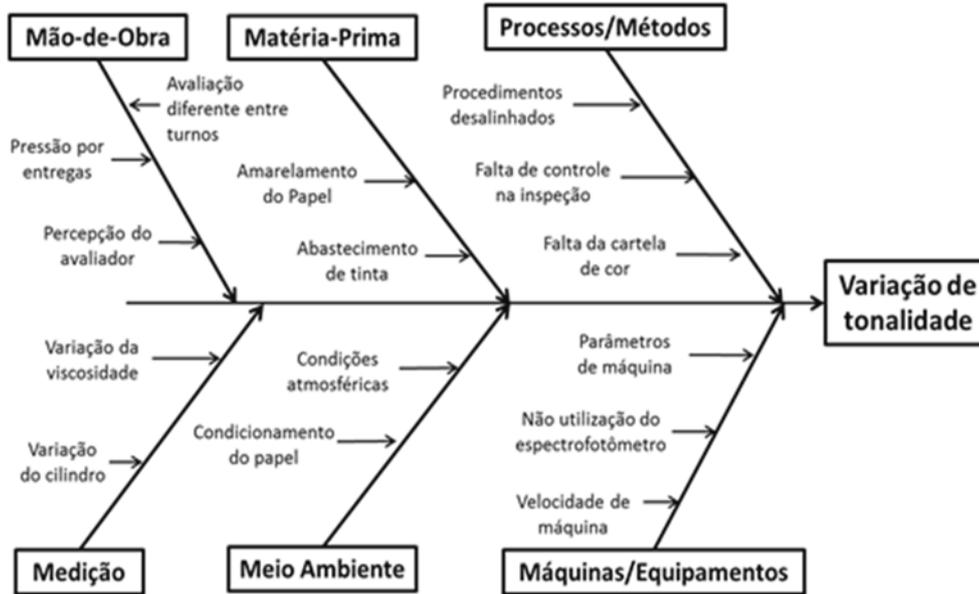
Fonte: Próprio Autor - Elaborado no Minitab (2015)

Considerando como limite de aceitação o valor máximo de Delta E que é passível de aprovação sem distinção de tonalidade, como Delta E = 2,0, o Nível Sigma obtido para o processo foi de -0,83, comprovando a tendência mostrada na variabilidade dos dados, com mais de 76% dos dados fora do limite de aceitação. O valor de ppk negativo (-0,21) corrobora com a dispersão e deslocamento do processo.

### 3.3 Analisar

Seguindo para a fase Analisar e utilizando ferramentas da qualidade, foi realizado um Brainstorming com membros de diferentes áreas do processo como: Técnicos Impressores, Inspetores da Qualidade, Analistas de Produção e Engenharia, a fim de se investigar as variáveis de processo que influenciavam na variabilidade da tonalidade. Os fatores listados foram classificados em forma de Espinha de Peixe (Figura 8), agrupando os motivos similares.

Figura 8 – Espinha de Peixe – Análise das causas potenciais



Fonte: Elaborado pelo próprio Autor (2015)

Após, foi realizada uma multivotação para se eliminar causas menos efetivas, objetivando a busca de causas potenciais da variação de tonalidade. Estas foram votadas e a decisão entre os membros do Brainstorming foi a mesma: a falta de procedimento de controle de tonalidade ao longo da impressão era o fator mais relevante na variação da cor. A conclusão foi embasada em termos de que sem um controle efetivo e comparativo entre as amostras não é possível detectar variações inerentes ao processo de impressão, como: abastecimento de tinta, variação da viscosidade da tinta, alteração dos parâmetros de máquina e troca de turno, sendo este último um fator bastante crítico quando a avaliação da cor é somente visual, pois depende da percepção de cada impressor e fadiga ao longo do turno.

A causa potencial sugerida foi validada com as amostras coletadas, em que estas consideravam as variações de processo listadas acima, acarretando em desvios de cor, porém sem ação dos impressores, em que visualmente e sem comparação com as demais amostras, não percebiam esta variação. Após a validação das possíveis causas de variação, a causa raiz foi validada.

### 3.4 Implementar

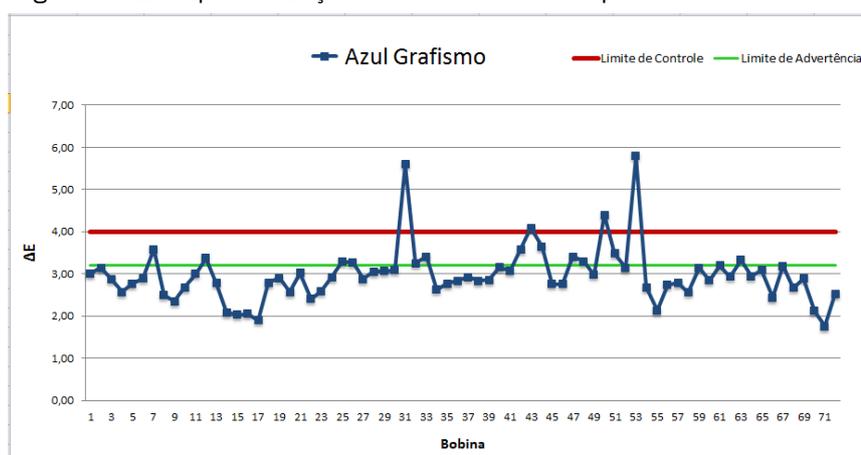
Na fase Implementar, foi desenvolvido (em conjunto com os impressores) um modelo de Controle de Tonalidade ao longo da produção. Todos os impressores foram treinados a como utilizar e entender os dados da leitura de cor com o espectrofotômetro, servindo agora como referencial de ajuste e monitoramento da cor. Foi acrescentado na Cartela Padrão de Cor (contendo amostra aprovada pelo Cliente) os valores de “Lab” e Delta E respectivo a cada cor que compõe a

embalagem, assim o impressor conhece o valor padrão e o limite de aceitação de variação para cada cor. Como procedimento, foi estabelecida a retirada de uma amostra a cada bobina de material impresso ao longo do mesmo lote, comparando os valores de Delta E da amostra frente ao padrão, além da avaliação visual já habitualmente realizada.

### 3.5 Controlar

Na quinta e última fase foi desenvolvido um sistema de monitoramento e acompanhamento do processo implementado, através da utilização de uma Carta de Controle de Produto. Nesta Carta CEP, foram alimentadas todas as informações necessárias para o controle da cor, como dados da tinta, o “Lab” padrão para cada cor e o Delta E máximo de aceitação. Desta forma foi estabelecido uma ferramenta de controle, de fácil operação, mas que mantém um histórico das medições, sendo possível a avaliação dos desvios ao longo do processo e a tomada de ação para controle do desvio. Na Figura 9 está um exemplo da utilização da Carta de Controle de Produto após a implementação:

Figura 9 – Exemplo: Utilização da Carta de Controle para monitoramento da cor



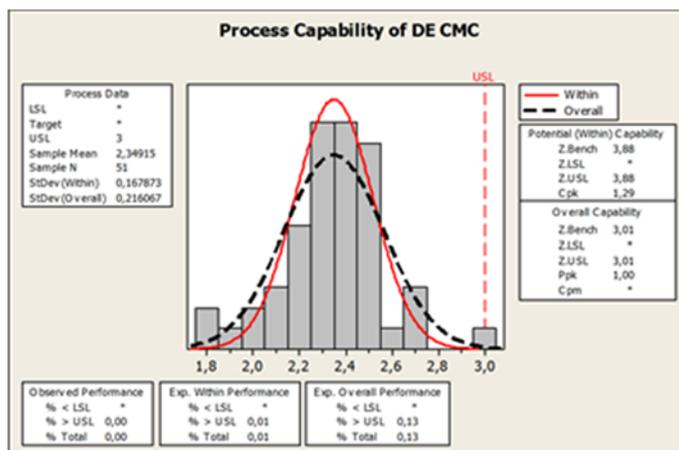
Fonte: Elaborado pelo próprio Autor (2015)

Em todas as amostras analisadas, as causas especiais listadas como possíveis causas de variação de tonalidade foram diagnosticadas, mas com o auxílio do Diário de Bordo implantado junto com as Cartas de Produto, é possível relatar a ocorrência e a devida tratativa para solução. Com a utilização da Carta CEP, as variações inerentes ao processo (como abastecimento de tinta) são visivelmente identificadas, com os pontos de leitura fora do Limite de Controle estipulado, direcionando as ações corretivas para o efetivo controle da cor, garantindo assim a repetibilidade da cor dentro e em diferentes lotes.

Após a implantação e utilização das Cartas de Produto por um período de três meses (tempo para adaptação de processo e treinamento de todos os envolvidos), foi novamente calculada a Capabilidade e o nível Sigma do processo

atual, como mostra a Figura 10:

Figura 10 – Gráfico de Capacidade de Processo após a implementação da melhoria



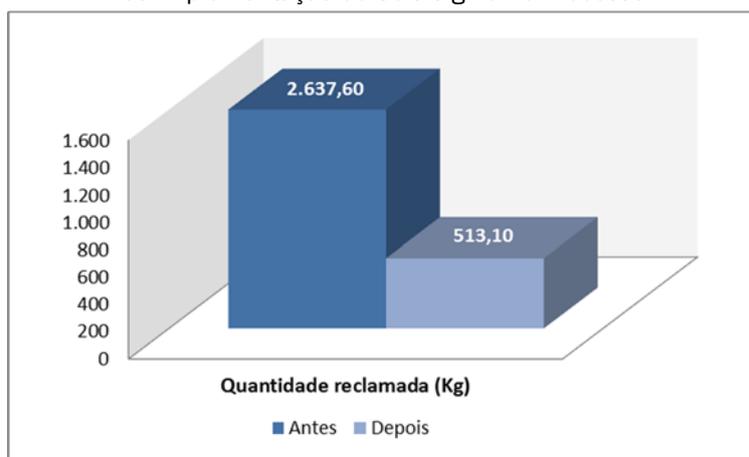
Fonte: Próprio Autor - Elaborado no Minitab (2015)

Após a implementação da melhoria o processo de controle de tonalidade apresenta um Nível Sigma = 4,0, valor este aceitável para os padrões de qualidade quando comparado com a literatura, em que a probabilidade de defeitos em um Nível Sigma = 4,0 é de 0,6% de chance de ocorrer. O valor positivo e acima de 1,0 para Cpk indica a centralização e baixa dispersão do processo. Esta dispersão não é menor devido as causas especiais ainda presentes no processo, apenas ocorrendo com menor frequência.

#### 4. RESULTADOS

Com a entrega Estudo de Caso, foi realizado um levantamento para comparação em um mesmo período de tempo, seis meses antes e depois, os ganhos do Projeto. E, como apresentado no gráfico da Figura 11, se tem que o resultado final superou o objetivo do projeto, atingindo uma redução de aproximadamente 80% do material impresso devolvido pelas fábricas por divergência de tonalidade.

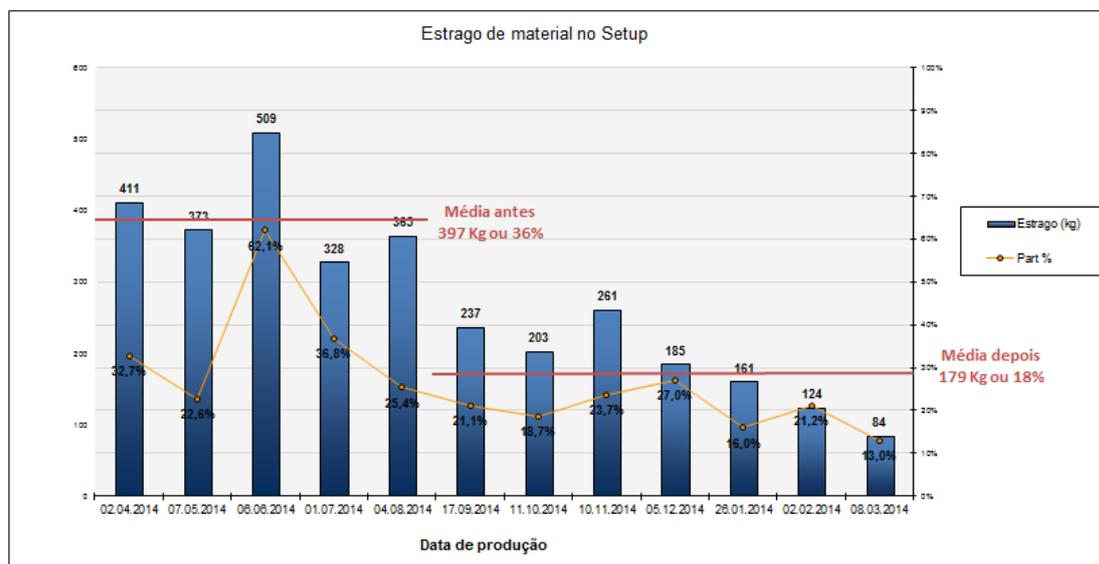
Figura 11 – Devolução de material pelo Cliente por motivo de variação de tonalidade, antes e depois da implementação do Seis Sigma no Processo



Fonte: Elaborado pelo próprio Autor (2015)

Como consequência de maior controle e acuracidade de aprovação da cor com o uso do espectrofotômetro e das Cartas de Controle de Produto, também se obteve uma significativa redução de material dispendido no setup de um produto para o ajuste correto da cor. A Figura 12 apresenta um exemplo de material com redução do volume de estrago antes e depois da implementação do projeto.

Figura 12 – Redução do volume de refugo antes e depois da implementação



Fonte: Elaborado pelo próprio Autor (2015)

Estes ganhos garantem uma previsibilidade de processo, sustentando a reprodução da cor ao longo de uma mesma produção e em diferentes lotes. Além da autonomia dos Técnicos Impressores em utilizar um equipamento de medição calibrado e ferramentas da qualidade para auxiliar no processo de impressão.

## 5. CONCLUSÃO

O foco nos indicadores estratégicos da empresa proporciona ganhos financeiros relevantes, sejam através de custos evitados ou do aumento da eficiência produtiva. Estes objetivos são dificilmente obtidos utilizando outras técnicas, criando um considerável diferencial competitivo para o negócio a utilização da metodologia Seis Sigma.

O presente Estudo de Caso possibilitou a aplicação da metodologia Seis Sigma para conhecimento e identificação dos desvios no processo de impressão que influenciam na tonalidade do material, acarretando em devoluções de fábrica.

Por meio do desenvolvimento deste estudo, o objetivo inicialmente estabelecido foi superado, atingindo uma redução de mais de 80% dos materiais impressos devolvido pelas fábricas por variação de tonalidade.

Com relação à metodologia Seis Sigma, se pode afirmar que a utilização desta no processo aumenta as chances de que resultados positivos sejam alcançados. Isso se deve a sua estrutura, que em cada fase emprega várias ferramentas básicas da qualidade e estatísticas, possibilitando uma análise mais assertiva do processo de forma sistemática e metódica, baseado em fatos e dados para a tomada de decisões, visando o cumprimento do objetivo proposto.

## REFERÊNCIAS

BRUSSEE, W. Statistics for Six Sigma Made Easy! New York: McGraw-Hill, 2004.

CAMPOS, V. F. TQC: Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês). 8. Ed. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

CARVALHO, M.M; PALADINI, E.P. Gestão da Qualidade. 2. Ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER, ABEPRO, 2012.

GARVIN, D.A. Gerenciando a Qualidade: a visão estratégica e competitiva. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

LIKER, J. & HOSEUS, M. A Cultura Toyota: A Alma do Modelo Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2009.

MONTGOMERY, D. C. Introdução ao controle estatístico da qualidade. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. Estratégia Seis Sigma. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

RUFINO, R. Gerenciamento de cores para impressoras de grande formato. São

Paulo: Infosign, 2013. Disponível em: <<http://infosign.net.br/gerenciamento-de-cores-para-impressoras-de-grande-formato/#ixzz3c8dYSrbL>> Acesso em: 14 março 2015.

**ABSTRACT:** When trying to reach flawless product developments, we can make use of several tools and strategies to enhance company's competitive advantage, among them the Six Sigma Methodology. This current work aims to provide information on the Application of methodology of Six Sigma to reduce color variation in printed packaging. The implementation of this methodology will be presented through a case study carried out in a Printing Company of Packaging, where they demonstrate the steps performed in each stage of applying DMAIC Model. This subject discussed has been chosen by identifying the Pareto's analysis prioritization, taking into account the main quality deviations that impacted customer for material return. This study has made it clear that, in relation to color variation, the Six Sigma Methodology can provide great benefits for the printing of packaging, with the increasing of sigma level and consequently the reduction of process variability.

**KEYWORDS:** Six Sigma; DMAIC; Quality tools; Variability.

## **CAPÍTULO IX**

### **APLICAÇÃO DO LEAN SEIS SIGMA – METODOLOGIA A3: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE ELETROELETRÔNICOS**

---

**Tairo Pinto de Freitas  
Dayse Kelly Bezerra Soares  
Nadja Polyana Felizola Cabete**

# APLICAÇÃO DO LEAN SEIS SIGMA – METODOLOGIA A3: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE ELETROELETRÔNICOS

## **Tairo Pinto de Freitas**

Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Tecnologia  
Manaus – AM

## **Dayse Kelly Bezerra Soares**

Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Tecnologia  
Manaus – AM

## **Nadja Polyana Felizola Cabete**

Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Tecnologia  
Manaus – AM

**RESUMO:** A competição global cresce aceleradamente em todos os segmentos do mercado. A busca por novas táticas de produção tornou-se um dos principais determinantes da sobrevivência do negócio. Para alcançar a melhoria contínua, as organizações estão cada vez mais implementando conceitos lean seis sigma em seus processos, para que seus colaboradores possam identificar e eliminar desperdícios, melhorando o fluxo de valor da cadeia produtiva. Este trabalho aplicou a metodologia A3 em um estudo de caso realizado em uma empresa de eletroeletrônico do pólo industrial de Manaus, entre os meses de outubro de 2013 a junho de 2014, objetivando identificar o motivo da baixa acuracidade dos dados provisionados para a compra de suprimentos de um produto X.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lean Seis Sigma; Metodologia A3; PDCA.

## **1. INTRODUÇÃO**

A alta demanda por qualidade, padronização e redução de custos são dilemas que as empresas enfrentam diariamente em seus processos. Entregar alto valor agregado para os clientes requer verdadeiros desafios aos que lidam com o chão de fábrica, pois embora planejada a produção, nem sempre as ações propostas são suficientes para atender as solicitações dos clientes no prazo certo, na quantidade certa, com qualidade e preço justo.

Esta pesquisa foi impulsionada pela necessidade de satisfação do cliente, que é princípio da filosofia Lean seis sigma, além da busca pelo aumento da margem de lucro de uma empresa de fabricação de placas de circuito impresso, que vem sofrendo perdas provenientes do uso incorreto dos recursos provisionados para fabricação do produto X.

A presente pesquisa analisa in loco a utilização da metodologia A3, que é uma ferramenta utilizada para apresentar de forma organizada e sintetizada em uma folha de papel tamanho A3 a solução de um problema, neste caso de baixa acuracidade na previsão de custos para a produção de placas de circuito impresso,

através das ferramentas lean seis sigma, permitindo a investigação das causas fundamentais para tal desvio.

Para tal, aplicou-se um estudo de caso, com a finalidade de explorar o ambiente, levantar e definir problemas pertinentes à baixa acuracidade da previsão de custos para os suprimentos provisionados, através de acompanhamento do uso dos recursos provisionados, análise dos resultados obtidos e investigação das causas raízes do problema.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Lean Seis Sigma

Lean Manufacturing e Seis Sigma são ambos métodos de otimização de produção e seu complemento é uma parceria de grande sucesso. Apesar de se tratar de uma abordagem originada em empresas de manufatura, a aplicação do Lean Seis Sigma também pode ser estendida à melhoria de processos administrativos e de serviços (GEORGE, 2003; KONING et al., 2008).

O resultante da integração entre o Seis Sigma e o Lean Manufacturing, por meio da incorporação dos pontos fortes de cada um deles, é denominado Lean Seis Sigma, uma estratégia mais abrangente, poderosa e eficaz que cada uma das partes individualmente e adequada para a solução de todos os tipos de problemas relacionados à melhoria de processos e produtos.

A fusão do Lean com o Seis Sigma surgiu da necessidade de se agilizar o projeto, uma vez que a maioria dos projetos Seis Sigma leva de quatro a doze meses para serem concluídos, por serem baseados em dados, podendo assim, perder a sinergia entre os membros da equipe.

O Lean Manufacturing é uma mudança cultural, que deve ocorrer de cima para baixo, utilizando-se de ferramentas que auxiliam na identificação e eliminação de desperdícios, podendo ser utilizado em qualquer segmento da empresa.

Por outro lado, o Seis Sigma contribui também de forma significativa nesta parceria. O método Seis Sigma pode ser definido como um sistema flexível para a liderança e o desempenho dos negócios, e possibilita o alcance de benefícios após a sua implementação (PANDE, 2001).

A gestão de processos por intermédio da Lean Manufacturing e Seis Sigma tem proporcionado a diversas empresas melhores resultados em seus negócios (ARNHEITER; MALEYEFF, 2005). Segundo Queiroz (2007):

A integração entre Lean e Seis Sigma requer envolvimento da liderança e estabelecimento de objetivos estratégicos, elaboração de um programa comandado por equipe treinada e mudança de cultura para que os envolvidos possam conhecer as ferramentas, suas potencialidades e assim aplicá-las para obter resultados eficazes.

Dentre as várias ferramentas que o Lean Seis Sigma usa, pode-se ressaltar o relatório A3, que auxilia na identificação e resolução de problemas por meio de sete passos sequenciados e descritos em uma folha de papel do tamanho A3.

A gestão de processos por intermédio da Lean Manufacturing e Seis Sigma tem proporcionado a diversas empresas melhores resultados em seus negócios (ARNHEITER; MALEYEFF, 2005). Segundo Queiroz (2007) a integração entre Lean e Seis Sigma requer envolvimento da liderança e estabelecimento de objetivos estratégicos, elaboração de um programa comandado por equipe treinada e mudança de cultura para que os envolvidos possam conhecer as ferramentas, suas potencialidades e assim aplicá-las para obter resultados eficazes.

## 2.2 Metodologia A3

Para entender o que é a metodologia A3, é importante primeiramente definir o significado de Obeya, que é traduzida como “sala grande” em japonês, é o centro das atenções de qualquer projeto em equipe na Toyota. Na década de 1990, o então presidente Fujio Cho ficou preocupado com o declínio da colaboração no local de trabalho devido à ascensão do e-mail e da videoconferência. Cho solicitou às equipes que trabalhassem de novo frente a frente na obeya. A obeya fornece um fórum destinado a encontrar e resolver os problemas, e é usada em todos os aspectos das operações da Toyota.

O resultado das sessões obeya, que podem durar minutos ou dias, é visual e colocado em uma folha grande do tamanho de um tabloide, apelidada de A3, em referência ao tamanho internacional do papel. O A3 é o mecanismo de informação modelo da Toyota para captar e contar uma história em uma única visão contínua. A vantagem é o retrato de uma linha de pensamento clara e lógica em formato gráfico, que conecta causa e efeito em uma metodologia comum. Planos estratégicos, relatórios de resolução de problemas, propostas de projetos – tudo em uma página do A3.

Shook (2008) enfatiza que o relatório A3 orienta o diálogo e a análise, sendo uma ferramenta poderosa na elaboração de contramedidas eficazes baseadas em fatos. Cabe salientar que Liker e Meier (2007) afirmam que o A3 só consegue ser tão bom quanto o processo que o gera. Sem um bom processo de solução de problemas, não se conseguirá um bom relatório.

A elaboração de relatórios A3 é importante, mas não é mais importante quanto às atividades executadas na criação do relatório e as conversas que os relatórios ajudam a gerar. Para Shook (2008), um relatório A3 deve contar uma história, de forma que qualquer pessoa possa entendê-la. Não deve ser um relatório que trabalhe metas e problemas de maneira isolada e estática. Espera-se do relatório um começo, meio e fim; uma narrativa padronizada que compartilhe a história completa, relacionando elementos específicos, sequenciando os fatos e informando as causas.

O relatório A3 é composto pelas seguintes informações:

- ✓ O título do A3 – É ele que vai delimitar o problema, desafio ou projeto a ser enfrentado ou implementado na empresa;
- ✓ Responsável e a Data – Identificação a respeito de quem é o responsável pela execução do que está registrado naquele A3, além da data de quando o documento foi elaborado e revisado pela última vez;
- ✓ Contexto – Detalhamento do contexto do que está sendo feito ou planejado explicando a importância do problema a ser resolvido, o desafio a ser enfrentado ou o projeto a ser implementado;
- ✓ Condições atuais – Explicações sobre o que ocorre ou o que se sabe hoje sobre o problema, desafio ou projeto a ser trabalhado, incluindo quadros, gráficos, desenhos, mapas, caso sejam necessários para melhorar e ampliar a visualização;
- ✓ Objetivo e metas – Essa parte deve descrever claramente e o mais preciso possível o resultado que se espera conseguir, sempre detalhando quais são os resultados específicos exigidos;
- ✓ Análise – Parte do documento em que se relata a situação e as causas, ou seja, detalhar a relação entre a causa e o efeito que criaram a oportunidade entre o que se tem hoje e o que se espera conseguir;
- ✓ Contramedidas propostas – Essa seção do documento define as ações corretivas com foco no problema, no desafio ou nos objetivos ou metas, em busca da causa raiz;
- ✓ Plano – Aqui nessa etapa se detalha todas as atividades e os indicadores do plano de ação, que deve ser objetivo e claro, além de explicitar quem faz o quê e quando, sempre visando resolver o problema, atingir a meta ou implementar o projeto;
- ✓ Acompanhamento – Ao final se detalha o acompanhamento e o aprendizado obtido durante o enfrentamento do problema, desafio ou projeto a ser implementado, gerando o histórico.

### 3. MÉTODO PROPOSTO

Este estudo é de natureza exploratória que, como evidencia Gil, na maioria dos casos, assume a forma de pesquisa bibliográfica ou de estudo de caso, pois envolve: levantamento bibliográfico, entrevistas e análise de exemplos que possam contribuir na compreensão do problema (GIL, 2002). Tendo sido realizado neste trabalho a revisão bibliográfica, levantamento de dados e o estudo de caso.

Assumi o aporte da abordagem quantitativa que, segundo FONSECA (2002, p. 20), diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. Como as amostras são consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa.

Quanto ao método de pesquisa para coleta de dados apresenta-se como pesquisa-ação que é uma modalidade de intervenção coletiva, com convergência

de objetivos e atividades a partir de ações bem estruturadas e planejadas (SILVA; SCHAPPO, 2002).

O presente trabalho está estruturado nas seguintes seções: Introdução; Revisão bibliográfica; Método proposto; Resultados; Conclusões e Referências.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. Contexto**

Antes de iniciar o ano fiscal da empresa, é realizado um levantamento das necessidades para os próximos 12 meses, subdivididos em 4 trimestres, levando em consideração o histórico de compras dos insumos para o produto X e necessidade do cliente. Neste levantamento, estão inclusas todas as linhas de custo da empresa, tais como custo com mão de obra direta e indireta, custos de máquinas, custo com manuseio de material, etc. A linha de custo estudada foi a de compra de suprimentos para a produção dos produtos X que são placas de circuito impresso tipo X.

Dentro desta linha de custo é considerada toda a lista de materiais necessários para a fabricação do produto X. Constatou-se, através de consultas ao histórico de compras e produção, que no período de outubro de 2013 a março de 2014 havia uma diferença média de 12% acima do provisionado para este produto, ou seja, estava-se gastando mais recursos para produzir a placa “X” do que realmente era necessário, ou seja, gerando desperdício, o que afetava diretamente na lucratividade da empresa, o gráfico representativo do planejamento de custos com a compra de suprimentos e o consumo real pode ser visto na figura 3, ao final deste tópico 4.

A contextualização do problema, fornece subsídios para a próxima etapa da resolução de problemas – as condições atuais.

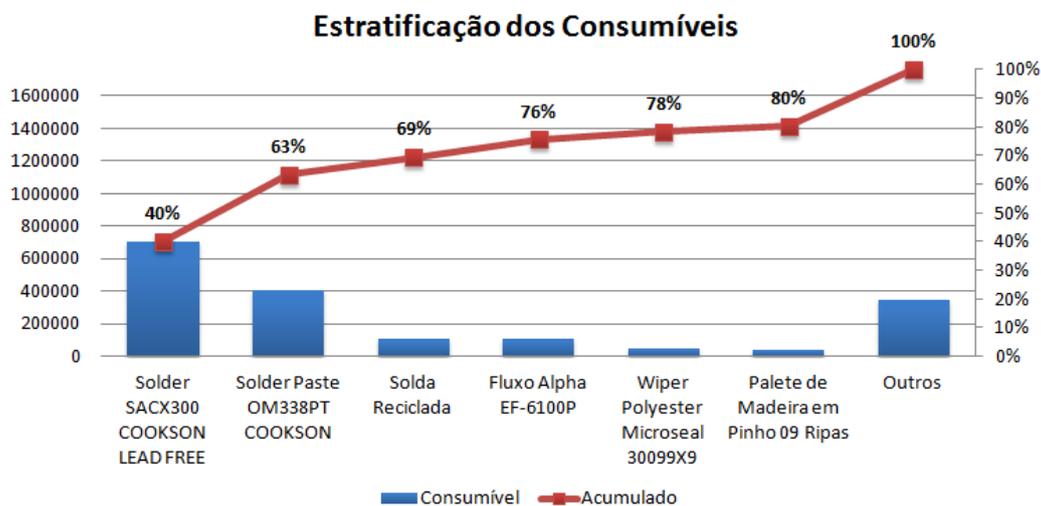
### **4.2. Condições atuais**

Foi realizado um levantamento, de acordo com a lista de materiais deste produto, sobre quais os itens utilizados na produção deste bem, e qual a quantidade planejada e consumida no período de estudo. Os resultados apontam que a concentração de custos do problema encontrava-se na utilização da barra de solda e solda em pasta, principais elementos do processo, uma vez que é a solda (tanto em barra como em pasta) que liga os componentes eletrônicos na placa de circuito integrado.

O gráfico 1 foi elaborado de acordo com a quantidade consumida dentro dos respectivos 4 meses de amostra, que revelou os principais impactantes dentro desta linha de custo: Solder SACX300 COOKSON LEAD FREE - solda em barra - (40%), Solder Paste OM338PT COOKSON - solda em pasta - (23%), solda reciclada

(6%), fluxo alpha EF-6100P(6%), wiperpolyester Microseal 30099X9 (3%) e palete de madeira em pinho 09 ripas (2%). Os outros elementos presentes na lista de materiais, por representarem um valor pequeno, foram classificados dentro da barra “outros”, totalizando 20% do total.

Gráfico 1 – Consumíveis do produto “X”



Fonte: Pesquisa (2014)

### 4.3. Objetivos e metas

Conforme exposto no tópico anterior, através de consultas ao histórico de compras e produção, que no período de outubro de 2013 a março de 2014 os custos estão em média 12% acima do provisionado para produzir a placa X, logo, em consenso com os responsáveis pela manufatura, definiu-se que a oportunidade de melhoria seria reduzir pelo menos em 10% os custos de compra de suprimentos do produto X, com base nos itens mais problemáticos.

Com base no diagrama de Pareto, apresentado anteriormente, os dados do lado esquerdo do diagrama auxiliam na comparação do problema mais crítico conforme os dados coletados, enquanto a linha vermelha que sobrepõe às barras azuis é o resultado da porcentagem acumulada, onde normalmente os primeiros 20% dos itens a esquerda são responsáveis por mais de 80% dos problemas. Sendo assim, os principais itens críticos são a Solder SACX300 COOKSON LEAD FREE (solda em barra) e Solder Paste OM338PT COOKSON (solda em pasta).

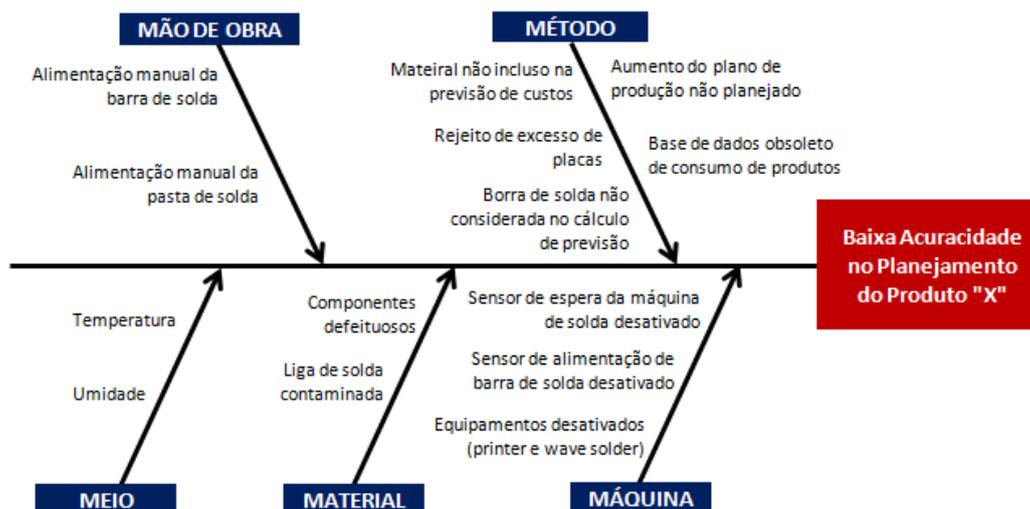
### 4.4 Análise

O passo 4 da metodologia A3 sugere que se pesquise a fundo as principais causas possíveis e uma análise estruturada da causa raiz do problema: quais fatores contribuem para a baixa acuracidade provisionada para compra de

suprimentos do produto “X”. Para tanto, foi realizado um brainstorming, técnica utilizada em grupo para levantar as possíveis causas que contribuem para o problema, onde cada pessoa, conhecedora do processo em questão, opina a respeito do problema examinado.

Ao final desta tempestade de ideias, foi elaborado um diagrama de Ishikawa disposto na Figura 1, para filtrar as suposições.

Figura 1 – Análise de causa raiz do problema



Fonte: Pesquisa (2014)

Para filtrar ainda mais as causas em questão, utilizou-se outra ferramenta da qualidade, o QFD (Quality Functional Deployment). Nesta ferramenta, busca-se priorizar as causas fundamentais através de pontuação atribuída por especialistas sobre o tema discutido. Para esta análise, foram consultados 3 especialistas em processo de manufatura de placas de circuito impresso, onde foram atribuídas notas de 1 a 9, onde 9 – forte relação, 3 – média relação, e 1 – sem relação a cada causa encontrada. Cada especialista avaliou as possíveis causas, e ao final da avaliação foi feito a multiplicação entre as notas dadas por cada especialista a cada causa fundamental, e o resultado do produto de maior pontuação foram causas a atacar.

Tabela 1 – Priorização das causas raízes

QFD - Quality Function Deployment - Legenda: 9- forte relação/ 3- Média relação/ 1- Sem relação

Item	Esp. 1	Esp. 2	Esp. 3	Resultado
Temperatura e umidade	1	1	3	3
Componentes defeituosos	3	9	3	81
Liga de solda contaminada	9	3	9	243
Sensor de espera da máquina de solda desativado	9	3	9	243
Equipamentos desativados	9	3	9	243
Alimentação manual da barra de solda	9	9	3	243

<b>Alimentação manual da pasta de solda</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>729</b>
Aumento do plano de produção não planejado	9	9	3	243
Base de dados de consumo de produtos obsoletos	9	3	9	243
Material não incluso provisão de custos	9	9	3	243
Rejeito de excesso de placas	3	3	9	81
<b>Borra de solda não considerada no cálculo de provisão</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>729</b>

Fonte: Pesquisa 2014

Conforme observado no resultado da tabela acima, foram destacadas em amarelo as causas: alimentação manual da pasta de solda e borra de solda não considerada no cálculo de provisão.

#### 4.4. Contramedidas propostas e o plano

Após identificadas as causas que contribuem para a baixa acuracidade provisionada para compra de suprimentos do produto “X”, foi utilizado a ferramenta da qualidade 5W1H, do inglês what, when, where, who, why, how, traduzido como: o quê, quando, onde, quem, por quê e como, para descrever as ações propostas para melhorar o processo em questão. As causas foram trabalhadas na tabela 2, de modo a propor uma ação que venha efetivamente eliminar o problema ocorrido, devendo a mesma ter um responsável para cada ação e um prazo a se cumprir.

Para a causa raiz “alimentação manual da pasta de solda”, foi desenvolvido um protótipo que auxilia o operador a medir o nível de pasta de solda na hora de alimentá-la no estêncil, com um diâmetro mínimo e máximo que varia de acordo com produto a ser fabricado conforme escala de produção, além de instrução de trabalho para garantir o uso correto do dispositivo. A alimentação de pasta de solda sem um parâmetro fazia com que fosse consumida mais pasta de solda do que o necessário, gerando o desperdício de matéria-prima, aumentando o custo provisionado para a produção da placa “X”. A figura deste protótipo também pode ser visualizada no relatório A3, ao final deste tópico 4.

Quanto a causa raiz “borra de solda não considerada no cálculo de provisão”, a ação foi mais simples, pois o problema estava na composição dos custos, onde somente era considerada a compra de solda em barra e não considerado o preço de reciclagem na borra, repercutindo como se fosse um custo adicional de barra de solda. Para as próximas provisões de custos, o item reciclagem de solda foi incluído na tabela de composição de custos e também disponibilizado o próprio relatório A3 como instrumento de auxílio para consultas e determinou-se a verificação do estado da borra de solda visando maximizar a sua utilização.

Tabela 2 – Plano de contramedidas

WHAT	WHEN	WHERE	WHO	WHY	HOW
Alimentação manual da pasta de	Abril/ Maio	Printer DEK	Líder de Produção	Não há controle da alimentação de	Criar uma ferramenta para controlar

solda		pasta de solda		a alimentação manual da pasta de solda
Borra de solda não considerada no cálculo de provisão	Abril/ Maio	Provisão de Custos	Esp. de Manufatura	A ausência deste dado não mostra o real valor de consumo na provisão de custos
				Inclusão da borra de solda no cálculo de provisão de custos

Fonte: Pesquisa (2014)

#### 4.5. Acompanhamento

Conforme abordado na fundamentação teórica, o uso do Lean Seis Sigma está também atrelado a ganhos financeiros para as organizações. Na empresa estudada, o programa de Lean Seis Sigma classifica esses ganhos em duas categorias: Hard Saving, sendo os ganhos obtidos neste com este projeto classificados como Hard Saving, que são ganhos tangíveis e identificáveis, que tem um impacto direto para a linha de fundos de ganhos e perdas e pode proporcionar melhorias para o balanço da empresa: é a pedra angular da viabilidade de longo prazo da companhia. Hard savings impactam diretamente a lucratividade da empresa, que se traduz em melhorias para a margem operacional e, finalmente, no preço das ações. As ações implementadas geraram para a empresa os seguintes ganhos (quadros 1 e 2).

Quadro 1 - Hard saving: alimentação manual

Alimentação Manual	
Média de Consumo Fev/Mar (kg)	502,5
Média de consumo Maio/Jun (kg)	445,5
Melhoria %	-11,34%
Preço da Pasta de Solda	\$99,08
Economia mensal	\$5.647,37
Economia Anual	\$ 67.768,46

Fonte: Pesquisa (2014)

Quadro 2 - Hard saving: reciclagem da borra

Quantidade de Borra - Antes			
Média semanal de Quantidade de Borra (Kg)	514,25		
Aproveitamento (80%)	411,4		
Valor de Compra da Borra	R\$ 1,00	Total	R\$ 411,40
Valor de Venda da Solda Reciclada	R\$ 19,00	Total	R\$ 7.816,60
Custo Total			R\$ 7.405,20

Quantidade de Borra - Depois			
Média semanal de Quantidade de Borra (Kg)	405,43		
Aproveitamento (80%)	324,344		
Valor de Compra da Borra	R\$ 1,00	Total	R\$ 324,34
Valor de Venda da Solda Reciclada	R\$ 19,00	Total	R\$ 6.162,54
Custo Total			R\$ 5.838,19
Redução semanal	R\$ 1.567,01		
Redução mensal	R\$ 6.268,03		
Redução Trimestral	R\$ 18.804,09		
Redução em Dólar (mês)	US\$ 3.134,02		
Redução em Dólar (ano)	US\$ 37.608,18		

Fonte: Pesquisa(2014)

Figura 2 - Relatório A3

**RELATÓRIO A3** | Título: Baixa acurácia na previsão de custos com suprimentos para o produto "X"  
Responsável: Dayse Kelly Bezerra Soares

Data de elaboração: 15/04/2014 | Data de última revisão: 15/07/2014

**1. CONTEXTO: ESCLARECER O PROBLEMA** | PLAN

Compra de Suprimentos - Produto X

Métrica fundamental: Identificação do problema:

O que: Baixa acurácia  
Onde: Casas produtivas  
Quando: out e dez 13 jan e mar 14  
Quanto: ~12% maior que o plano

**2. CONDIÇÕES ATUAIS: REPARTIÇÃO DO PROBLEMA** | PLAN

Estratificação dos Consumíveis

O gráfico de Pareto mostra que os itens mais críticos estão concentrados na solda em pasta (solder paste) e solda em barra/solder lead free, representando 63% do percentual acumulado dos bens consumíveis.

**3. OBJETIVO/METAS: ESTABELEÇER UMA META** | PLAN

Reduzir os custos com suprimentos do produto X (solda em pasta e solda em barra) em 10%.

**4. ANÁLISE: ANALISAR A CAUSA RAIZ** | PLAN

**5. CONTRA MEDIDAS PROPOSTAS E PLANO: DESENVOLVER E IMPLEMENTAR O PLANO** | DO

WHAT	WHEN	WHERE	WHO	WHY	HOW
Alimentação manual da pasta de solda	Abril/ Maio	Printer DEK	Líder de Produção	Não há controle da alimentação de pasta de solda	Criar uma ferramenta para controlar a alimentação manual da pasta de solda
Borra de solda não considerada no cálculo de provisão	Abril/ Maio	Provisão de Custos	Esp. de Manufatura	A ausência deste dado não mostra o real valor de consumo na provisão de custos	Inclusão da borra de solda no cálculo de provisão de custos

**7. ACOMPANHAMENTO: AVALIAR OS RESULTADOS** | CHECK

Alimentação Manual	
Média de Consumo Fev-Mar (Kg)	502,5
Média de consumo Maio-Jun (Kg)	445,5
Melhoria %	-11,34%
Preço da Pasta de Solda (Kg)	US\$99,08
Economia mensal	US\$ 647,57
Economia do Trimestre	US\$ 16.942,12
Economia Anual	US\$ 67.768,40

Quantidade de Borra - Antes	
Média semanal de Quantidade de Borra (Kg)	514,25
Aproveitamento (80%)	411,4
Valor de Compra da Borra (Kg)	R\$ 1,00
Total	R\$ 411,40
Valor de Venda da Solda Reciclada (Kg)	R\$ 19,00
Total	R\$ 7.816,60
Custo Total	
R\$ 7.405,20	

Quantidade de Borra - Depois	
Média semanal de Quantidade de Borra (Kg)	405,43
Aproveitamento (80%)	324,344
Valor de Compra da Borra (Kg)	R\$ 1,00
Total	R\$ 324,34
Valor de Venda da Solda Reciclada (Kg)	R\$ 19,00
Total	R\$ 6.162,54
Custo Total	
R\$ 5.838,19	

Redução	
Redução semanal	R\$ 1.567,01
Redução mensal	R\$ 6.268,03
Redução Trimestral	R\$ 18.804,09
Redução em Dólar (mês)	US\$ 3.134,02
Redução em Dólar (ano)	US\$ 37.608,18

\*Criação de Borra: 200

**6. CONCLUSÕES**

Este relatório apresenta o processo de identificação, análise e implementação de medidas para reduzir os custos com suprimentos do produto X. O problema principal foi a baixa acurácia na previsão de custos, resultando em um aumento de 12% nas compras em relação ao plano. A análise de Pareto e o diagrama de causa-efeito identificaram as principais causas, como a falta de controle na alimentação manual da pasta de solda e a ausência de dados de consumo na provisão de custos. As medidas propostas e implementadas resultaram em uma redução de 10% nos custos com suprimentos, com uma economia mensal de US\$ 647,57 e uma economia anual de US\$ 67.768,40. Além disso, houve uma redução significativa na quantidade de borra utilizada, passando de 514,25 Kg para 405,43 Kg por semana, o que gerou uma economia de R\$ 324,34 por semana e R\$ 6.162,54 por mês. O custo total do produto X também foi reduzido de R\$ 7.405,20 para R\$ 5.838,19.

Fonte: Pesquisa(2014)

## 5. CONCLUSÕES

Após a aplicação dos passos propostos pela metodologia A3, os resultados atingidos, através das tabelas e gráficos, permitiram a identificação dos custos fora do planejamento, observando-se que os períodos em que o consumo real foi acima do planejado, foram em outubro e dezembro de 2013 e janeiro e março de 2014.

Para aplicação da metodologia foram utilizadas diversas ferramentas da qualidade, para análise da causa raiz do problema foi utilizado primeiramente o diagrama de Ishikawa e em seguida o QFD (Desdobramento da Função da Qualidade) para filtrar as causas e com isso foram destacadas as duas principais causas sendo a alimentação manual da pasta de solda e a borra de solda que não era considerada no cálculo de provisão.

Nesse sentido, foram propostas contramedidas e o plano, onde as causas foram trabalhadas para o desenvolvimento de ações, os cálculos de hard saving mostram que o resultado das ações proporciona uma economia anual para a empresa de U\$ 67.768,46 dólares em pasta de solda e U\$ 37.608,18 dólares em solda em barra.

Sendo assim, pode-se afirmar que os objetivos propostos foram alcançados, dando credibilidade ao método de análise relatado utilizado, onde foi verificado que o cumprimento sequenciado dos passos propostos pela metodologia proporciona a resolução dos problemas de forma lógica e objetiva.

É válido ressaltar que a empresa estudada já possuía um programa de lean seis sigma operante em sua atual gestão, o que agilizou o processo de investigação das causas fundamentais do problema. Em um ambiente sem a cultura de melhoria contínua, esta pesquisa poderia não ter alcançado os resultados obtidos no prazo estipulado.

Destaca-se que a metodologia A3 é um tipo de melhoria usada dentro do lean seis sigma, e recomendada para problemas de médio a grande porte e pode ser utilizada em qualquer segmento de negócio, desde que o investigador possua dados mensuráveis, ou seja, um histórico do que precisa ser melhorado.

## REFERÊNCIAS

ARNHEITER, E. D; MALEYEFF, J. **The Integration of Lean Management and Six Sigma**. The TQM Magazine, v.17, n.1, 2005, p. 5-18.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GEORGE, M. L. **Lean Six Sigma for service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions**. New York: McGraw-Hill, 2003.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KONING, H.; DOES, R. J. M. M; BISGAARD, S. **Lean Six Sigma in Financial Services**. Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage, v. 4, n. 1, 2008, p. 1-17

LIKER, JEFFREY K.; MEIER, DAVID. **O Modelo Toyota: manual de aplicação**; tradução Lene Belon Ribeiro – Porto Alegre: Bookman, 2007.

PANDE, S. **Estratégia Seis Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001

QUEIROZ, M. A. **Lean Seis Sigma. Como integrar o lean manufacturing com o seis sigma**. Banas Qualidade. São Paulo, ano XVI, n.178, p.40-50, março de 2007.

SHOOK, J. **Gerenciando para o aprendizado: usando um processo de gerenciamento A3 para resolver problemas, promover alinhamento, orientar e liderar**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2008.

SILVA, Marise Borba da; SCHAPPO, Vera Lúcia. **Introdução à pesquisa em educação**. Florianópolis, UDESC, 2002.

**ABSTRACT:** The global competition is growing fast in all market segments. The search for new tactics of production became the survival of business. To achieve continuous improvement, organizations are increasingly implementing Lean Six Sigma concepts in their processes, so the employees can identify and eliminate waste, improving the value stream in the production chain. This work applied the A3 Methodology in a study case conducted in a electronics industrial company of Manaus, between the months from October 2013 to June 2014, aiming to identify the reason for the low accuracy of the provisioned data for shop supplies of an X product.

**KEYWORDS:** Lean six sigma, methodology A3, PDCA.

## **CAPÍTULO X**

### **APLICAÇÃO PRÁTICA DE UMA ABORDAGEM DO LEAN OFFICE**

---

**Lucas Gonçalves Pagnossin  
Cristiano Roos**

## APLICAÇÃO PRÁTICA DE UMA ABORDAGEM DO LEAN OFFICE

**Lucas Gonçalves Pagnossin**

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Santa Maria – Rio Grande do Sul

**Cristiano Roos**

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Santa Maria – Rio Grande do Sul

**RESUMO:** O problema de pesquisa deste trabalho é de origem prática e refere-se aos atrasos no encaminhamento de informações técnicas a clientes de uma organização prestadora de serviços, no caso, uma distribuidora de combustíveis. O objetivo aqui é alcançar a redução e a eliminação de desperdícios no fluxo de valor de informações e conhecimentos. Como método de pesquisa tem-se uma pesquisa-ação. Uma investigação detalhada do problema prático viabilizou a utilização da abordagem do Lean Office proposta por Tapping, Shuker e Shuker. A abordagem foi implementada no caso prático estudado e obteve-se, como principais melhorias, a redução do tempo de atravessamento (lead time) e o aumento da porcentagem de completude e de precisão (complete and accurate percentage). O efeito prático destas melhorias foi confirmado com resultados obtidos após a implementação: os dados mostram que o problema prático foi solucionado, no caso, os clientes não tiveram mais problemas de atrasos na entrega das informações técnicas relacionadas aos combustíveis. Deste modo, concluiu-se que a abordagem proposta por Tapping, Shuker e Shuker viabilizou a redução e a eliminação de desperdícios no fluxo de valor de informações e conhecimentos no processo de negócio em questão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lean Office; Lead Time; Caso Prático.

### 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho traz a solução de um problema prático detectado em uma organização que atua na área de prestação de serviços, em específico, na distribuição de combustíveis. Para a solução do problema este trabalho envolve a aplicação de uma abordagem do Lean Office. O problema prático em questão aqui está relacionado a cinco clientes que estavam insatisfeitos com o encaminhamento dos resultados das análises laboratoriais dos combustíveis distribuídos. A principal reclamação refere-se aos atrasos na entrega das informações técnicas relacionadas aos combustíveis.

Neste contexto, o objetivo geral do trabalho é reduzir e eliminar desperdícios no fluxo de valor de informações e de conhecimentos, direcionando o estudo para a resolução do problema prático considerado. Segue-se assim para a segunda seção deste texto que apresenta os procedimentos de pesquisa adotados.

## 2. MÉTODO DE PESQUISA

Os procedimentos metodológicos adotados visam dar consistência a um estudo sobre a redução de não conformidades no processamento de informações. Seguindo as definições de Gil (2002), esta pesquisa, com base nos objetivos, é classificada em pesquisa exploratória e, com base nos procedimentos técnicos, é classificada em pesquisa-ação.

Neste trabalho cinco casos práticos foram considerados, e dizem respeito a cinco clientes insatisfeitos com o encaminhamento dos resultados das análises laboratoriais dos combustíveis distribuídos. A definição da unidade de análise foi realizada com base em um critério determinante: os clientes é que relataram as insatisfações. Um protocolo de coleta de dados foi desenvolvido para facilitar o estudo da unidade de análise. As fontes de evidência primária utilizadas foram os dados estatísticos da distribuidora e as secundárias referem-se às informações e às observações qualitativas e quantitativas obtidas com os cinco clientes. Assim, a construção da base de dados foi realizada, com base nas evidências, em um armazenamento por unidade de análise. Para a análise das evidências foi utilizada a estratégia das descrições de caso (YIN, 2005).

## 3. PROBLEMA DE PESQUISA E OS CASOS PRÁTICOS

O problema prático que será abordado neste trabalho está diretamente relacionado a um processo de viés informacional pertencente a uma organização que atua na distribuição de derivados de petróleo. Como média anual, a organização distribui 7,8 mil metros cúbicos de derivados de petróleo. No departamento de transporte de derivados de petróleo desta organização apresentava-se um problema relacionado à distribuição de combustíveis a granel para grandes consumidores. Cinco clientes estavam insatisfeitos com o encaminhamento dos resultados das análises laboratoriais dos combustíveis distribuídos.

No fluxo de informações em questão, entregar os resultados das análises laboratoriais para cada cliente dentro dos prazos é fundamental para satisfazer suas expectativas. Os clientes utilizam os resultados das análises laboratoriais encaminhadas pelo fornecedor para comparar com as análises laboratoriais realizadas na entrega dos combustíveis. Na entrega, os clientes encaminham análises laboratoriais para certificar-se que o combustível embarcado é o mesmo que está sendo entregue, isto é, trata-se de uma espécie de contra prova.

Neste processo de negócio do departamento a principal reclamação apresentada pelos clientes foi que os resultados das amostras analisadas estavam sendo entregues fora dos prazos padrões acordados. Em 27% das transações realizadas com estes cinco clientes, em um ano, havia não conformidades nos prazos padrões de entrega dos resultados.

Para levantar informações quanto ao problema de pesquisa foram realizadas visitas ao departamento e conduzidas entrevistas constando de perguntas abertas ao gerente, bem como aos representantes dos cinco clientes. Foram levantados dados qualitativos e quantitativos que confirmaram as não conformidades nos prazos padrões de entrega das informações em questão. Os principais dados quantitativos estão na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados relacionados aos cinco clientes considerados como casos práticos.

<b>Informação</b>	<b>Cliente 1</b>	<b>Cliente 2</b>	<b>Cliente 3</b>	<b>Cliente 4</b>	<b>Cliente 5</b>
<b>Número de vendas realizadas</b>	271	184	147	117	102
<b>Data do primeiro dado coletado</b>	02/01/2009	02/01/2009	02/01/2009	02/01/2009	02/01/2009
<b>Data do último dado coletado</b>	20/12/2009	20/12/2009	20/12/2009	20/12/2009	20/12/2009
<b>Limite máximo acordado</b>	17 horas	17 horas	19 horas	16 horas	17 horas
<b>Média dos dados coletados</b>	16,16 horas	16,37 horas	17,47 horas	15,06 horas	15,99 horas
<b>Desvio Padrão</b>	1,517670775	1,599659692	1,772427565	1,144031330	1,094173332
<b>Curtose</b>	-0,02620615	-0,01009029	-0,45528456	-0,20276647	-0,64609090
<b>Assimetria</b>	-0,12494957	0,18738084	-0,05254842	0,17276945	-0,14197419
<b>Valor máximo</b>	20,23 horas	20,82 horas	21,83 horas	17,79 horas	18,41 horas
<b>Valor mínimo</b>	12,01 horas	11,85 horas	13,04 horas	12,16 horas	13,84 horas
<b>Unidades acima do limite máximo</b>	78	62	32	24	20
<b>% acima do limite máximo</b>	28,78%	33,70%	21,77%	20,51%	19,61%

Nos dados relacionados aos cinco clientes, na Tabela 1, cabe ressaltar a porcentagem acima do limite máximo, isto é, não conformes. Verificou-se que nenhuma causa raiz das não conformidades estava visível, evidenciando a necessidade de uma análise detalhada do problema de pesquisa. Na próxima seção será apresentada uma revisão teórica que fundamenta o encaminhamento da solução para o problema de pesquisa.

#### 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA COM FOCO NO PROBLEMA DE PESQUISA

A natureza do problema de pesquisa interferiu na escolha do método para buscar uma solução, sendo que a natureza do problema de pesquisa é um processo de viés informacional. Em função das características do problema a escolha foi por implementar a abordagem do Lean Office proposta por Tapping, Shuker e Shuker (2003). A escolha desta abordagem é sustentada pelo fato de que, por suas especificidades, em uma análise preliminar, ela pode viabilizar a solução para o problema de pesquisa. De fato, são características desta abordagem: alcançar, manter e melhorar os resultados no decorrer do tempo por meio de benefícios como a redução do processamento de papéis, a redução do trabalho em processo, a redução do tempo de processamento e o aumento da capacidade de processamento.

#### 4.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE LEAN OFFICE

O Lean Office é uma evolução adaptativa do Lean Manufacturing, com uma diferença em especial: enquanto no Lean Manufacturing têm-se bem visíveis os cenários de trabalho, pois se tratam de processos com fluxos físicos, no Lean Office os cenários de trabalho são muitas vezes de difícil visualização, pois se tratam de processos envolvendo fluxos não físicos. Em outras palavras, o Lean Office é um sistema de gestão voltado para processos em que o fluxo de valor não está vinculado a materiais, e sim a informações e conhecimentos (McMANUS, 2005). O Lean Office busca, em processos de viés informacional, resultados semelhantes aos que o Lean Manufacturing busca em processos de manufatura (HERKOMMER e HERKOMMER, 2006). Os processos de viés informacional, na maioria dos casos, geram custos que sobrecarregam os processos de manufatura. Esses custos não podem ser repassados aos clientes (HOLMES, 2007). Sob a ótica dos princípios lean, na Tabela 2, são apresentadas as principais diferenças entre processos de viés informacional e processos de manufatura.

Quando se trabalha com o Lean Office, adotam-se, além dos princípios do Lean Manufacturing, também seus métodos, que podem ser verificados em referenciais tradicionais (KRAFCHIK, 1988; WOMACK, JONES e ROSS, 1990; WOMACK e JONES, 1996; LIKER, 1997).

Tabela 2 – Diferenças ao se comparar processos de viés informacional e de manufatura.

<b>Princípios</b>	<b>Processo de viés informacional</b>	<b>Processo de manufatura</b>
<b>1. Valor</b>	Difícil visualização, objetivos emergentes	Visível a cada processamento, objetivo definido
<b>2. Cadeia de valor</b>	Informações e conhecimentos	Materiais
<b>3. Fluir</b>	Interrupções planejadas devem ser eficientes	Interrupções são Desperdícios
<b>4. Puxar</b>	Conduzido pelas necessidades do negócio	Conduzido pelo <i>takt time</i>
<b>5. Perfeição</b>	Processo habilitado para aperfeiçoar o negócio	Processo habilitado para repetições sem a presença de erros

Fonte: Adaptado de McManus (2005).

Neste mesmo caminho de transformações, o Lean Office propõe-se firmar como uma evolução no atendimento das necessidades do cliente sob a ótica lean. Para Murman et al. (2002, apud STANKE e MURMAN, 2002), em poucas palavras, buscar ser lean é um processo de reduzir e eliminar desperdícios com o objetivo de criar e entregar valor para o cliente. Talvez o principal desafio do Lean Office seja reduzir e eliminar desperdícios no fluxo de valor de informações e conhecimentos, já que são variáveis de difícil controle, além do que, historicamente, um baixo percentual de informações geradas agrega valor (HINES et al., 2000; TAPPING, SHUKER e SHUKER, 2003; CHANESKI, 2005a; BARBALHO, RICHTER e ROZENFELD, 2007). Na Tabela 3 são apresentados os sete desperdícios no contexto do Lean Office.

Tabela 3 – Sete desperdícios do Lean Office.

<b>Desperdícios</b>	<b>Breve descrição</b>
<b>1. Superprodução</b>	- Trata-se da produção excessiva de papéis e informações.
<b>2. Espera</b>	- É o tempo ocioso gasto na espera por assinaturas, telefonemas, suprimentos, entre outros.
<b>3. Sobreprocessamento</b>	- Geralmente, está relacionado às atividades redundantes que podem ser a verificação do trabalho de outra pessoa, obtenção de várias assinaturas ou revisões em excesso.
<b>4. Estoque</b>	- É o excesso de estoque de qualquer coisa, por exemplo, arquivos e cópias desnecessárias.
<b>5. Movimentação</b>	- É toda movimentação que não agrega valor sob o ponto de vista do cliente. Podendo-se citar como exemplo, o layout, métodos de trabalho não documentados e processos de trabalho não eficazes.
<b>6. Defeitos ou correções</b>	- Advém da produção de itens defeituosos que necessitam ser corrigidos, ou seja, retrabalhados, como informações incompletas ou inexatas.
<b>7. Transporte</b>	- Trata-se do transporte excessivo ou desnecessário. Como por exemplo, o arquivo, empilhamento ou movimentação de materiais, pessoas, informações e papéis.

Fonte: Adaptado de Cardoso, Souza e Alves (2012 apud Tapping e Shuker, 2010).

A aplicação dos conceitos lean podem estar em diversos setores de serviços além de escritórios, como em farmácias e clínicas (GREEN et al., 2015), departamentos de emergência de hospitais (NG et al., 2010), cursos de pós-graduação (EMILIANI, 2004), serviços de radiologia (MACDONALD et al., 2013), serviços de provedores de software (STAATS; BRUNNER; UPTON, 2011) e indústrias de construção civil (TEZEK; NIELSEN, 2013). De fato, profissionais da área propõem e validam constantemente novas abordagens do Lean Office.

#### **4.2. ABORDAGEM DO LEAN OFFICE PROPOSTA POR TAPPING, SHUKER E SHUKER**

Neste trabalho optou-se por implementar a abordagem do Lean Office proposta por Tapping, Shuker (2003), que é composta por oito passos, resumidos na Tabela 4. Optou-se por esta abordagem por ser difundida em artigos científicos, bem como por ser referência em documentos técnicos de implementação do Lean Office em organizações de expressão mundial, como por exemplo, as agências ambientais dos Estados Unidos (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2008), e o departamento de defesa dos Estados Unidos (DEFENSE PENTAGON, 2006). Greef, Freitas e Romanel (2012) citam e apresentam as principais técnicas que podem dar suporte na implementação do Lean Office.

Tabela 4 – Abordagem do Lean Office de oito passos implementada.

<b>Passos</b>	<b>Breve descrição</b>
<b>1. Comprometimento com o lean</b>	– Deve haver um comprometimento de todas as partes da organização que estão envolvidas na utilização do <i>lean</i> .
<b>2. Priorização do fluxo de valor</b>	– Deve haver uma priorização dos fluxos de valor de produtos ou de serviços alvos sob a óptica do que agrega valor para o cliente.
<b>3. Entendimento sobre o lean</b>	– Deve haver um suporte para que todos possam ter um adequado entendimento sobre os princípios e métodos do <i>lean</i> .
<b>4. Mapeamento do estado atual</b>	– Deve haver uma construção do mapa de tal modo que este forneça uma clara visão do <i>status</i> atual do processo escolhido.
<b>5. Identificação de medidas de desempenho lean</b>	– Deve haver uma identificação das métricas de desempenho que orientarão as propostas de melhorias sob a óptica do que agrega valor para o cliente.
<b>6. Mapeamento do estado futuro</b>	– Deve haver uma construção do mapa de tal modo que as propostas de melhorias estejam incorporadas ao mapa que trará uma visão do <i>status</i> futuro.
<b>7. Criação dos planos Kaizen</b>	– Deve haver uma criação de planos e processos para implementação das propostas de melhorias.
<b>8. Implementação dos planos Kaizen</b>	– Deve haver uma implementação das propostas de melhorias incorporadas ao mapa futuro através dos planos e processos criados.

Fonte: Adaptado de Cardoso e Alves (2013 apud Tapping e Shuker, 2010) e Tapping, Shuker e Shuker (2003).

Na seção seguinte deste texto serão apresentados resultados da implementação desta abordagem buscando solucionar o problema de pesquisa deste trabalho.

## 5. SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Os resultados deste trabalho estão baseados na implementação da abordagem proposta por Tapping, Shuker e Shuker, bem como nas melhorias decorrentes da implementação. Na sequência serão descritos os oito passos da abordagem, isto, para buscar uma solução para o problema prático.

### 5.1. PASSO 1 – COMPROMETIMENTO COM O LEAN

No departamento da distribuidora de combustíveis estão alocadas nove pessoas, que se comprometeram e se empenharam sob a óptica lean. As pessoas participaram de um treinamento específico sobre lean. A partir disto, bem como pelo apoio, incentivo e recursos oferecidos pelo gerente do departamento, foi possível viabilizar o início do processo para solucionar o problema de pesquisa.

### 5.2. PASSO 2 – PRIORIZAÇÃO DO FLUXO DE VALOR

O problema de pesquisa ascendente deste trabalho está relacionado a um

processo específico, e de tal modo, o fluxo de valor já estava priorizado para a implementação da abordagem. Estando isto definido, analisou-se este fluxo de valor para lançar a geração de informações que pudessem auxiliar no detalhamento do valor esperado pelo cliente. No processo em questão, o valor esperado pelos cinco clientes é ter acesso ao resultado (informação) dentro do prazo estabelecido por contrato. Na Tabela 5 estão apresentadas resumidamente as atividades do processo de viés informacional em questão.

Tabela 5 – Atividades e breve descrição do processo de viés informacional dos casos práticos.

<b>Atividades</b>	<b>Breve descrição</b>
<b>1. Acompanhamento do carregamento</b>	–Nesta atividade uma pessoa do departamento de transporte de derivados de petróleo acompanha todo o processo de carregamento de cada vagão ferroviário.
<b>2. Obtenção da amostra</b>	–Nesta atividade as amostras são retiradas de cada vagão ferroviário carregado, sendo acondicionadas em embalagens específicas e identificadas com as informações do vagão (logo na seqüência o vagão é lacrado).
<b>3. Solicitação da identidade</b>	–Aqui a pessoa do departamento que está acompanhando o carregamento solicita (por meio de comunicação de rádios) ao escritório do departamento a identidade da amostra, ou seja, o número de série da amostra.
<b>4. Criação da identidade</b>	–Nesta atividade o escritório do departamento gera o número de série que irá identificar a amostra, sendo transmitido (por meio de comunicação de rádios) à pessoa que está acompanhando o carregamento.
<b>5. Identificação da amostra</b>	–Na atividade identificação da amostra, a pessoa, que está acompanhando o carregamento, identifica a amostra com o número de série transmitido pelo escritório do departamento.
<b>6. Transporte da amostra</b>	–Aqui o departamento recebe das plataformas de carregamento (do modal ferroviário) as amostras retiradas de cada vagão (as informações relativas de cada vagão são encaminhadas juntamente com o número de série da amostra).
<b>7. Formalização da amostra</b>	–Esta atividade compreende a formalização da amostra, isto é, as informações relacionadas a cada amostra são inseridas no sistema informatizado que possibilita o acesso restrito por parte do cliente.
<b>8. Divulgação da amostra</b>	–Imediatamente após a formalização da amostra, tem-se a divulgação das informações relacionadas à amostra, ou seja, o cliente recebe uma notificação por e-mail orientando o acesso restrito ao sistema.
<b>9. Envio da amostra</b>	–No envio da amostra tem-se o encaminhamento de cada embalagem ao laboratório de análises, que se encontra dentro da organização, mas a 900 metros do departamento de transporte de derivados de petróleo.
<b>10. Análise da amostra</b>	–Esta atividade ocorre no laboratório (que foi caracterizado como um fornecedor) onde se tem o processamento de cada amostra, buscando-se identificar precisamente o volume de cada substância presente.
<b>11. Elaboração do relatório</b>	–Na elaboração do relatório (caracterizado como um fornecedor) tem-se a necessidade da análise dos resultados por parte de um Engenheiro Químico da organização, sendo então validados os resultados e respectivas conclusões.
<b>12. Transporte dos resultados</b>	–Aqui se tem o encaminhamento dos relatórios fisicamente, isto é, os relatórios são impressos no laboratório e enviados ao departamento por meio de um serviço interno de postagem.
<b>13. Formalização dos resultados</b>	–Nesta atividade os resultados, relacionados à análise de cada amostra, são inseridos no sistema informatizado concluindo a caracterização da identidade de cada amostra.
<b>14. Divulgação dos resultados</b>	–Imediatamente após a inserção dos resultados no sistema, tem-se a divulgação dos resultados para o cliente, isto é, o cliente é notificado por e-mail de que os resultados estão disponíveis no acesso restrito.

### PASSO 3 – ENTENDIMENTO SOBRE O LEAN

O aprendizado e o entendimento sobre o lean foi reforçado por um

treinamento conduzido segundo as características e necessidades do problema de pesquisa. Isto gerou maior familiarização das pessoas com o Lean Office.

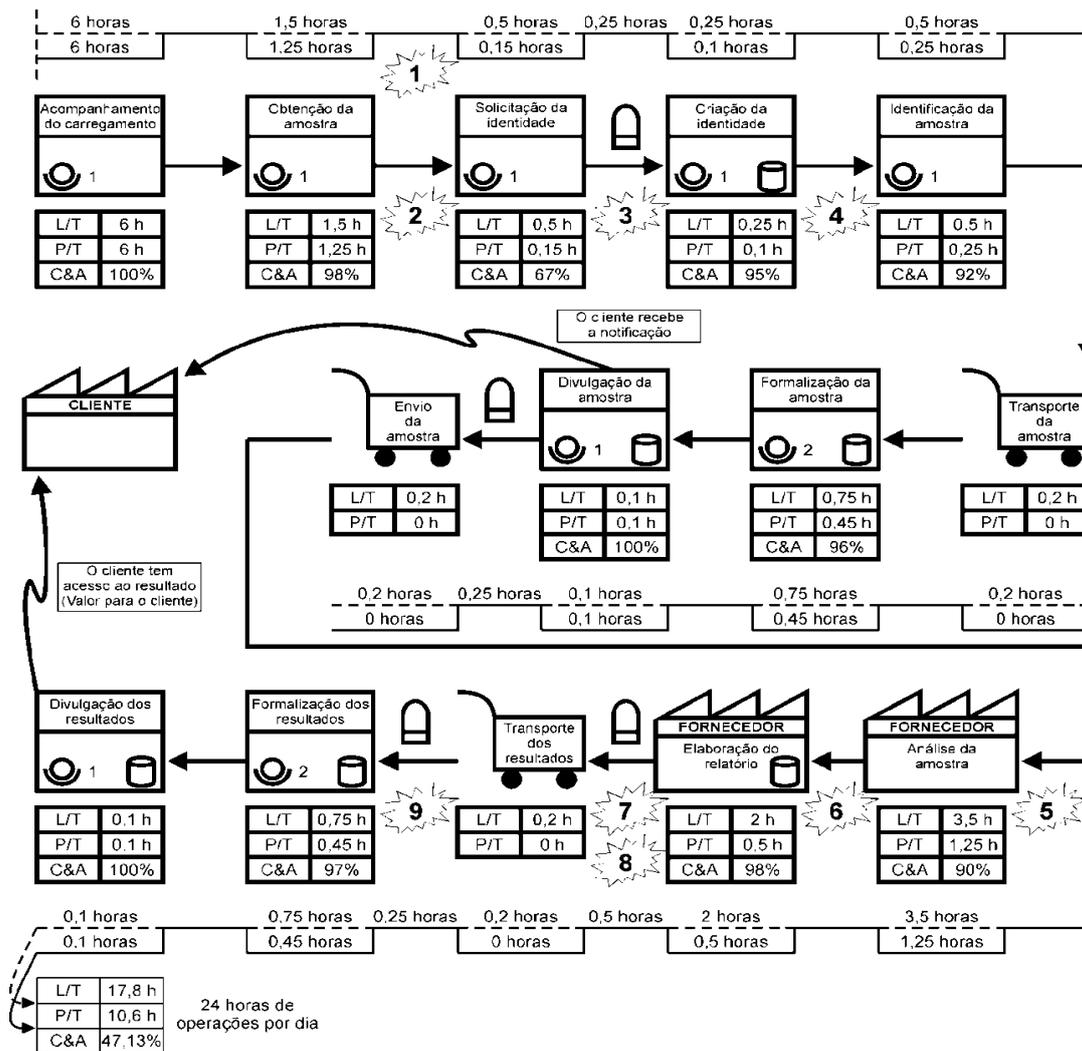
#### **PASSO 4 – MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL**

O processo de melhoria no fluxo de valor em escritórios é normalmente alavancado com o estudo do que de fato está sendo feito e quanto disto está agregando valor. O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta apropriada para isto, pois possibilita identificar desperdícios e as organizações começam pelo mapeamento do estado atual (CHANESKI, 2005c).

Neste contexto, o mapa do estado atual foi construído pelos envolvidos sem limitações de tempo e recursos, considerando fundamentalmente os cinco casos práticos. Com o mapa do estado atual, Figura 1, foi possível ilustrar mais fidedignamente o fluxo de valor do trabalho e respectivas informações no processo de encaminhamento dos resultados das análises laboratoriais dos combustíveis distribuídos.

No mapa do estado atual são observadas informações como a quantidade de pessoas envolvidas, os momentos em que são utilizados bancos de dados e os locais onde ocorrem filas. Outras informações serão abordadas nos próximos passos da abordagem.

Figura 1 – Mapa do estado atual.



## PASSO 5 – IDENTIFICAÇÃO DE MEDIDAS DE DESEMPENHO LEAN

A identificação de medidas de desempenho lean foi realizada com base em sugestões providas do grupo de pesquisa. Foram identificadas medidas que impactam diretamente e expressivamente no que agrega valor para o cliente, quais sejam: lead time – tempo de atravessamento (L/T), process time – tempo de processamento (P/T), percentage complete and accurate – porcentagem de completude e de precisão (C&A), na Figura 1. Estas medidas foram consideradas as mais apropriadas pelos envolvidos para mostrar os resultados dos esforços para solucionar o problema de pesquisa. As medidas de desempenho apresentadas no mapa do estado atual são médias aproximadas e diretamente relacionadas aos cinco casos práticos abordados neste trabalho.

Neste passo da abordagem alguns problemas e possíveis soluções foram debatidos. Isto possibilitou a visualização de alguns pontos críticos como, por exemplo, o excesso de processamento de papéis e o excesso de trabalho em processo, sendo que a mais importante peculiaridade encontrada foi o excesso de tempo de processamento, interferindo diretamente no problema de pesquisa.

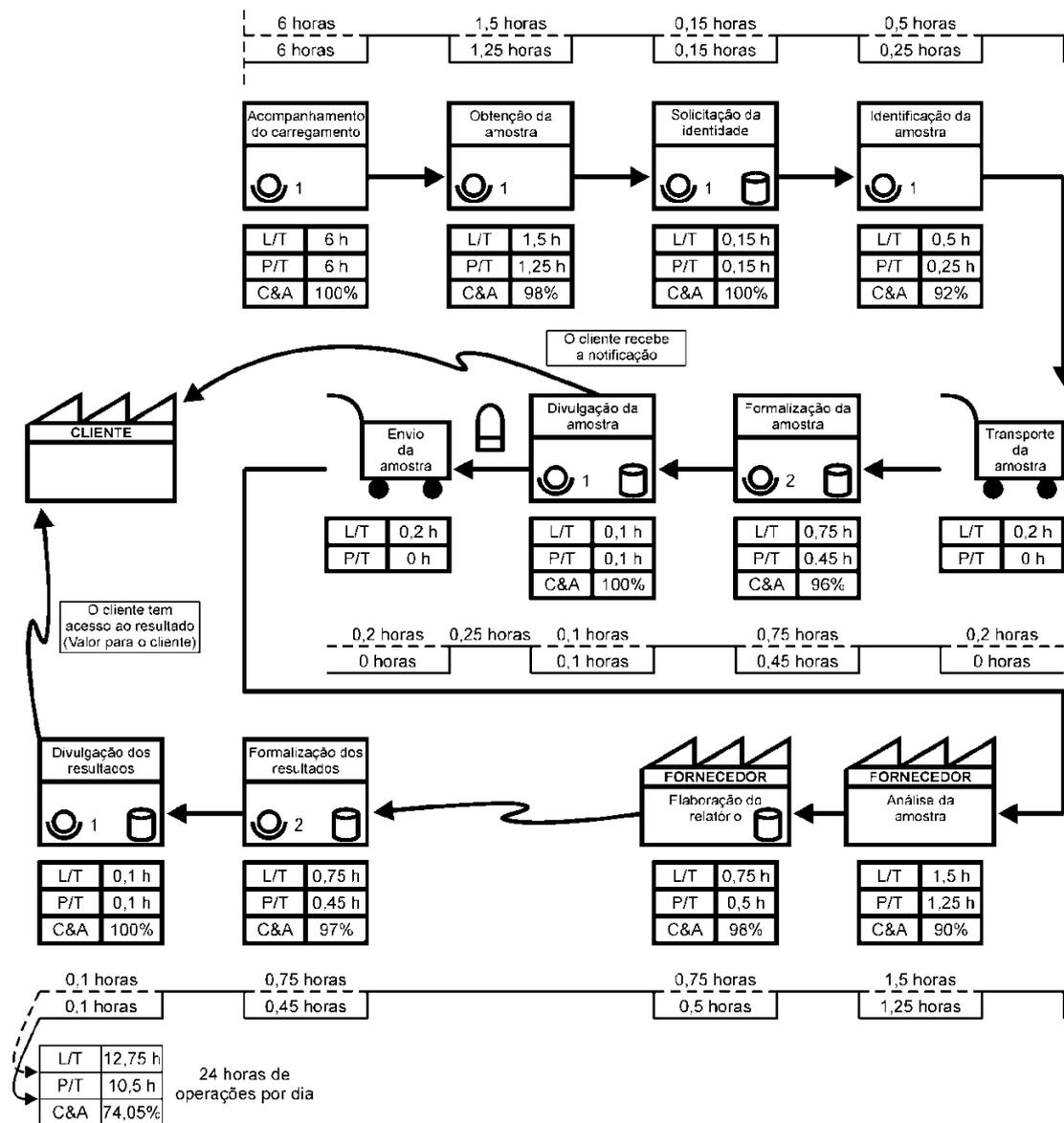
## PASSO 6 – MAPEAMENTO DO ESTADO FUTURO

O mapa do estado futuro, Figura 2, foi construído pelos envolvidos, mais uma vez sem limitações de tempo e recursos. O mapa do estado atual e as medidas de desempenho foram analisados – identificando-se as atividades que não agregam valor. Contudo um número elevado de ideias de melhoria foi sugerido, forçando as pessoas envolvidas a detalhar a análise. Após detalhar a análise, foram escolhidas ideias para o mapeamento do estado futuro, que preveem a solução do problema de pesquisa. As ideias sugeridas e escolhidas estão destacadas em nove balões Kaizen do mapa do estado atual, Figura 1.

Os balões Kaizen número 1, 5 e 6, na Figura 1, referem-se a melhorias através da redução dos lead times. Estas atividades, no mapa do estado atual, possuem lead times elevados. Estas atividades, no mapa do estado futuro, ficam com lead times menores que acabam por beneficiar da mesma maneira a todos os interessados.

O balão Kaizen número 2, na Figura 1, refere-se à melhoria por meio do aumento da *percentage complete and accurate*. Esta atividade, no mapa do estado atual, possui baixa eficiência, influenciando a eficiência total do processo. Esta atividade, no mapa do estado futuro, fica mais eficiente requerendo menos recursos para beneficiar da mesma maneira a todos os interessados. Os balões Kaizen número 3, 7, 9, na Figura 1, refere-se a melhorias por meio da eliminação das filas existentes entre as atividades. Estas filas, no mapa do estado atual, possuem características que possibilitam sua eliminação. Estas filas, no mapa do estado futuro, são inexistentes sem acarretar em inconveniências a qualquer interessado.

Figura 2 – Mapa do estado futuro.



O balão Kaizen número 4, na Figura 1, refere-se a uma melhoria por meio da eliminação da atividade. Esta atividade, no mapa do estado atual, possui características que possibilitam sua eliminação. Na prática, a comunicação por meio de rádios foi substituída. Em outras palavras, a pessoa do departamento que está acompanhando o carregamento não solicita mais ao escritório a identidade da amostra utilizando radiocomunicadores e sim, utilizando um computador de mão (Palmtop). De tal modo, a atividade “criação da identidade” fica inexistente no mapa do estado futuro, sem acarretar em inconveniências a qualquer interessado no processo.

O balão Kaizen 8, na Figura 1, refere-se à melhoria por meio da eliminação do transporte existente. Como no mapa do estado atual este transporte possui características que o eliminam, o transporte inexistente no mapa do estado futuro. Na prática, não há mais o encaminhamento dos relatórios fisicamente, mas o envio eletrônico ao departamento.

As ideias de melhoria sugeridas e escolhidas para fazerem parte do estado

futuro buscam acima de tudo estabelecer um fluxo de trabalho contínuo, através da redução e da eliminação desperdícios no fluxo de valor de informações e conhecimentos, no processo de encaminhamento dos resultados das análises laboratoriais dos combustíveis distribuídos.

No mapa do estado futuro podem ser verificados os resultados decorrentes das ideias de melhoria sugeridas e escolhidas. Verifica-se a redução do lead time (L/T) total de 17,8 horas para 12,75 horas. Verifica-se a redução do process time (P/T) total de 10,6 horas para 10,5 horas. Verifica-se o aumento da percentage complete and accurate (C&A) total de 47,13% para 74,05%. Estas melhorias, pelo menos na teoria do mapa do estado futuro, eliminariam os atrasos na entrega das informações técnicas relacionadas aos combustíveis.

### **PASSO 7 – CRIAÇÃO DOS PLANOS KAIZEN**

A criação de planos e de processos para a implementação das melhorias propostas foi realizada buscando a sustentação de esforços para solucionar o problema prático. A criação de planos contemplou basicamente a identificação de momentos chaves para realizar a implementação das melhorias propostas. A criação de processos contemplou um sequenciamento de atividades de pré Kaizen, evento Kaizen e pós Kaizen.

### **PASSO 8 – IMPLEMENTAÇÃO DOS PLANOS KAIZEN**

A implementação das propostas de melhorias foi realizada através da execução dos planos e processos criados no passo anterior. Inicialmente, realizou-se a preparação do processo para a implementação das melhorias propostas, através do pré Kaizen. Na sequência, realizou-se a implementação das melhorias propostas, através do evento Kaizen que contemplou a alteração de atividades e a notificação dos departamentos e das pessoas sobre as alterações. Finalmente, organizou-se o seguimento das melhorias propostas e implementadas através do pós Kaizen que contemplou: o acompanhamento das alterações nas atividades do processo; o seguimento das notificações direcionadas aos departamentos e às pessoas e; a garantia, a manutenção e o aperfeiçoamento das melhorias implementadas. Os resultados após a implementação serão apresentados na seção seguinte deste trabalho.

## **6. RESULTADOS**

Os resultados obtidos após a implementação mostram que o problema prático foi solucionado, em outras palavras, os cinco clientes não tiveram mais problemas de atrasos na entrega das informações técnicas relacionadas aos

combustíveis. A Tabela 6 mostra os resultados após a implementação, podendo-se visualizar os novos dados relacionados aos cinco clientes.

Tabela 6 – Dados relacionados aos cinco clientes considerados como casos práticos.

<b>Informação</b>	<b>Cliente 1</b>	<b>Cliente 2</b>	<b>Cliente 3</b>	<b>Cliente 4</b>	<b>Cliente 5</b>
<b>Número de vendas realizadas</b>	271	184	147	117	102
<b>Data do primeiro dado coletado</b>	17/04/2010	17/04/2010	17/04/2010	17/04/2010	17/04/2010
<b>Data do último dado coletado</b>	11/01/2011	11/01/2011	11/01/2011	11/01/2011	11/01/2011
<b>Limite máximo acordado</b>	17 horas	17 horas	19 horas	16 horas	17 horas
<b>Média dos dados coletados</b>	13,47 horas	13,95 horas	14,42 horas	13,46 horas	14,84 horas
<b>Desvio Padrão</b>	0,935588962	0,852443426	0,960066426	0,831976724	0,795296440
<b>Curtose</b>	-0,04625048	-0,25935656	-0,28091762	0,58793852	-0,13072590
<b>Assimetria</b>	0,10003215	0,14845617	0,21265422	-0,29776329	-0,01750462
<b>Valor máximo</b>	15,98 horas	16,31 horas	17,05 horas	15,53 horas	16,66 horas
<b>Valor mínimo</b>	10,91 horas	11,90 horas	12,34 horas	10,96 horas	12,82 horas
<b>Unidades acima do limite máximo</b>	0	0	0	0	0
<b>% acima do limite máximo</b>	0%	0%	0%	0%	0%

Cabe ressaltar nesta tabela: (1) o número de unidades acima do limite máximo, isto é, ausência de não conformidades; (2) a porcentagem acima do limite máximo, isto é, 0% de não conformidades. Outro ponto importante a considerar é a redução do desvio padrão dos processos, quando comparados à situação inicial, conforme Tabela 1.

## 7. CONCLUSÃO

Conclui-se que o objetivo deste trabalho foi atingido utilizando-se a abordagem do Lean Office proposta por Tapping, Shuker e Shuker para solucionar um problema prático relacionado a cinco clientes de uma distribuidora de combustíveis. A abordagem foi implementada tendo-se como principais resultados a redução do lead time, a redução do process time, e o aumento da porcentagem de completeza e de precisão. A redução do lead time foi de 5,05 horas, uma redução de 28,37%. A redução do process time foi de 0,1 horas, uma redução de 0,94%. O aumento na porcentagem de completeza e de precisão foi de 26,92%. As melhorias são significativas, com exceção do process time que não pode ser significativamente reduzido uma vez que os respectivos tempos já estavam minimizados. Sob outro viés, pode-se afirmar que basicamente reduziram-se e eliminaram-se desperdícios em atividades que não agregam valor para o cliente, uma vez que o lead time e a porcentagem de completeza e de precisão foram significativamente melhorados.

De fato, os dados relacionados aos clientes confirmaram as melhorias: as

médias dos dados coletados diminuíram, ou seja, o lead time médio de cada cliente reduziu. Para cada cliente, o efeito prático destas melhorias foi a eliminação dos atrasos na entrega das informações técnicas relacionadas aos combustíveis.

Conclusivamente pode-se afirmar que a abordagem do Lean Office proposta por Tapping, Shuker e Shuker viabilizou a redução e a eliminação de desperdícios no fluxo de valor de informações e conhecimentos no processo de negócio versado. Contudo, pesquisas futuras devem focar outras aplicações da abordagem para investigar se pode haver alguma diferença significativa nos resultados.

## REFERÊNCIAS

- BARBALHO, S.; RICHTER, E. H.; ROZENFELD, H. Melhorando o processo de aquisição de materiais e componentes para protótipos de novos produtos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Abepro, 2007. 1 CD-ROM.
- CARDOSO, G. O. A.; SOUZA, J. P. E.; ALVES, J.M. Lean office aplicado em um processo de auditoria de certificação de sistema de gestão da qualidade aeroespacial. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32., 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** Bento Gonçalves: Abepro, 2012. 1 CD-ROM.
- CARDOSO, G. O. A; ALVES, J. M. Análise crítica da implementação do Lean Office: um estudo de casos múltiplos. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 1, n. 1, p. 23-35, 2013.
- CHANESKI, W. S. Lean in the office: identifying waste. **Modern Machine Shop**, v. 78, n. 4, p. 44-46, 2005a.
- CHANESKI, W. S. Stories from the lean office. **Modern Machine Shop**, v. 78, n. 7, p. 44-46, 2005c.
- DEFENSE PENTAGON. Department of Defense. **Continuous process improvement transformation guidebook**. Washington, 2006. 159 p.
- EMILIANI, M. Improving business school courses by applying lean principles and practices. **Quality Assurance in Education**, v. 12, n. 4, p. 175-187, 2004.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GREEF, A. C.; FREITAS, M. C. D.; ROMANEL, F. B. **Lean office: operação, gerenciamento e tecnologias**. São Paulo: Atlas, 2012.
- GREEN, C.F.; CRAWFORD, V.; BRESNEN, G.; ROWE, P. H. A waste walk through

clinical pharmacy: how do the 'seven wastes' of Lean techniques apply to the practice of clinical pharmacists. **International Journal of Pharmacy Practice**, v. 23, n. 1, p. 21-26, 2015.

HERKOMMER, J.; HERKOMMER, O. S. Lean office - system. **Zeitschrift fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb**, v. 101, n. 6, p. 378-381, 2006.

HINES, P. et al. **Value stream management**. 1. ed. Grã-Britain: Prentice Hall, 2000.

HOLMES, F. B. Is your office as lean as your production line? **Manufacturing Engineering**, v. 139, n. 3, p. 20-21, 2007.

KRAFCIK, J. F. Triumph of the lean production system. **Sloan Management Review**, v. 30, n. 1, p. 41-52, 1988.

LIKER, J. K. **Becoming Lean – Inside Stories of U.S. Manufacturers**. Portland: Productivity Press, 1997.

MACDONALD, S. L. et al. Measuring and managing radiologist workload: Application of lean and constraint theories and production planning principles to planning radiology services in a major tertiary hospital. **Journal of medical imaging and radiation oncology**, v. 57, n. 5, p. 544-550, 2013.

McMANUS, H. L. **Product development value stream mapping (PDVSM) manual**. Cambridge: The Lean Aerospace Initiative, 2005.

NG, D.; SCHMIDT, N.; THOMAS, S.; VAIL, G. Applying the Lean principles of the Toyota Production System to reduce wait times in the emergency department. **Canadian Journal of Emergency Medicine**, v. 12, n. 1, p. 50, 2010.

STAATS, B.R.; BRUNNER, D. J.; UPTON, D. M. Lean principles, learning, and knowledge work: Evidence from a software services provider. **Journal of operations management**, v. 29, n. 5, p. 376-390, 2011.

STANKE, A.; MURMAN, E. A framework for achieving lifecycle value in aerospace product development. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL COUNCIL OF THE AERONAUTICAL SCIENCES, 23., 2002. **Proceedings...** Toronto: ICAS, 2002.

TAPPING, D; SHUKER, T.; SHUKER, D. **Value stream management for the lean office: eight steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements in administrative areas**. 1. ed. New York: Productivity Press, 2003.

TEZEK, A.; NIELSEN, Y. Lean Construction Conformance among Construction Contractors in Turkey, **Journal of management in engineering**, v. 29, n. 3, p. 236-

250, 2013.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Lean in government starter kit: a practical guide to implementing successful lean initiatives at environmental agencies**, v. 2. United States of America, 2008. 75 p.

WOMACK, J.; JONES, D. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. New York: Simon & Schuster, 1996.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROSS, D. **The Machine that Changed the World**. New York: Rawson Associates, 1990.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução Daniel Grassi. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

**ABSTRACT:** The research problem of this work is of practical origin and refers to the delays in forwarding technical information to customers in a service organization, in this case, a fuel distributor. The goal here is to achieve the reduction and elimination of waste in the value stream of information and knowledge. As research method we have a Research-Action. A detailed investigation of the practical problem made possible the use of the Lean Office approach proposed by Tapping, Shuker and Shuker. The approach has been implemented in practical case study and was obtained as major improvements, reduction of lead-time and the increasing of completeness and accurate percentage. The practical effect of these improvements was confirmed with results obtained after implementation: the data shows that the practical problem has been solved, in the case, customers had no more problems of delays in the delivery of technical information related to fuel. Thus, it was concluded that the approach proposed by Tapping, Shuker and Shuker enabled the reduction and elimination of wastes in the value stream of information and knowledge in the business process in question.

**KEYWORDS:** Lean Office; Lead Time; Practical Case.

## **CAPÍTULO XI**

### **BALANCEAMENTO DE LINHA DE OPERAÇÕES NO PROCESSO CONSTRUTIVO DE MONTAGEM E DESMONTAGEM DO SISTEMA DE FORMAS**

---

**Alan Rodrigues  
Rafael de Azevedo Nunes Cunha  
Guilherme Luz Tortorella  
Antônio Edésio Jungles**

## BALANCEAMENTO DE LINHA DE OPERAÇÕES NO PROCESSO CONSTRUTIVO DE MONTAGEM E DESMONTAGEM DO SISTEMA DE FORMAS

### **Alan Rodrigues**

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC  
Florianópolis/SC

### **Rafael de Azevedo Nunes Cunha**

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC  
Florianópolis/SC

### **Guilherme Luz Tortorella**

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC  
Florianópolis/SC

### **Antônio Edésio Jungles**

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC  
Florianópolis/SC

**RESUMO:** O artigo visa condensar os estudos acerca de Estações de Trabalho e suas abordagens na construção civil com o sistema de formas na construção de pilares, vigas e lajes. Possui o objetivo, utilizar a metodologia de balanceamento de linha de operações no processo de montagem e desmontagem de sistema de formas em duas obras de edificações verticais na cidade de São Paulo/SP. A metodologia, elaborar um estudo de caso exploratório, realizado em duas obras durante o período de 2014, sendo desenvolvida e dividida em 4 etapas, que são: a) mapeamento do processo construtivo que envolvia o sistema de formas; b) coleta dos tempos das operações macros que estavam presentes no sistema de formas; c) elaboração e balanceamento de linha das estações de trabalho; d) avaliação dos resultados. Por fim o trabalho expõe suas contribuições de duas maneiras: a) apresentar uma maneira alternativa de alocar o recurso de mão de obra em determinadas operações do processo construtivo; b) abordar o tema balanceamento de linhas de operações no âmbito da construção civil, o seu enfoque prático, junto com as limitações e recomendações de futuras pesquisas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estação de Trabalho, Sistema de Forma, Balanceamento de Linha de Operações, Construção Civil, Planejamento.

## **1 INTRODUÇÃO**

Tem se mostrado atualmente, cada vez mais relevante a necessidade de as empresas se posicionarem estrategicamente, visando atingir seus objetivos e de analisarem a sua forma de agir frente a um mercado cada vez mais exigente. Os princípios gerenciais estão sendo revistos e modificados, o alinhamento entre os objetivos estratégicos e as ações práticas tem sido buscado, a diminuição dos custos e eliminação das perdas tem sido constantemente foco de atenção de profissionais (NEVES et al., 2002).

Diante deste quadro, os profissionais da área buscam utilizar, cada vez mais, novas ferramentas gerenciais que permitam acompanhar o andamento da produção no canteiro de obras, podendo-se, assim, intervir no processo executivo, reavaliando-o e, se necessário, redirecionando-o aos reais objetivos que uma organização almeja alcançar. No entanto, os empreendimentos da área da Construção Civil predial ainda carecem de um cuidado maior quanto ao seu planejamento. Muitos profissionais têm consciência da importância do planejamento no nível operacional; no entanto, são poucas as empresas que estruturam o planejamento de maneira a atingir este nível, limitando-se a discussões nos níveis estratégico e tático e, quando atingem o nível operacional, detecta-se uma carência quanto ao detalhamento dos serviços, deixando de ser útil para a produção.

Na indústria da construção civil, uma de suas maiores características é a grande quantidade de itens customizáveis, visando atender as preferências individuais dos clientes. Para isso são necessário sistema de produção flexível, visando o balanceamento de linhas de montagem ou produção, que é a distribuição das operações em estações de trabalho, de maneira que cada estação utilize proximamente o mesmo tempo para realizar as operações nela alocada. (PASTOR 2002). Neste contexto, a customização da produção se destaca como uma estratégia fundamental para as empresas de manufatura, visto que produtos diferenciados tendem a apresentar melhor potencial de aceitação pelo mercado consumidor (DA SILVEIRA et al., 2001)

Sob o ponto de vista econômico, o sistema de formas é extremamente significativo. O grande número de trabalhos que têm tratado deste tema é um indicativo da importância deste serviço na Construção Civil. Ferreira (2001), com base na revisão bibliográfica que efetuou, verificou que a participação das formas, na composição do custo das estruturas de concreto armado de edificações de múltiplos pavimentos, varia entre 30 e 60%, demonstrando sua importância na execução das estruturas.

O presente trabalho tem por objetivo abordar um estudo de caso utilizando a metodologia de balanceamento de linha de operações no processo de montagem e desmontagem de sistema de formas em duas obras de edificações verticais na cidade de São Paulo/SP.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Estações de trabalho**

Estações de trabalho no arranjo físico são formas expressivas de flexibilidade tecnológica.

É perceptível segundo o Lean Institute Brasil (2005), que a estação de trabalho, remonta a forma como o trabalho é desempenhado, isto é, num sistema de produção enxuta, onde a eficiência do processo é medida através do

desempenho, medidas que reduzam o desperdício e maximizem a performance de produção, se tornam necessárias, desta maneira as estações de trabalho (workstations), passam a desempenhar o papel de catalizadores da produção, tornando o ambiente de trabalho, mais apto à produtos de alto desempenho e qualidade.

De acordo com Thiollent (1992) “É possível imaginar a concepção ou adaptação de estações de trabalho especificamente orientadas para o trabalho intelectual de tipo científico, tecnológico, gerencial ou educacional. Inicialmente concebida como dispositivo de caráter individual, a estação de trabalho pode também adquirir uma dimensão coletiva, com acervos de conhecimentos postos à disposição de um grupo de profissionais inseridos em uma rede local de computadores”. “Estação de trabalho enxuta (lean) deve focar em questões críticas do operador, tais como segurança, ergonomia, facilidade de pegar as peças e rapidez de se encontrar as ferramentas. Uma estação de trabalho lean coloca todo o material necessário para a produção ao alcance das mãos do operador. São estrategicamente posicionados para que os operários possam alcançar as ferramentas e ou peças sem mesmo precisar olhar, e utilizando na maior parte do tempo, ambas as mãos. Além disso, uma estação de trabalho lean obrigatoriamente é centrada no takt time. Takt time é um termo comum da produção lean que se refere ao ritmo de trabalho (cadência produtiva), normalmente utilizado para relacionar a demanda com uma produção real. O takt time é determinado pela divisão do tempo total de produção disponível em cada turno pela demanda por turno de produção”. (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2005)

Os autores afirmam que independente da forma ou concepção do trabalho, seja ele, intelectual de caráter científico, tecnológico, gerencial ou educacional as estações de trabalho são aplicadas de forma eficaz, isto é, seja qual for a forma, a mensuração é através do takt time, que pode ser entendido como a unidade real que correlaciona o ritmo com a produtividade do colaborador.

“Estações de trabalho formam a linha de forma que todas as estações demandem aproximadamente o mesmo tempo para a execução da tarefa. Isto minimiza o tempo ocioso de mão-de-obra e de equipamentos, pois o tempo de execução de cada tarefa destinado a cada um dos operadores em seus centros de trabalho deverá ser o mesmo, ou o mais próximo possível para que não haja atraso das demais atividades”. (ROCHA, 2011)

“A estação deve ser confortável para o operador, além de dispor de ferramentas e suprimentos para completar a tarefa atual com segurança, ao mesmo tempo em que se integra ao processo de manufatura. A estação de trabalho pode funcionar independentemente e ser lean, mas parte do empenho é perdida se as outras estações de trabalho, processos e instalações não estiverem em sincronia”. (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2005)

Os autores explanam e entram em acordo quando dizem que a metodologia lean e as estações de trabalho auxiliam na minimização de tempo ocioso, elevando a produtividade, não ocorrendo ou de forma reduzida, atrasos nas atividades. Para que esta produtividade ocorra, toda a estação de trabalho deve estar aparelhada

para receber o colaborador, de forma segura, com padrões de ergonomia e trabalho integrado.

Os sistemas de estação de trabalho foram evoluindo junto com a tecnologia e se adaptando com a necessidade das empresas.

De acordo com o Lean Institute Brasil (2005) “Quatro pré-condições e três elementos de trabalho puro são necessários para se conseguir o trabalho padronizado”. As quatro pré-condições são: a) A estação de trabalho deve estar adequada a todos os regulamentos de segurança; b) O tempo “em trabalho” da estação deve ser próximo da ergonomia planejada; c) A entrada e saída de produtos com qualidade devem ser confiáveis para que se agregue qualidade ao processo; e, d) O trabalho (em especial o manual) deve ser cíclico e repetível. Os três elementos de trabalho são: a) A carga de trabalho do operador deve estar próxima ao takt time; b) Mantenha somente a quantidade correta de estoque (padrão) para o trabalho proposto; e, c) Crie estações de trabalho onde o operador trabalhe seguindo a sequência ideal;

“Como ferramenta de produção, o objetivo final da estação de trabalho é aumentar a produtividade das pessoas que a utilizam, enquanto provêm constante flexibilidade e agilidade para atender as mudanças dos processos de montagem definidas pelos engenheiros”. (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2005)

As estações de trabalho devem seguir estes padrões, vista otimizar o tempo, sendo que, a atividade dentro do takt time estipulado, segundo a EQ 01, reduz o retrabalho e a ociosidade, os estoques devem se manter de forma segura e o trabalho de forma sequencial.

EQ 01	$\text{Takt Time} = \frac{\text{Horas disponíveis}}{\text{Demanda mensal}}$
-------	---

Quadro 1 - Cálculo do takt time.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Segundo Martins (2005), o balanceamento de uma linha constituída por muitas operações para processamento de um produto consiste em encontrar a solução para uma das duas seguintes alternativas: a) Dado um tempo de ciclo, determinar o número mínimo necessário de estações de trabalho; e, b) Dado um número de estações de trabalho, determinar o tempo de ciclo mínimo possível.

Cada estação de trabalho apresenta sempre algum tempo ocioso, já que na prática não se consegue uma eficiência de 100%.

Num problema de balanceamento consideram-se tipicamente os seguintes símbolos e definições:

- N - Número de estações de trabalho existentes na linha. Normalmente uma estação de trabalho é ocupada por um único Operador o qual pode realizar uma ou mais operações. Contudo, uma estação de trabalho pode ter mais do que um Operador, ou um Operador pode intervir em mais do que uma estação de trabalho;
- Tc - Tempo de ciclo ou Tack time. Tempo decorrido entre a fabricação de

duas unidades sucessivas à saída da linha, ou seja, o tempo máximo de desempenho permitido a cada estação de trabalho;

- $t_i$  - Tempo médio correspondente à operação de ordem  $i$ ;
- $\sum t_i$  - Tempo total necessário para produzir uma unidade, ou soma das durações de todas as operações.

Entre essas variáveis existem as seguintes correlações:

EQ 02	$N_{\min} = \frac{1}{T_c} \sum_{1}^n t_i$
-------	---

Quadro 2 – Cálculo do número mínimo de estações de trabalho.  
Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Em que  $N_{\min}$  representa o número mínimo de estações de trabalho necessários à linha (o resultado deve ser arredondado para a unidade imediatamente superior).

EQ 03	$\varepsilon = \frac{1}{N \times T_c} \times \sum_{1}^n t_i$
-------	--

Quadro 3 – Cálculo da eficiência.  
Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Em que  $\varepsilon$  representa a eficiência do balanceamento da linha.

EQ 04	$f = N \times T_c - \sum_{1}^n t_i$
-------	-------------------------------------

Quadro 4 – Cálculo da folga do conjunto de operações.  
Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Em que  $f$  representa a folga do conjunto das operações.

“A estação de trabalho é concebida como um local de trabalho informatizado onde o profissional tem à sua disposição bancos de dados, sistemas especialistas, sistemas de computação gráfica ou outros tipos de sistemas para conceber e produzir, com a maior eficiência possível, conhecimentos, sistemas ou resultados apropriados à sua área de atuação.” (THIOLLENT, 1992)

## 2.2 Sistema de formas

O sistema de formas é responsável por dar formato aos elementos estruturais moldados em obra, podendo ser ele; vigas, pilares ou lajes. Além dessa função as formas têm função de conter o concreto fresco mantendo a sua geometria e posição, até que o mesmo adquira resistência suficiente para

sustentar o seu próprio peso mais as devidas cargas previamente dimensionadas.

Segundo Salgado (2013), o sistema de formas pode ser compreendido como um conjunto de elementos combinados em harmonia, apresentando como objetivo, atender às funções a ele atribuídas, sendo apresentado em três tipos:

- ➔ Removíveis: Pode ser retirados após a cura do concreto do elemento concretado podendo ser ou não reaproveitado. Geralmente utilizados nos seguintes elementos estruturais; lajes, vigas, pilares entre outros;
- ➔ Perdidas: Ficam embutidas nos elementos estruturais, não podendo ser retiradas. Utilizadas em lajes nervuradas como “forma perdida”. Os materiais utilizados para a confecção dessas formas são as de menor peso possível, destacando papelão e poliestireno expandido (Isopor); e,
- ➔ Contra Barranco: Quando o solo é bem consistente, estável e livre de água, costuma-se utilizar como forma para estruturas de blocos de fundação e baldrame.

Barros e Melhado (1998) apud Fachini (2005) atribuem ao sistema de forma três funções principais:

a) Moldar o concreto; b) Conter o concreto fresco e sustentá-lo até que tenha resistência suficiente para sustentar-se por si só; e, c) Proporcionar à superfície do concreto a textura requerida.

Segundo Fachini (2005), além das funções citadas acima, também podemos citar:

Servir de suporte para o posicionamento da armação, permitindo a colocação de espaçadores para garantir os cobrimentos; Servir de suporte para o posicionamento de elementos das instalações e outros itens embutidos; Servir de estrutura provisória para as atividades de armação e concretagem, devendo resistir às cargas provenientes do seu peso próprio; Servir de suporte para o posicionamento de elementos das instalações e outros itens embutidos; e, Servir de estrutura provisória para as atividades de armação e concretagem, devendo resistir às cargas provenientes do seu peso próprio;

Analisando do ponto de vista do planejamento de execução da estrutura (forma, aço e concreto), o sistema de formas é o que propicia a liberação de frentes de trabalhos para os demais serviços (aço e concreto), consumindo uma grande quantidade de recurso de mão de obra. Assim o seu atraso pode ocasionar o comprometimento dos serviços subsequentes (aço e concreto), pois o sistema de forma na maioria das obras se encontra no caminho crítico na produção de edificações.

### **2.2.1 Elementos do sistema de formas**

O sistema de forma é constituído por três componentes; molde ou caixaria, cimbramento e acessórios.

O molde ou caixaria é o item que dá a forma à peça estrutural, segundo Fajersztajn (1987) essa caixaria em contato direto com o concreto, define o formato

e a textura concebida para a peça durante a execução. Segundo Allen (2013) a qualidade das superfícies do concreto não será melhor do que a qualidade dos moldes, sendo os seus requisitos para a qualidade da superfície e a resistência estrutural da forma devem ser rigorosos.

O cimbramento segundo Ferreira (2001) é o conjunto de elementos que tem a função de transferir e ou absorver as cargas atuantes no sistema de formas, sendo dividido em três partes: Escoramento: Peças verticais sujeitas a esforços de compressão; Vigamento: Peças horizontais sujeitas aos esforços de flexão, originados pelos carregamentos verticais; Travamento: Peças verticais e ou horizontais sujeitas aos esforços de tração e ou flexão originados pelo carregamento horizontais; Mão-francesas: Peças inclinadas para contenção horizontal;

Em relação aos acessórios, segundo Fajersztajn (1987) são os conjuntos de peças complementares, destinados a auxiliar os demais elementos na constituição da forma. A escolha dos acessórios baseia-se, na capacidade de bem suprir as necessidades do sistema de formas como um todo (Fachini 2005).

### 3 METODOLOGIA

A estratégia adotada na elaboração da pesquisa foi o estudo de caso de caráter preponderantemente exploratório, realizado em duas obras de uma construtora de nível nacional na cidade de São Paulo/SP durante o período do ano de 2014.

A pesquisa desenvolvida em quatro etapas: a) mapeamento do processo construtivo que envolvia o sistema de formas; b) coleta dos tempos das operações macros que estavam presentes no sistema de formas; c) elaboração e balanceamento de linha das estações de trabalho; e, d) avaliação dos resultados.

A coleta de dados foi realizada através de visitas ao canteiro de obras, durante o período de dois meses aproximadamente, sendo esse período correspondente à execução de sete pavimentos de duas edificações, sendo escolhidos dois colaboradores para cada operação presente no sistema de formas para a coleta dos tempos de execução das mesmas.

Os edifícios aonde tiveram seus dados coletados possuíam as características descritas conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Características das obras analisadas.

	Obra 01	Obra 02
Área construída	3806,00 m <sup>2</sup>	4920,00 m <sup>2</sup>
Área do pavimento	346,00 m <sup>2</sup>	243,53 m <sup>2</sup>
Número de pavimentos	10	20
Descrição do pavimento	Quatro dormitórios (sendo uma suíte), sala (estar/jantar), cozinha,	Três dormitórios, sala, cozinha, área de serviço e banheiro.

Estrutura	área de serviço e banheiros.	
Mão de obra	Retícula de concreto armado	Retícula de concreto armado
	100% sub-empreitada	100% sub-empreitada

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

O processo construtivo escolhido foi à montagem/desmontagem do sistema de formas, pois o mesmo libera frente de trabalho para os outros processos construtivos que compõe a estrutura de uma edificação. Os dados necessários para a realização desse estudo foram coletados in loco pela engenheira Auriciani Fachini, os mesmos estão contidos na dissertação “Subsídio para a programação de estrutura de concreto armado no nível operacional”. Com os dados foram elaborados cenários ótimos de utilização do recurso mão de obra, através da metodologia de linha de balanceamento para estações de trabalho, assim como suas eficiências para as possíveis decisões sobre a utilização do recurso mão de obra pelos gestores da obra em análise.

### 3.1 Processo de execução das formas

Para melhor entendimento do processo construtivo e das operações que envolvem a montagem e desmontagem do sistema de forma, foi elaborado o diagrama de causa e efeito, presente na Figura 1.

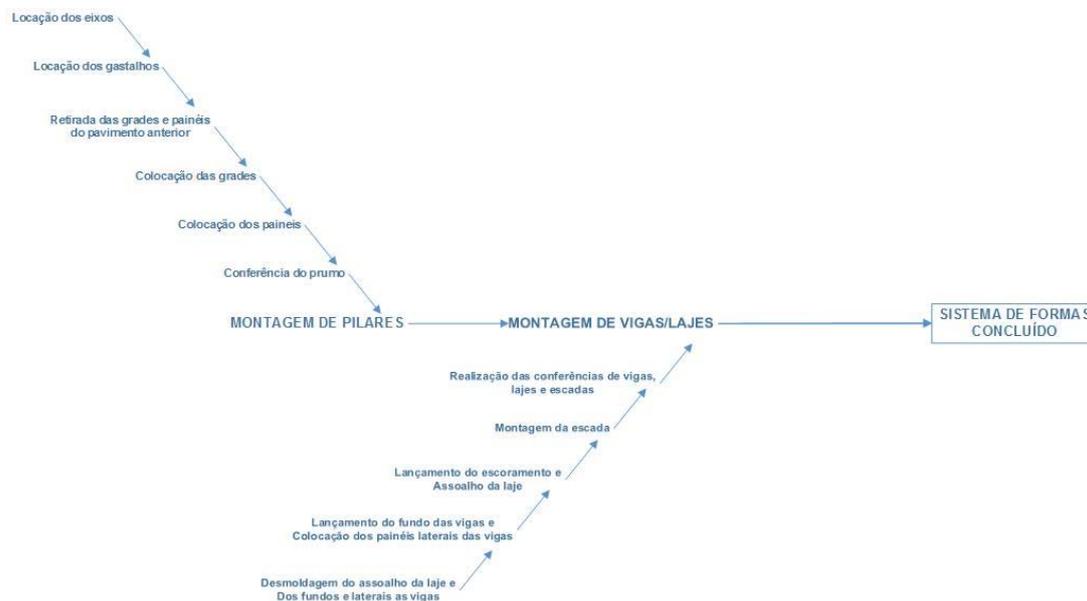


Figura 1 – Diagrama de causa e efeito para o processo de montagem e desmontagem de sistema de formas.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base nos resultados dos tempos coletados nos canteiros das duas obras, elaborou-se a Tabela 2 e o diagrama de flechas presente na Figura 2, com as médias dos tempos e a quantidade de colaboradores necessária para executar cada operação do sistema de formas, contemplando viga, pilar e laje, assim como suas operações precedentes.

Tabela 2 - Tabela de tempos e quantidades de colaboradores necessários os para executar cada operação.

Item	Operação	Tempo (Horas)	Quantidade de Colaboradores	Predecessora
1.0	Pilares			
1.1	Locação dos eixos	2	2	
1.2	Montagem dos gualhos	10	7	1.1
1.3	Pré-montagem de formas	21	7	1.2
1.4	Pós-montagem de formas	25	7	2.3/3.2
2.0	Vigas			
2.1	Pré-montagem de formas	49	10	1.3
2.2	Pós-montagem de formas	62	7	2.1
2.3	Desmontagem	14	3	1.4
3.0	Lajes			
3.1	Pré-montagem de formas	41	4	1.3
3.2	Pós-montagem de formas	55	7	2.2/3.1
3.3	Desmontagem	6	2	1.4

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

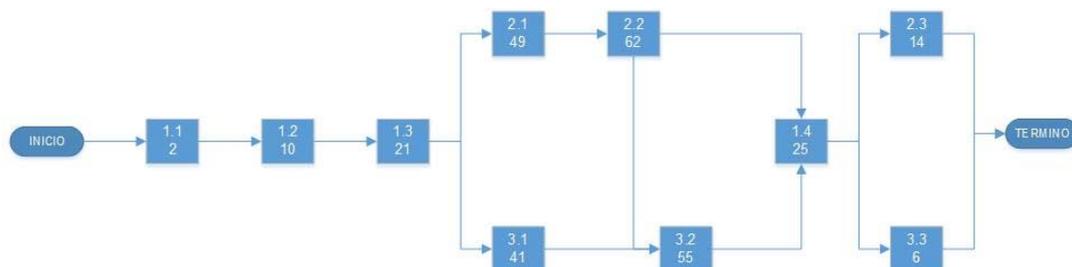


Figura 2 - Diagrama de flechas do sistema de formas.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Para determinar a quantidade de estações de trabalhos, foram considerados alguns números para as seguintes variáveis presentes na Tabela 3.

Tabela 3 - Tabela de variáveis para cálculo das estações de trabalho.

	Valores
Horas disponíveis	160 horas
Tack time	80 horas/lajes
Demanda mensal	02 lajes

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Utilizando a EQ 01, calculou-se o takt time, em seguida o número de horas disponível, considerou-se para o cálculo do mesmo, que um colaborador trabalha oito horas por dia, tempo efetivo que o mesmo permanecia em obra, a semana possuía cinco dias trabalháveis e durante o período de um mês, havia quatro semanas. Ambas as obras tinham uma demanda de duas lajes mensais, demanda esta, que atendia o planejamento, fazendo assim, com que não haja atraso no avanço da obra.

Utilizando as EQ 02 e 03, calculou-se respectivamente a quantidade de estações de trabalhos e as suas respectivas eficiências, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Quantidade de estações de trabalho e a sua respectiva eficiência

Número de estações de trabalho	Eficiência da estação de trabalho
4	80 %
5	71%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Para o agrupamento das operações nas estações de trabalho, a operação 1.1 não existe precedente, além de iniciar o processo do sistema de formas. A estação de trabalho W1 fica com 39 horas de folga, ao analisar as operações seguintes, 1.2, 1.3, 3.1 e 2.1, as operações 3.1 e 2.1 são as que apresentam mais tempo de duração, assim apenas uma dessas operações poderá ser incluída na estação de trabalho W1 com as demais operações, 1.1, 1.2 e 1.3. Ao levarmos que consideração o tempo de folga, a opção mais viável é agregar a operação 3.1 devido a sua duração ser menor que a 2.1, favorecendo o tempo de folga.

As operações 2.1, 2.2 e 3.2 apresentam as durações altas ou próximas ao tack time, não podendo assim ser agrupadas entre si, criando uma estação de trabalho para cada operação, W2, W3 e W4, respectivamente.

Na estação de trabalho W5 foi agrupado, o restante das operações devido a união das durações das mesmas ficarem abaixo do tack time, assim também como o tempo de folga apresentou-se um valor razoável em relação as demais estações de trabalho.

Embora o ideal fosse trabalhar com a menor quantidade de estações de trabalho possível, para o processo adquirir uma melhor eficiência, porém, conforme se observa na figura 3, os tempos dos processos do sistema de forma para o cenário observado nas obras em questão está muito próximo do tack time,

impossibilitando assim o agrupamento de equipes para determinados processos, como por pré-montagem de formas e pós-montagem de formas para a etapa de vigas.



Figura 3 – Arranjo das estações de trabalho do processo de montagem e desmontagem do sistema de formas.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Ao determinar a quantidade de cinco estações de trabalho para o processo em análise, notou-se que a ociosidade de algumas estações de trabalho ficou acima de 30%, em especial a estação de trabalho W5, que apresentou 43,75% de ociosidade. Segue na Tabela 5 o tempo total, ociosidade (folgas) e quantidade de colaboradores, para cada estação de trabalho.

Tabela 5 – Tempos totais e ociosidade das estações de trabalho

Estação de trabalho	Operações	Tempo total (horas)	Folgas (horas)	Quantidade de colaboradores
W1	3.1	41	39	7
	1.3	21	18	
	1.2	10	8	
	1.1	2	6	
W2	2.1	49	31	10
W3	2.2	62	18	7
W4	3.2	55	25	7
W5	1.4	25	55	7
	2.3	14	41	
	3.3	6	35	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Ao analisar a tabela 5, nota-se que a estação de trabalho W1, apresenta um

pequeno intervalo de folga, variável calculada utilizando a EQ 04, podendo comprometer o tack time de 80 horas por laje, caso haja qualquer prolongamento nas operações 3.1, 1.3, 1.2 e 1.1. Uma possível alternativa seria retirar a operação 3.1 da estação de trabalho W1 e criar uma nova estação de trabalho, porém o sistema teria uma redução de eficiência, de 71% para 59,37%.

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a elaboração de balanceamento de linha através do método de dimensionamento de estações de trabalho no processo de montagem e desmontagem do sistema de formas em duas obras de edificações verticais.

O caso trouxe resultados em relação ao método utilizado, permitindo a locação do recurso mão de obra em determinadas operações, ao visar o melhor aproveitamento desse recurso, além de demonstrar o agrupamento de operações em estações de trabalho, balanceando o tack time para que a demanda seja atendida. Em relação aos resultados, pode-se afirmar que a utilização dessa metodologia, abre maneiras de não apenas dimensionar e balancear estações de trabalho, como também uma forma de controle em nível operacional dos processos construtivos.

Desta forma, o trabalho contribui de duas maneiras: a) apresentar uma maneira alternativa de alocar o recurso de mão de obra em determinadas operações do processo construtivo; e, b) abordar o tema de balanceamento de linhas de operações no âmbito da construção civil, tendo o seu enfoque prático.

As limitações do trabalho se definem, pelo caráter único da empresa estudada e os dados retirados da dissertação de mestrado mencionada na metodologia, as medições de durações das operações foram realizadas de uma maneira macro e sem considerar a fadiga dos colaboradores envolvidos na execução das mesmas.

Pelo processo de montagem e desmontagem do sistema de formas terem uma relativa importância, não apenas pelo caráter de prazo, mas como também de custo em relação aos demais processos construtivos que compõem uma edificação, sugere-se para futuros trabalhos: a) realizar a inserção do fator fadiga nos estudos de tempos, b) detalhar em caráter mais específico as operações que compõem o processo de montagem e desmontagem do sistema de formas para melhor averiguação dos tempos, c) Expandir esse modelo para processos construtivos presentes em uma edificação vertical, como por exemplo, alvenaria de vedação.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, Edward. **Fundamentos da engenharia de edificação: materiais e métodos** –

5. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2013. 996p.; il; 28 cm.

BARROS, M. M. S. B.; MELHADO, S. B. **Produção de estruturas de concreto armado de edifícios**. São Paulo, 1998. Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/ PCC/04.

DA SILVEIRA, G.; BORESTEIN, D.; FOGLIATTO, F. S. **Mass customization: Literature review and research direction**, *International Journal of Production Economics*, Linkoping (Suécia), v. 72, n. 1, p. 1-13, 2001.

FACHINI, Auriciane Colzani. **Subsídio para programação da execução de estruturas de concreto armado no nível operacional**. Dissertação – São Paulo 2005. 215 f.

FAJERSZTAJN, H. **Formas para concreto armado: aplicação para o caso do edifício**. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1987. 247p.

FERREIRA, F. M. P. F. **Benefícios da aplicação da ferramenta CPM no planejamento operacional e no controle físico da produção na indústria da construção civil: sub-setor de edificações**. 2001. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **ESTAÇÃO DE TRABALHO LEAN**: Organizada para a Produtividade. [www.lean.com.br](http://www.lean.com.br). 02/01/2005.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção – 2. Ed. Ver., aum. e atual – São Paulo: Saraiva, 2005.**

NEVES, R. M.; COELHO, H. O.; FORMOSO, C. T. **Aprendizagem na implantação do PCP**. Curitiba, PR. 2002. 7p. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 22º, 2002, Curitiba. Artigo Técnico.

PASTOR, R. et al. **Tabu search algorithms for an industrial multi-product and multi-objective assembly line balancing problem, with reduction of the task dispersion**. *Journal of the Operational Research Society*, Birmingham (Inglaterra), v. 53, n. 12, p. 1317-1323, 2002.

ROCHA, Henrique Martins. **APOSTILA DA DISCIPLINA DE ARRANJO FÍSICO INDUSTRIAL**; Departamento de Engenharia de Produção. UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO 2011/1.

Salgado, Julio Cesar Pereira. **Técnicas e práticas construtivas para edificações / – 2 ed. Ver – São Paulo: Érica, 2013.**

THIOLLENT, Michel Jean-Marie. **ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO INTELECTUAL E NOVAS TECNOLOGIAS DO CONHECIMENTO**. Brasília. 1992.

**ABSTRACT:** This article aims to condense the studies on workstations and their approaches in construction with the system forms in the construction of columns, beams and slabs. An own goal, use the line-balancing methodology of operations in the assembly process and ways of disassembly system works in two vertical buildings in São Paulo / SP. The methodology to draw up an exploratory case study in two building during the period 2014, being developed and divided into 4 stages, which are: a) mapping of the construction process involving the system of forms; b) collecting the ages of macros operations that were present in the forms system; c) preparation and line balancing of workstations; d) evaluation of results. Finally the work exposes their contributions in two ways: a) present an alternative way to allocate the manpower resource in certain operations of the construction process; b) address the issue of balancing lines operations under construction, its practical focus, along with the limitations and future research recommendations.

**KEYWORDS:** Workstation, System Forms, Operations Line Balancing, Civil Construction, Planning.

## **CAPÍTULO XII**

### **FERRAMENTAS PARA REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO NA CONSTRUÇÃO CIVIL BASEADA NA TEORIA LEAN CONSTRUCTION**

---

**Daniela Matschulat Ely  
Cristine do Nascimento Mutti  
Lisiane Ilha Librelotto  
Estácio Siemann Santos Pereira**

# FERRAMENTAS PARA REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO NA CONSTRUÇÃO CIVIL BASEADA NA TEORIA LEAN CONSTRUCTION

## **Daniela Matschulat Ely**

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – Departamento de Engenharia Civil

Belo Horizonte – Minas Gerais

## **Cristine do Nascimento Mutti**

Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Engenharia Civil

Florianópolis – Santa Catarina

## **Lisiane Ilha Librelotto**

Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Arquitetura e Urbanismo

Florianópolis – Santa Catarina

## **Estácio Siemann Santos Pereira**

University of Alberta - Department of Civil and Environmental Engineering

Edmonton, Alberta

**RESUMO:** Muito se diz que a indústria da construção precisa buscar meios de aprimorar seus processos e a esse respeito algumas teorias já foram formuladas. O uso da teoria lean construction contribui na busca por melhores resultados. Essa teoria visa à redução/eliminação do desperdício e a busca pela melhoria através de onze princípios formulados por Koskela em 1992. O objetivo deste artigo é apresentar um método de intervenção para possibilitar a redução do desperdício de tempo na construção civil, gerado diretamente no trabalho da mão de obra. Apresenta uma síntese de ferramentas que permitem a aplicação de cada um dos onze princípios. Tais ferramentas podem auxiliar na redução do desperdício no dia a dia da mão de obra, nos processos de execução. A partir desta síntese, apresentada na forma de uma quadro, foi elaborado um roteiro para a aplicação destes princípios em canteiro de obras. Na implementação do roteiro constatou-se que as ferramentas envolvem custos e esforços para aplicação, cabendo a cada empresa construtora escolher as mais adequadas a sua realidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lean construction; Desperdício; Construção.

## **1. INTRODUÇÃO**

O cenário atual da construção civil, exige que seus empreendimentos sejam realizados com qualidade, dentro de prazos e custos estipulados (FACHINI; SOUZA, 2006; apud SILVEIRA; HEINECK; ALVES, 2008). As pressões sobre o setor ainda requerem que as obras consumam menos recursos, tempo e espaço, e produzam menores impactos ao meio ambiente. Contudo, a indústria reage lentamente em resposta a esses desafios (DAVE et al., 2008). Além disto, existe um aumento do nível de exigência dos clientes e reivindicações por melhoria das condições de

trabalho. (ISATTO et al., 2000).

Isso ocorre devido às descontinuidades dos processos produtivos, acarretando baixa velocidade de produção, consumo exagerado de recursos e comprometimento no cumprimento de prazos (SANTOS; HEINECK, 2004). Segundo Isatto et al. (2000), a origem desses problemas muitas vezes é gerencial. Como consequência, a indústria da construção é considerada lenta, ocasionando consumo de tempo e custo desnecessários (ALSEHAIMI; KOSKELA, 2008a apud ALSEHAIMI, TZORTZOPOULOS e KOSKELA, 2009).

No modelo tradicional dominante da construção civil, o fluxo físico do processo, considera apenas as atividades de conversão em sua composição e o fluxo de materiais e mão de obra não são analisados explicitamente. Desta forma assume-se que a melhoria do valor do produto decorre do emprego de materiais e mão de obra mais qualificada (ISATTO et al., 2000).

De acordo com Koskela (1992) é notório que a produtividade e a segurança do setor da construção é menor do que o de outras indústrias, pois nem sempre a mão de obra é especializada e na quantidade requerida. Outra diferença é a divisão entre serviços e equipes, ou seja, cada equipe realiza um tipo de trabalho favorecendo a descontinuidade (monovalência por segregação de funções), existência de tempo de espera entre atividades e transferência de defeitos entre serviços – efeito cascata no desperdício (TAVARES et al., 2004).

Davis, Aquilano e Chase (2001) listam alguns fatores internos que podem afetar a capacidade de uma empresa, como o projeto de produto e serviço, pessoal e empregados (treinamento do trabalhador, motivação, aprendizado, satisfação no emprego e outros), capacidade de manutenção de equipamentos, administração de materiais, sistemas de controle de qualidade e capacidade de administração.

Constantemente os problemas existentes na construção são arrojados à mão de obra, rotulada como displicente e incapaz, mas, inúmeras vezes, a origem da ineficiência é decorrente da falta de instruções, ferramentas, materiais e/ou condições apropriadas para a execução dos seus serviços (HANDA, 1988 apud SAURIN; FORMOSO, 2006), ou seja, existe uma deficiência de planejamento (SAURIN; FORMOSO, 2006).

Em uma pesquisa realizada na cidade de Florianópolis-SC, constatou-se que 14,22% do tempo gasto pelos operários na construção era empregado em atividades improdutivas, ou seja, retrabalhos, paradas sem motivo e paradas por falta de material (LIBRELOTTO et al., 2000). Já em uma pesquisa feita por Santos, Neto e Santos (2008) de acordo com a literatura estrangeira apenas 33% do tempo da mão de obra são utilizados em atividades produtivas, 33,5% são consumidos em atividades auxiliares e 33,5% em atividades improdutivas.

Ultimamente os conceitos e técnicas de planejamento, programação e controle da produção, originários das aplicações em fábricas, passaram a ser também utilizados no setor de serviços em empresas como construtoras, bancos, escolas, lanchonetes, que estão sendo tratadas como fabricantes de serviços. Tais empresas passam a cumprir uma série de funções operacionais como: projeto de produto, controle de estoque, recrutamento e treinamento, com a finalidade de

aprimorar seus processos e produtos (BARROS FILHO; TUBINO, 1998 apud TAVARES et al., 2004). Uma das maneiras mais eficientes de dirigir os processos produtivos é a adaptação a filosofias gerenciais, como a lean construction (COSTA et al., 2005). Desta forma, práticas podem ser entendidas e problemas resolvidos (LOVE et al., 2002; WING et al. 1998 apud ALSEHAIMI; TZORTZOPOULOS; KOSKELA, 2009).

A prática lean “é uma forma de inovar, aprender, provocar permanentemente a iniciativa dos trabalhadores, a fim de buscarem milhares de soluções para pequenos problemas do dia a dia” (HEINECK et al., 2009).

## 2. DESPERDÍCIO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Ao se falar em desperdício na construção civil, a primeira coisa que vem à mente são os entulhos, materiais que não podem ser reaproveitados, como restos de madeira, argamassa, blocos e outros. Mas esse conceito não é apropriado, pois com ele assume-se que uma empresa sem entulho é eficiente, sem espaço para melhorias (ISATTO et al., 2000).

Quando se fala em desperdício, além de perda de materiais deve-se pensar no fator tempo, por exemplo, consumido por um empregado parado à espera de um material que não está disponível no seu posto de trabalho (LIMA, PAULINO e OLIVEIRA 2003).

As atividades de produção podem ser classificadas como as que agregam valor e que não agregam valor. As atividades que agregam valor são aquelas que transformam o material e/ou a informação naquilo que é requerido pelo cliente. Já as atividades que não agregam valor (também chamadas de desperdício) são as que exigem o tempo, recursos ou o espaço, mas que não acrescentam valor à obra (KOSKELA, 1992).

Segundo Santos et al. (2000), as atividades também podem ser classificadas como:

- ✓ atividades de conversão - são aquelas onde ocorre o processamento dos materiais transformando-os em produtos acabados. São elas que normalmente agregam valor ao produto, pois transformam a matéria-prima naquilo que o cliente deseja. Atividades como retrabalho, apesar de propiciarem a transformação, não agregam valor.

- ✓ atividades de fluxo - aquelas em que não há transformação do produto como inspeção, movimento e espera dos materiais. Geralmente elas não são levadas em conta na hora do planejamento, ou seja, são negligenciadas na construção civil.

As perdas são consequência de processos com qualidade deficiente; logo, para melhorar o processo é preciso melhorar as atividades de conversão e tentar eliminar as atividades de fluxo (FORMOSO et al., 1997). De acordo com Liu e Ballard (2009) os atrasos no fluxo de processos ocorrem, geralmente, devido ao não seguimento do planejamento, planejamento ineficaz, planejamento de

atividades além da capacidade, atraso na entrega de materiais, más condições de trabalho e tempo.

### 3. LEAN CONSTRUCTION

Nos anos 90 uma adaptação dos princípios lean production (produção enxuta), serviu para a construção de um novo referencial teórico na gestão de processos na construção civil, a lean construction (KOSKELA, 1992). Essa teoria também incorpora o conceito de gerenciamento de obras, objetivando a racionalização de processos e estudos (LIMA; UGULINO, 2009).

Para uma utilização dos conceitos lean na construção civil, Koskela (1992), listou onze princípios:

- 1 - reduzir atividades que não agregam valor;
- 2 - melhorar o valor do produto de acordo com as exigências do cliente;
- 3 - reduzir a variabilidade;
- 4 - reduzir o tempo de ciclo;
- 5 - simplificar e minimizar o número de etapas e componentes;
- 6 - melhorar a flexibilidade de saída;
- 7 - aumentar a transparência do processo;
- 8 - ter foco no controle sobre todo processo;
- 9 - buscar a melhoria contínua no processo;
- 10 - balancear a melhoria do fluxo com melhoria de conversão;
- 11 - benchmark.

A utilização da lean construction, proporciona uma solução apropriada para os problemas do setor, pois utiliza pouca tecnologia de hardware e software no que diz respeito à máquinas, robôs, sistemas computacionais de gestão e automação, preferindo soluções simples, baseadas no uso da mão de obra (HEINECK; MACHADO, 2002). O foco dessa teoria é a redução de desperdício, maximização do valor e melhoria contínua (SACKS et al., 2008) sem ocasionar em aumento de custos ou perda de qualidade (SHIMIZU; CARDOSO 2002:2 apud GARRIDO; PASQUIRE; THORPE, 2009). Para isso, a construção enxuta procura dinamizar o desempenho do planejamento e controle da produção objetivando a geração mínima de desperdício e majoração da agregação de valor (ABDELHAMID et al., 2009).

Segundo Heineck et al. (2009b), a prática desta filosofia de gestão tem como objetivo a eliminação de erros e desperdícios, levando em consideração perda de tempo, satisfação do cliente, energia gerencial e desgaste das relações humanas (HEINECK et al., 2009b).

A implementação da nova filosofia pode ser iniciada com diferentes níveis de ambição. É uma mudança multidimensional e processo de aprendizagem que pode ser iniciado pela seleção de poucos princípios e técnicas. Se estes são institucionalizados com sucesso, a adoção de outros princípios será mais facilmente aceita (KOSKELA, 1992, p. 56-57)

As melhorias, segundo essa teoria, seguem a seguinte diretriz: começar, definir os processos, medir os processos, encontrar e priorizar o potencial da melhoria, implementar melhorias e acompanhar o progresso (IMAI, 1986; ROBSON, 1991; PLOSSL, 1991; KOBAYASHI, 1990; HARRINGTON, 1991; KAYDOS, 1991; RUMMLER; BRACHE, 1991; CAMP, 1989; MORAN et al. 1991 apud KOSKELA 1992).

Dentre os tipos de desperdício existentes o que é considerado mais importante é o desperdício de tempo, pois um material desperdiçado pode ser reciclado, mas o tempo não volta mais. A filosofia lean preocupa-se com o tempo entre as etapas de um processo, buscando sincronia e criação de uma conexão entre as atividades (HEINECK et al., 2009).

#### 4. DESPERDÍCIO E A MÃO DE OBRA

O objetivo deste artigo é apresentar o método de intervenção para possibilitar a redução do desperdício de tempo na construção civil, gerado diretamente no trabalho da mão de obra. Para tanto foi criado, sob a ótica da lean construction, um quadro, com ferramentas que indicam um caminho para resolver o problema deste consumo desnecessário de tempo. Essas ferramentas são diretrizes, métodos e técnicas que ajudam a direcionar as ações de gestores, engenheiros e mão de obra, a mensurar e conduzir os processos de maneira mais eficiente. Com elas, foi elaborado e testado um roteiro para a aplicação, em obra, a fim de estudar os aspectos do processo, transformação, fluxo e valor.

##### 4.1 Ferramentas para aplicação dos princípios da lean construction

Para a aplicação dos princípios da lean construction no dia a dia da mão de obra foi criado o quadro 1, com ferramentas disponíveis na literatura, que possibilitam a aplicação em obra. Nesse quadro, é especificado “o que” é analisado e “como” cada princípio pode ser atendido.

Quadro 1 - Sugestão de ferramentas para aplicação dos princípios lean construction

1 Reduzir a parte de atividades que não agregam valor	
O que analisar	Como analisar
- Atividades	- Mapeamento do fluxo de valor - Carta de processo - Identificação de atividades facilitadoras - Last planner - Mapofluxograma - Fluxograma - Classificação das atividades
2 Melhorar o valor do produto de acordo com as exigências do cliente	
O que analisar	Como analisar

- Necessidade dos clientes	- QFD - Trilogia de Juran - Entrevista - Feedback - Lista de verificação
<b>3 Reduzir a variabilidade</b>	
O que analisar	Como analisar
- Produtividade - Desperdício - Qualidade final	- PDCA - PCP - Compatibilização de projetos - FMEA - CEP - 6 sigma - Diagrama de sequência
<b>4 Reduzir o tempo de ciclo</b>	
O que analisar	Como analisar
- Atividades	- PCP - Kanban - 5S - Treinamento funcional - Células de trabalho - Andon - Diagrama de sequência - Diagrama homem-máquina
<b>5 Simplificar e minimizar o número de etapas e componentes</b>	
O que analisar	Como analisar
- Organização	- PCP - Kanban - Layout - Andon - Diagrama de sequência
<b>6 Melhorar a flexibilidade de saída</b>	
O que analisar	Como analisar
- Equipe de trabalho	- Descrição de competência - Dimensionamento de equipe - Treinamentos para formação de polivalência - FMEA
<b>7 Aumentar a transparência do processo</b>	
O que analisar	Como analisar
- Processo	- Layout - Gestão da comunicação em obra - Controle do cronograma da obra - Indicadores de desempenho - Last planner - 5S - ISO 9000 - PBQP-H - Controle do consumo de mão de obra - Andon - Diagrama homem-máquina
<b>8 Foco no controle sobre o todo processo</b>	

O que analisar	Como analisar
- Qualidade - Custo - Entrega - Moral - Segurança	- Last planner - AV - NR 7 - NR 18 - Entrevista - Amostragem por atributo - CEP
<b>9 Buscar a melhoria contínua no processo</b>	
O que analisar	Como analisar
- Análise do processo	- Diagrama causa e efeito - PDCA - CEP - ISO 9000 - PBQP-H
<b>10 Balancear a melhoria do fluxo com melhoria da conversão</b>	
O que analisar	Como analisar
- Processo	- Avaliação de desempenho
<b>11 Benchmark</b>	
O que analisar	Como analisar
- Concorrência - Equipe de trabalho	- Análise de mercado - Indicadores de desempenho - Entrevista

A filosofia lean construction está em constante evolução e aperfeiçoamento. Existem várias possibilidades de aplicação de seus princípios e, esta é apenas uma delas. As ferramentas para intervenção em obra apresentadas nem sempre exigem grandes investimentos financeiros e para que possam atingir seus objetivos; é necessário disposição e colaboração dos administradores e de sua equipe.

#### 4.2 Roteiro para a aplicação das ferramentas

Algumas ferramentas foram selecionadas e, formulou-se um roteiro para a aplicação em obra. A escolha dessas ferramentas é apenas uma possibilidade e outras podem ser utilizadas, constituindo-se em um método de aplicação aberto. Os clientes beneficiados, pelos princípios da lean construction, são os clientes internos, ou seja, a mão de obra. Os procedimentos de execução servem para regulamentar e ajudar a controlar a execução dos serviços.

Depois da identificação das ferramentas, um roteiro genérico foi elaborado para ser aplicado nos serviços da construção civil. As ferramentas utilizadas para este roteiro foram escolhidas devido à simplicidade de aplicação e baixo custo de implantação. São elas:

a) Fluxograma das atividades: permite uma visualização clara das atividades que fazem parte de cada serviço. De acordo com a classificação das atividades pode-se eliminar ou transferir a responsabilidade da execução das atividades que não agregam valor e auxiliares respectivamente.

Passos:

- Desenho do fluxograma do estado atual;
- Estudo das atividades que compõem o serviço de acordo com a classificação das atividades;

- Desenho do novo fluxograma;

b) Classificação das atividades: categorizar as atividades quanto à sua agregação ou não de valor ao produto. Com isso é possível a escolha de prioridades na implementação de melhorias.

Passos:

- Identificar as atividades que compõem o serviço;
- Classificar essas atividades.

c) CEP (controle estatístico do processo): através dele são adquiridos índices de desempenho que servem como parâmetro de comparação com outras construtoras e benchmarking para a eficiência de melhorias implantadas.

Passos:

- Coletar dados de produtividade;
- Encontrar as linhas de produtividade limites da normalidade;
- Verificar se a produtividade se encontra dentro dos limites estabelecidos;
- Verificar, se necessário for, as causas pelas quais a produtividade ultrapassa os limites inferior e superior;
- Executar, se necessário, medidas corretivas.

d) Indicadores de desempenho: com eles é possível fazer uma comparação do desempenho da construtora frente aos concorrentes. Para isso podem ser consultadas pesquisas acadêmicas, TCPO e SINAPI.

Passos:

- Consultar índices de desempenho disponíveis;
- Verificar motivo da divergência;
- Procurar meios de atingir índices melhores.

e) Lista de verificação: tem como finalidade evidenciar as condições do serviço e da obra. Ela deve ser formulada preferencialmente de acordo com as exigências dos clientes e com as normas regulamentadoras do serviço.

Passos:

- Identificar normas ou boas práticas para a realização do serviço;
- Listar as necessidades dos clientes (internos e externos);
- Confeccionar a lista de verificação;
- Aplicar a lista de verificação;
- Melhorar o que não está de acordo com o desejado.

f) Entrevista: o seu objetivo é saber o posicionamento do empregado quanto a seu ambiente de trabalho, forma de execução e satisfação com o serviço.

Passos:

- Formular um questionário que consiga extrair do entrevistado o que é valor para ele;
- Ir à obra entrevistar os empregados;
- Tentar fornecer para o cliente o que é valor.

g) PCP (planejamento e controle da produção): com ele se pretende otimizar o fluxo de materiais, equipamentos e pessoas. Esclarece como o trabalho deve ser feito, o que deve ser feito, por quem deve ser feito e como deve ser controlado.

Passos:

- Verificar as condições do ambiente de trabalho do dia posterior;
- Planejar a quantidade de serviço a ser realizada no dia seguinte;
- Informar a demanda de materiais, para que sejam entregues no local da realização do serviço;
- Verificar, se necessário for, a causa do não cumprimento das metas;
- Coletar índices de produtividade.

h) Descrição de competência: serve para delimitar o que se espera que o empregado realize em seu serviço. Qualquer atividade realizada a mais é considerada desperdício.

Passos:

- Elaborar um documento que explicita quais são as funções de cada pessoa;
- Fiscalizar para que os empregados só realizem as atividades que lhes foram designadas.

i) Layout: através do desenho de uma planta, busca a organização do posto de trabalho, explicitando onde devem ficar as ferramentas, materiais e rejeitos. Desta forma será possível a padronização dos postos de trabalho.

Passos:

- Mapear locais de trabalho;
- Desenhar o layout adequado;
- Aplicar o layout.

j) Treinamento funcional: serve para instruir os empregados quanto à realização de seu serviço, qualificando-os e propiciando o aumento da produtividade.

Passos:

- Explicar como funciona o PCP;
- Explicar ao empregado que ele só deve desempenhar as funções previstas na descrição de competência do seu cargo;
- Explicar como o serviço deve ser feito.

Para que a construção civil melhore seus índices de desempenho é importante que as construtoras tenham a consciência de que a execução dos serviços deve ser controlada, já que um serviço mal realizado prejudica os subsequentes com efeito cumulativo. A produtividade é um indicador dependente das condições em que o cliente interno (executor do serviço) recebe o ambiente de trabalho, matéria-prima, ferramentas, mão de obra auxiliar, comunicação, segurança e motivação decorrente de sua satisfação com as condições de trabalho (remuneração, ambiente agradável e salutar de trabalho, bom relacionamento com os colegas e superiores, perspectiva de ascensão profissional, dentre outros).

## 5 CONCLUSÃO

Neste artigo buscou-se meios para atender aos preceitos da filosofia lean construction, visando à criação de uma metodologia para reduzir os desperdícios através da sugestão e/ou implantação da otimização dos serviços no dia a dia da mão de obra, atender as necessidades dos clientes (nesse caso, os oficiais) e a busca contínua pela perfeição.

As ferramentas identificadas podem gerar diferentes níveis de custos e esforços para aplicação, a escolha da ferramenta a ser utilizada depende do grau de desenvolvimento da empresa, disponibilidade de funcionários e dinheiro a ser investido.

Para a elaboração do roteiro foram escolhidas ferramentas que não consumiam muito tempo e recursos financeiros. A gestão por meio da combinação de ferramentas desse roteiro é apenas uma possibilidade. Outras formulações podem ser usadas, gerando uma nova combinação de acordo com os objetivos pretendidos pela empresa. Nem sempre as sugestões indicadas são as mais eficientes do ponto da filosofia lean construction, mas algumas delas são necessárias na busca de um objetivo maior, ou seja, a redução do desperdício e a perfeição.

Com a aplicação do roteiro formulado, as construtoras podem visualizar claramente as etapas componentes do desenvolvimento de seu produto. Desta forma, criam-se condições para correções e aprimoramento das técnicas utilizadas, já que conhecer profundamente seus processos é caminho para a competência.

Iniciar investigações pontuais de tamanho reduzido (focando e poucos serviços pelo estabelecimento de prioridades) fornece a empresa resultados que podem ser visualizados mais facilmente, gerando motivação para disseminação dos preceitos da filosofia lean construction em toda a empresa. Logo, a construtora pode se tornar mais organizada, produtiva, lucrativa, ambientalmente correta e eficiente. Cabe ressaltar que após a fase inicial de melhoria dos processos é necessário expandir os conceitos para a empresa como um todo.

## REFERÊNCIAS

Abdelhamid, T. S. et al. **Working through unforeseen uncertainties using the ooda loop: an approach for self-managed construction teams.** In: 17th International Group for Lean Construction, Taipei, p.573-582, 13-19 July 2009. Disponível em: <<http://www.iglc.net/conferences/2009/papers/>>. Acesso em: 01 abr. 2010.

ALSEHAIMI, A.; TZORTZOPOULOS, P.; KOSKELA, L. **Last planner system: experiences from pilot implementation in the middle east.** In: 17th International Group for Lean Construction, Taipei, 13-19 July 2009. p. 53-66. Disponível em: <<http://www.iglc.net/conferences/2009/Papers/>>. Acesso em: 01 abr. 2010.

COSTA, A. C. F. et al. **Gestão dos fluxos físicos nos processos construtivos de canteiros de obras - edificações**. In: IV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e I Encuentro Latino-americano de Gestión y Economía de la Construcción, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <[www.infohab.org.br](http://www.infohab.org.br)>. Acesso em: 10 jun. 2010.

DAVE, B. et al. **A critical look at integrating people, process and information systems within the construction sector**. In: 16th International Group of Lean Construction, Manchester, 16-18 July 2008. p.795-808. Disponível em: <[http://www.iglc.net/conferences/2008\\_Manchester/ConferencePapers/](http://www.iglc.net/conferences/2008_Manchester/ConferencePapers/)>. Acesso em: 19 out. 2009.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.  
FORMOSO, C. T. et al. **As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor**. Egatea: Revista da Escola de Engenharia, v.25, n. 3, Porto Alegre, p. 45-53, 1997. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/biblioteca\\_resultado.aspx](http://www.infohab.org.br/biblioteca_resultado.aspx)>. Acesso em: 27 abr. 2009.

GARRIDO, J. S.; PASQUIRE, C.; THORPE, T. **Value in construction from a lean thinking perspective: current state and future development**. In: International Group for Lean Construction, Taipei, 13-19 July 2009. p. 281-294. Disponível em: <<http://www.iglc.net/conferences/2009/Papers/>>. Acesso em: 01 abr. 2010.

HEINECK, L. F. M. et al. **Introdução aos conceitos Lean: visão geral do assunto**. Fortaleza: Expressão Gráfica, v.1, 2009.

HEINECK, L. F. M.; MACHADO, R. L. **A geração de cartões de produção na programação enxuta de curto prazo em obra**. In: 2º Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, Fortaleza, 2001. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/biblioteca\\_resultado.aspx](http://www.infohab.org.br/biblioteca_resultado.aspx)>. acesso em: 10 jun. 2010.

ISATTO, E. L.; et al. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction. Technical Report #72**. Department of Civil Engineering, Stanford University, California, 1992. Disponível em: <<http://laurikoskela.com/papers.asp>>. Acesso em: 17 jun. 2009.

LIBRELOTTO, L. I. et al. **Análise do emprego dos tempos de mão de obra utilizando a técnica de amostragem do trabalho**. In: VIII Encontro Nacional de Tecnologia do

Ambiente Construído - III ENTAC, Salvador, 2000. Disponível em: <[www.infohab.org.br](http://www.infohab.org.br)>. Acesso em: 13 abr. 2010.

LIMA, G. J. F. de; PAULINO, A. A. D.; OLIVEIRA, M. L. L. de. **O desperdício na construção civil do Rio Grande do Norte: um estudo de caso em revestimento cerâmico**. In: III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, São Carlos, 2003. Disponível em: <[www.infohab.org.br](http://www.infohab.org.br)>. Acesso em: 07 jan. 2010.

LIMA, A. da C.; UGULINO, J. M. **Implementação do conceito de célula móvel de produção no ambiente da construção civil**. In: VI Simpósio Brasileiro de Gestão da Economia da Construção, João Pessoa, 21-23 out., 2009.

LIU, M.; BALLARD, G. **Factors affecting work flow reliability – A case study**. In: 17th International Group for Lean Construction, Taipei, 13-19 July 2009. p.177-186. Disponível em: <<http://www.iglc.net/conferences/2009/Papers/>>. Acesso em: 01 abr. 2010.

SACKS, R. et al. **Analysis framework for the interaction between lean construction and building information modelling**. In: 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Taipei, 13-19 July 2009. p. 221-234. Disponível em: <<http://www.iglc.net/conferences/2009/Papers/>>. Acesso em: 01 abr.2010.

SANTOS, A. et al. **Método de intervenção para a redução de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.

SANTOS, D. de G.; HEINECK, L. F. M. **Metodologia para identificação ou incorporação de atividades facilitadoras para continuidade dos processos de produção, utilizando-se de ferramentas gerenciais visuais: estudo de caso na construção civil**. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 3-5 nov., 2004.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos. Recomendações Técnicas HABITARE**. In: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v.3, Porto Alegre, 2006.

SILVEIRA, R. F.; HEINECK, L. F. M.; ALVES, T. da C. L. **A perspectiva estratégica do projeto de produção para obras de construção civil**. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 7-10 out., Fortaleza, 2008.

TAVARES, C. B. P. et al. **A constituição de células de trabalho na programação de obras em edifícios**. In: I Conferencia Latino-Americana de Construção sustentável, X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, 2004. Disponível em: <[www.infohab.org.br](http://www.infohab.org.br)>. Acesso em: 10 jun. 2010.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão de bolsa e incentivo a pesquisa.

**ABSTRACT:** Much has been said that the construction industry must seek ways to improve processes. Some theories regarding this subject have been formulated. In order to assist the sector in the search for better results, the application of the lean construction theory has been intensified. This theory aims at the reduction/elimination of waste in building sites and the continuous search for improvement. In the development of this theory for the construction sector, eleven principles were formulated by Koskela in 1992. In this study a framework was created, where tools from the literature for the application of each of these principles were selected. These could help in reducing waste in construction processes. From this research a structure was prepared for implementing these tools at construction sites. In the application in a building site, it was verified that these tools may require a wide variety of costs and efforts. Each construction company must choose the most appropriate one to their reality.

**KEYWORDS:** Lean construction; Waste; Construction.

## **CAPÍTULO XIII**

### **GESTÃO INTERDISCIPLINAR DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO A PARTIR DA INTEGRAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN AO BUILDING INFORMATION MODELING**

---

**Daniel Luiz de Mattos Nascimento  
Elisa Dominguez Sotelino  
Rodrigo Goyanes Gusmão Caiado  
Paulo Ivson  
Pedro Saieg Faria**

## GESTÃO INTERDISCIPLINAR DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO A PARTIR DA INTEGRAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN AO BUILDING INFORMATION MODELING

### **Daniel Luiz de Mattos Nascimento**

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

Rio de Janeiro - Rio de Janeiro

### **Elisa Dominguez Sotelino**

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

Rio de Janeiro - Rio de Janeiro

### **Rodrigo Goyanes Gusmão Caiado**

Universidade Federal Fluminense (UFF), Departamento de Sistemas de Gestão Sustentáveis.

Niteroi - Rio de Janeiro

### **Paulo Ivson**

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Departamento de Informática.

Rio de Janeiro- Rio de Janeiro

### **Pedro Saieg Faria**

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

Rio de Janeiro- Rio de Janeiro

**RESUMO:** Propor uma metodologia para gestão interdisciplinar de projetos de construção por meio da integração de princípios e funcionalidades da filosofia Lean ao Building Information Modeling (BIM) dentro do Plan-Do-Check-Act (PDCA) no planejamento e controle da construção. A etapa inicial de elaboração da pesquisa é documental e bibliográfica do estado da arte de BIM e Lean, com caráter qualitativo. Em seguida, um estudo experimental é realizado em projetos de construção em que é avaliada na prática a aderência dos princípios da filosofia Lean e a funcionalidade do BIM nas etapas do PDCA da construção e montagem. O valor do trabalho está na avaliação de quais princípios das práticas Lean e BIM são mais utilizadas nas etapas do PDCA não somente através de um referencial teórico, mas também por meio da aplicação e validação da metodologia desenvolvida em um estudo empírico real. O estudo contribui para uma visão sistêmica do processo de melhoria contínua, sob a ótica de Materiais, Pessoas, Processo e Tecnologia, além de auxiliar as empresas e a academia na gestão das mudanças. A pesquisa contribui para previsibilidade no planejamento de modo a torná-lo mais aderente ao realizado, melhorar a integração entre as partes interessadas do projeto, aumentar utilização de princípios e ferramentas de Lean e BIM.

**PALAVRAS-CHAVE:** BIM, Construção, Interdisciplinaridade, Lean, PDCA.

## 1. INTRODUÇÃO

A gestão da construção em empreendimentos tem a necessidade de integrar processos, tecnologias e pessoas em prol de objetivos estratégicos. De acordo com Sacks et. al. (2010) e Formoso (2000), as funcionalidades e princípios Building Information Modeling (BIM) e Lean Thinking estão efetuando mudanças fundamentais na Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO). Durante as duas últimas décadas, tornou-se uma característica inata do processo de projeto na indústria da construção, a fim de melhorar a qualidade da documentação que é produzida, bem como a construtibilidade (WANG et al. 2013).

Além de impactos em curto prazo sobre a produtividade e qualidade, BIM permite processo fundamental de gestão em projetos, pois fornece os insumos necessários para orquestração de uma intensa pluralidade e quantidade de informações, que é um princípio fundamental da produção enxuta (WOMACK; JONES, 2003). Para Arayici et al. (2010), as empresas de construção estão enfrentando barreiras e desafios na adoção de BIM, visto que não há nenhuma orientação clara ou melhores estudos práticos para que estas possam aprender e reforçar suas capacidades no uso de BIM, a fim de aumentarem sua produtividade, eficiência, qualidade e para o alcance de vantagens competitivas no mercado global e de metas em sustentabilidade organizacional.

Mudanças no projeto são inevitáveis devido à natureza iterativa e exploratória de projeto, no qual o conteúdo e a estrutura não são estáticos, mas sujeitos a mudanças contínuas mesmo depois que a construção começou, particularmente em projetos acelerados (fast-track). Assim, a gestão bem-sucedida de mudanças no projeto é fundamental para a entrega eficiente de projetos de construção e por isso o BIM é vislumbrado a desempenhar um papel importante na identificação dos impactos das alterações do projeto e no projeto de integração, construção e instalação (PILEHCHIAN et al. 2015).

O potencial do Building Information Modeling para apoiar uma transformação dos processos de projeto e construção tem sido evidente, considerando que o BIM é útil para melhorar a qualidade do projeto, eliminando conflitos e reduzindo o retrabalho e é mais frequentemente percebida como uma ferramenta para visualização e coordenação do trabalho na indústria AECO, evitando erros e omissões, melhorando a produtividade e apoiando a gestão da programação, da segurança, do custo e da qualidade em projetos de construção (CHEN; LUO, 2014).

Entretanto, Dave et al. (2015) afirmam que para promover unificação entre processos, tecnologias e pessoas são necessários sinergismos entre princípios BIM e Lean. Assim sendo, o Lean Thinking (pensamento enxuto), oferece uma metodologia para fazer mais com menos - menos esforço humano, menos equipamento, menos equipe, e menos espaço - a fim de alcançar o que os clientes realmente querem e resultar na eliminação de desperdício através de processos mais eficientes que geram as competências essenciais que o cliente valoriza

(COMM; MATHAISEL, 2006).

Conforme Sacks et al. (2010), o Lean Thinking e o BIM são iniciativas bastante diferentes e no atual estágio de ambas é provável que a maioria das empresas e profissionais ainda estejam na curva de aprendizado. Entretanto, se a sinergia tornar-se devidamente compreendida e se essas áreas estiverem enraizadas na compreensão conceitual da teoria da produção, essas interações serão exploradas para melhorar processos de construção (mudanças em processos de informação e de materiais).

A gestão de grandes empreendimentos e ativos de plantas industriais na área de construção envolve o uso de inúmeros sistemas computacionais e de materiais, exigindo sinergismos entre diversas disciplinas e competências de áreas diversas. Assim sendo, esta pesquisa objetiva propor uma metodologia para gestão interdisciplinar de projetos de construção, por meio da compatibilização de princípios e funcionalidades do Lean Thinking ao BIM dentro do PDCA na gestão visual da construção. Desta forma, foi possível adaptar e desenvolver integrações de sistemas para aplicar o novo modelo Digital Obeya Room. A partir da metodologia proposta na forma de uma estrutura gerencial, busca-se replicar as análises em outros projetos de natureza semelhante.

O artigo está estruturado da seguinte forma: primeiro, há uma breve visão do contexto do BIM e do Lean Thinking em projetos de construção, definem-se a relevância do tema e o objetivo do estudo. Na Seção 2 destacam-se as principais definições existentes na literatura, princípios do Lean Thinking e funcionalidades BIM, seus sinergismos e desafios de implementação. Os procedimentos metodológicos utilizados na revisão da literatura e as etapas do estudo empírico em projetos de construção são discutidos na Seção 3. Os resultados do estudo aplicado são analisados na Seção 4, em que sob a ótica de Materiais, Pessoas, Processo e Tecnologia há a avaliação de quais princípios das práticas Lean e BIM são mais utilizadas nas etapas do PDCA do projeto. Por fim, a Seção 5 apresenta as principais conclusões e contribuições da pesquisa.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Cenário e Funcionalidades BIM**

Conforme o glossário do manual de BIM escrito por Eastman et al. (2008), define-se BIM como “um verbo ou frase adjetiva para descrever ferramentas, processos e tecnologias que são facilitadas por documentação digital de leitura ótica sobre empreendimentos, seu desempenho, seu planejamento, sua construção, e mais tarde sua operação”. O BIM tem o potencial de ser o catalisador para gerentes de projeto, para reengenharia de seus processos, para melhor integrar as diferentes partes interessadas nos modernos projetos de construção, e essa reengenharia é comparada a uma transição para aplicar os princípios Lean

(BRYDE et al., 2013).

Segundo Arayici et al. (2011), a implementação do BIM deve ter uma abordagem bottom-up, ao invés de uma abordagem top-down, a fim de: envolver as pessoas na adoção, assegurar o aumento das competências e da compreensão das pessoas e que empresas construam suas capacidades, aplicar estratégias de gerenciamento de mudanças bem-sucedidas, e diminuir qualquer potencial resistência à mudança. Segundo Arayici et al. (2011), os sete pilares de uma estratégia de implementação BIM são: eliminar o desperdício, aumentar o feedback, analisar decisões até alcançar o consenso, entrega rápida, construir na integridade, capacitar a equipe e ver o todo.

Por outro lado, Eastman et al. (2008) e Sacks et al. (2010) propõem os seguintes aspectos relevantes da funcionalidade que a tecnologia BIM fornece para compilação, edição, avaliação e relato de informações sobre projetos de construção:

- a) Visualização 3D (por estética e avaliação funcional);
- b) Geração rápida de múltiplas alternativas de projeto;
- c) Uso de dados do modelo para análise preditiva do edifício (análise preditiva do desempenho, estimativa de custos automatizado e avaliação da conformidade ao valor do cliente);
- d) Manutenção de informação e integridade do modelo (fonte de informação única, verificação de conflito automatizada);
- e) Geração automática de desenhos e documentos;
- f) Colaboração no projeto e construção (edição multiusuário de um modelo de disciplina única, visualização multiusuário de modelos multidisciplinares separados ou mesclados);
- g) Geração e avaliação rápidas de alternativas de planos de construção (geração automática de tarefas de construção, simulação do processo de construção, visualização 4D de cronogramas de construção);
- h) Comunicação baseada em objeto online/eletrônico (visualização do estado do processo, comunicação on-line de informações de produto e processo, fabricação controlada por computador, integração com o banco de dados de parceiro do projeto – cadeia de suprimentos, provisão do contexto para estado da coleta de dados no local/fora do local);
- i) Transferência de informação direta para apoio a fabricação controlada por computador.

## **2.2 Contexto e Princípios Lean Thinking**

Para Aziz e Hafes (2013), desde a década de 1950, a produção lean ou princípios do sistema de produção Toyota evoluíram e foram implementados com sucesso pela Toyota Motor Company, sendo formado por duas concepções pilares: (1) fluxo Just-in-Time (consiste em produzir de acordo com a demanda) e (2) Autonomia ou Jidoka (separação homem-máquina, em que um operador gere

várias máquinas).

O Lean Construction tem usado os mesmos princípios do Lean Production a fim de reduzir o desperdício e aumentar a produtividade e a eficácia em projetos de construção (AZIZ; HAFES, 2013). Koskela (1992) fez uma adaptação do conceito do Lean Production para a indústria da construção e apresentou um novo paradigma de gestão da produção em que esta pode ser conceituada de três formas complementares: (1) Transformação, (2) Fluxo e (3) geração de Valor, (TFV), a teoria da produção. De acordo com o autor, o Lean Thinking pode ser resumido em onze princípios, mas conforme observado em Sacks et al. (2010) houve um incremento para dezesseis:

- a) Redução da variabilidade;
- b) Redução número de ciclos;
- c) Redução do tamanho da amostra;
- d) Aumento de flexibilidade;
- e) Seleção de um método apropriado de controle de produção;
- f) Padronização;
- g) Instituição de melhoria contínua;
- h) Uso de gerenciamento visual;
- i) Projeto do sistema de produção para fluxo da cadeia de valor;
- j) Garantia da captura compreensiva de requerimentos;
- k) Foco na seleção de conceitos;
- l) Garantia de requerimentos de fluxo operacional;
- m) Verificação e validação;
- n) Vá e veja você mesmo (Gemba);
- o) Decisão por consenso, considerando todas as opções;
- p) Cultivo de uma extensiva rede de parceiros.

### 2.3 Sinergismos entre BIM e Lean Thinking

Conforme Olatunji (2011), o BIM tem sido associado ao desenvolvimento de abordagens lean para a gestão de projetos, assim como a colaboração avançada e o compartilhamento de informações podem contribuir para o objetivo da gestão lean de eliminar desperdícios.

Para Sacks et al. (2009), embora os conceitos de BIM e Lean Construction sejam independentes e separados, existem sinergias entre eles que se estendem além da natureza da maturidade de suas abordagens contemporâneas, mas sua adoção paralela no estado da arte das práticas da construção é uma fonte potencial de confusão quando se avaliam seus impactos e eficácia. O Lean Construction é uma abordagem conceitual para gestão da construção e de projetos e BIM é uma tecnologia da informação transformadora (SACKS et al. 2010).

Desta forma, conforme Dave et al. (2015), tem-se discutido o potencial sinérgico de construção enxuta e BIM em todo o ciclo de vida do projeto. Enquanto estas sinergias têm sido realizadas em implementações e projetos individuais, não

existe uma estratégia de exploração sistemática, e há uma carência de tecnologias ou sistemas de integração que ajudam a concretizar estas sinergias.

### **3. MÉTODO PROPOSTO**

A abordagem é exploratória porque objetiva levantar informações sobre funcionalidades BIM e princípios Lean mais relevantes para aplicação em projetos de construção, a fim de identificar o grau de maturidade da aplicação desses conceitos no PDCA da gestão visual. É também descritiva porque busca revelar como as informações podem ser apresentadas e seus reflexos para ambientes semelhantes. É quali-quantitativo, pois há um estudo experimental em que é desenvolvido software técnico-científico Digital Obeya Room e aplicado em projetos de construção, avaliado por meio de grupo focal com colaboradores e análise via estatística descritiva para representar grau de utilização e benefícios dos 25 princípios levantados na literatura (9 funcionalidades do BIM e 16 princípios do Lean), reduzindo-se para os 10 mais proeminentes consumidos no experimento.

#### **3.1. Etapas do método**

A etapa inicial de elaboração do artigo é a pesquisa documental e bibliográfica do estado da arte de BIM e Lean, com caráter qualitativo, pois a análise dos dados é realizada de forma intuitiva e indutiva. A partir disso, segue-se com um estudo experimental realizado em projeto de construção em que é avaliada na prática a aderência dos princípios da filosofia Lean e funcionalidades do BIM nas etapas do PDCA da construção e montagem.

#### **3.2. Estudo experimental em projetos da indústria da construção**

O conceito do Digital Obeya Room foi idealizado na construção e montagem de uma refinaria no sul do Brasil em 2009 e implementado computacionalmente considerando dificuldade e lições aprendidas para integração de sistemas de engenharia, até alcançar maturidade para sua aplicação em 2011.

Os dados foram coletados ou extraídos das ferramentas de automação de projetos dos empreendimentos (Smart Plant, COMOS, PDMS, sistema de avanço físico-financeiro, sistema de controle da fabricação e montagem de tubulações, sistemas de suprimentos, sistema de comissionamento e visualizador nD).

O estudo experimental foi aplicado em quatro projetos de construção e montagem industrial. Assim sendo, primeiro projeto trata-se de uma planta de geração de hidrogênio, o segundo em unidade de industrialização do xisto, o terceiro e quarto referem-se a construção de uma refinaria petroquímica.

Além disso, a partir dos dados gerados no experimento, foi constituído grupo focal com especialistas da área de gestão da construção e montagem que vivenciaram aplicação em cada um dos projetos, com experiência mínima de cinco

anos de atuação na área de implementação de empreendimentos de plantas industriais. Objetivou-se com isso, medir a aderência dos princípios e funcionalidades BIM e Lean por meio da observação destes. Estruturou-se a aderência em escala likert, variando de 1 (muito baixa) a 5 (muito alta).

Por fim, foi feita análise quantitativa através de estatística descritiva contendo medição e análise da aderência e benefícios propiciados aos participantes dos projetos por meio do estudo experimental.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Proposição de novo modelo: Digital Obeya Room

O modelo proposto Digital Obeya Room, busca contribuir para gestão interdisciplinar de projetos. Este modelo foi adaptado do conceito Obeya Room, que foi definido por executivos da Toyota no início da década de 90, em prol da gestão visual e melhoria contínua (TERENGHI et al. 2014).

Sendo assim, foi implementado integração de diversos sistemas de engenharia, exportando informações, conforme definidas nas caixas verdes, ilustradas na figura 1. Estas informações foram traduzidas e carregadas em base de dados relacional integradora e vinculadas a visualizações multidimensionais no PDCA da gestão visual. O visualizador nD utilizado tem forte aderência às funcionalidades BIM.



FIGURA 1 - Framework para integração do Lean Thinking ao BIM no PDCA da gestão visual nD

O fluxo de trabalho para melhoria contínua e validação de atividades, é descrito com as seguintes etapas:

- **(PLAN)** trata-se da equidade entre as oportunidades (de projeto,

materiais, equipamentos e frentes de serviço) e prioridades (prazos, dependências, recursos e custos) com objetivo de promover o sistema puxado de produção da cadeia de valor, encontrando o ponto ótimo de produção. Nesta etapa, também é avaliada a capacidade produtiva e exequibilidade dos pacotes de trabalho (Workface Planning), considerando: lista de materiais, mão de obra, recursos suplementares e procedimentos padrão;

— **(DO)** consiste em: controlar a execução, considerando: suprimento, produção, qualidade, segurança e meio-ambiente;

— **(CHECK)** é realizado análise dos resultados e métricas, relativas à: avanço físico-financeiro, indicadores-chave de desempenho, dificuldades e problemas.

— **(ACT)** são analisados os impactos no cronograma do projeto atualizando e redefinindo prioridades, a fim de selecionar as melhores oportunidades, com base nos resultados perante o planejado. Desta maneira, é definido plano de ação.

Em todas as etapas o visualizador nD armazena, simula e analisa planos de trabalho e contingências visualmente e colaborativamente. Todos os responsáveis são envolvidos em reuniões para definições de ações dentro do PDCA com uso e gerenciamento de pendência no visualizador nD.

#### **4.2. Aplicação do Obeya Room Digital na gestão interdisciplinar**

Em seguida, aplicou-se o BIM e os conceitos de Lean Thinking em um estudo experimental na gestão visual da implementação de empreendimentos de plantas industriais. Este estudo tem como objetivo explorar possíveis soluções para preencher as lacunas nos temas centrais desta investigação.

Os exemplos incluem: métodos de modularização na fabricação e construção, o uso do visualizador nD para a identificação de tarefas prioritárias do projeto e construção, com o uso de funcionalidade e princípios BIM e Lean para a gestão visual do empreendimento, bem como a importância dos sistemas de interoperabilidade, foi fundamental para otimização de processos de construção e aderência com princípios e funcionalidades BIM e Lean, conforme relatado nas figuras 2 à 6.

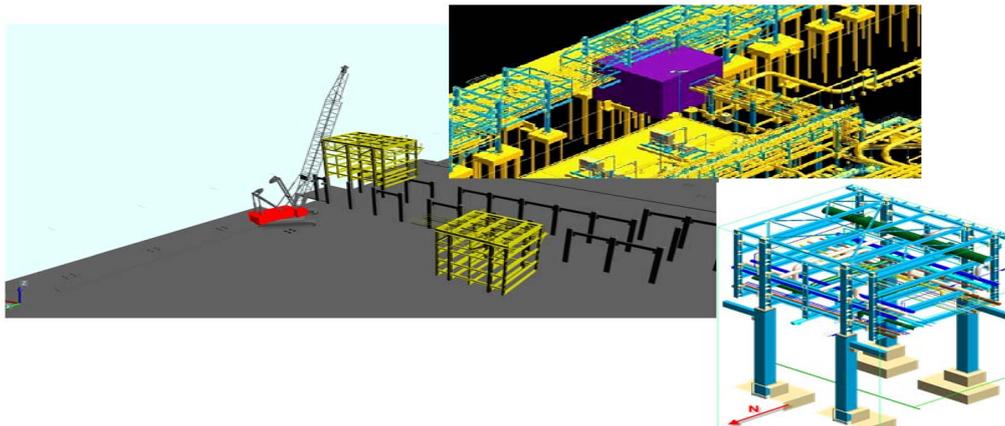


FIGURA 2 - Geração e avaliação rápidas e múltiplas alternativas de projeto e planos de construção



FIGURA 3 - Colaboração entre projeto e construção com visualizador nD

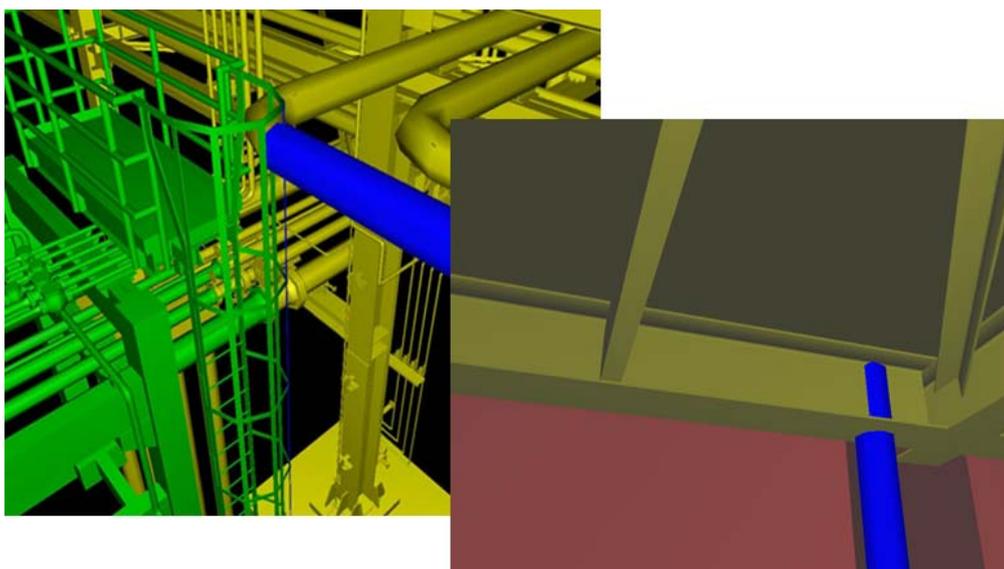


FIGURA 4 - Manutenção de informação e integridade do modelo com visualizador nD



FIGURA 5 - Geração automática de desenhos e documentos a partir do modelo 3D

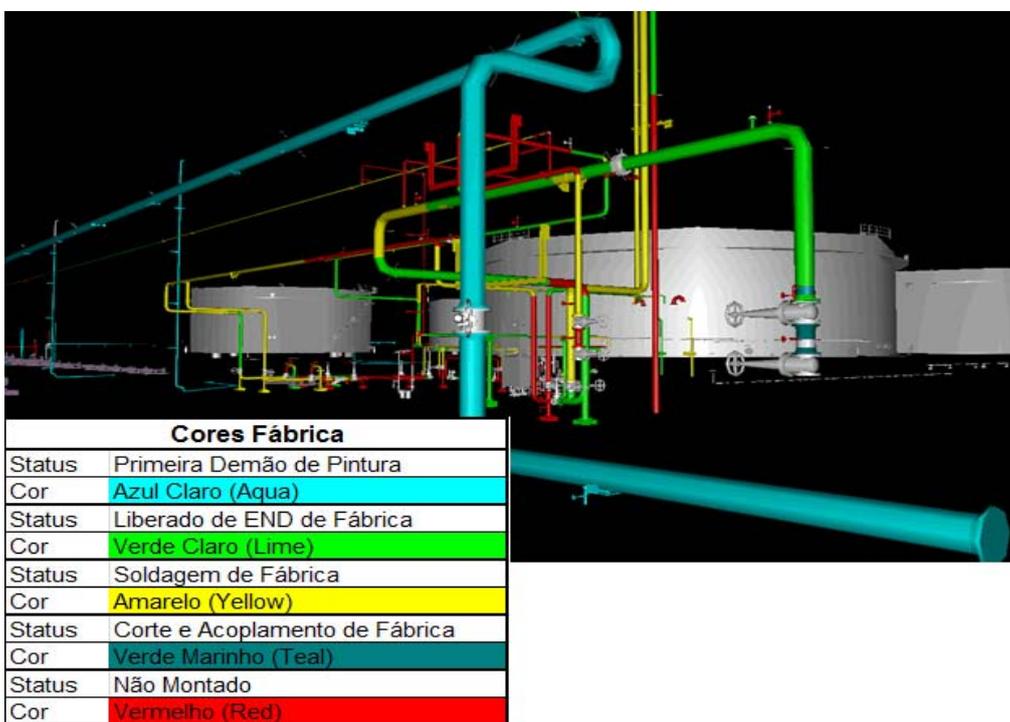


FIGURA 6 - Transferência de informação direta para apoio a fabricação controlada por computador

#### 4.3. Análise dos princípios BIM e Lean Thinking na aplicação do Digital Obeya Room na gestão interdisciplinar visual

A partir dos projetos analisados neste estudo, constatou-se que os seguintes princípios e funcionalidades BIM e Lean (figura 7), foram mais aderentes conforme a percepção dos especialistas do grupo focal. Os respondentes da pesquisa aplicada utilizaram as ferramentas e framework desenvolvidos no planejamento e controle da produção. Percebeu-se que a gestão visual contribui significativamente para a diminuição das barreiras de tempo, de custo, de qualidade, de escopo e de segurança.

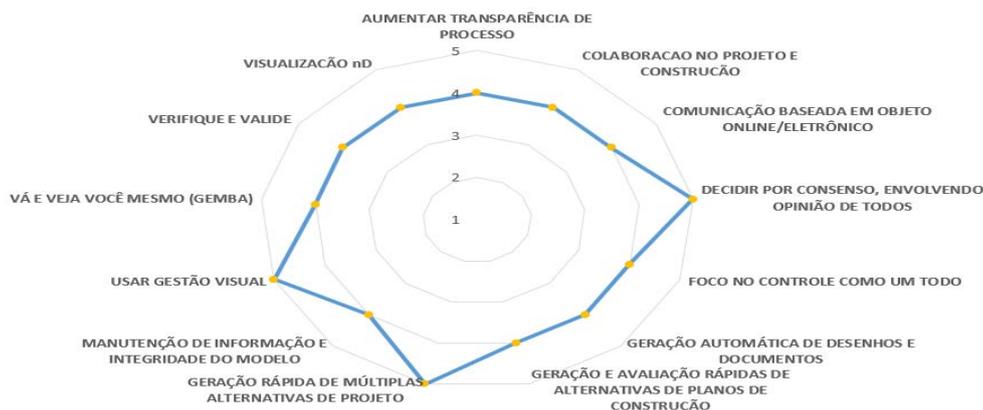


FIGURA 7 – Princípios-chave analisados pela percepção dos especialistas

A partir disso, são definidos sinergismos e grau de aderência entre BIM e Lean Thinking na aplicação em projetos.

## 5. CONCLUSÕES

O objetivo de propor uma metodologia para gestão interdisciplinar de projetos de construção por meio da integração de princípios e funcionalidades do Lean Thinking ao BIM dentro do PDCA foi alcançado pelo desenvolvimento de um modelo de gestão científico e tecnológico.

A pesquisa contribui do ponto de vista prático para previsibilidade no planejamento de modo a torná-lo mais aderente ao realizado, melhorar a integração entre stakeholders do projeto, aumentar utilização de princípios e ferramentas de Lean e BIM, através da validação dos benefícios alcançados e conseqüentemente promover o sistema puxado da cadeia de valor. E, do ponto de vista teórico, entende-se que a pesquisa poderá orientar futuros pesquisadores e nortear suas ideias para o desenvolvimento de novos estudos nesse campo.

Dessa forma, o estudo pode ser considerado inovador tendo em vista a aplicabilidade dos conceitos de Lean e BIM e comparação da compatibilidade em diferentes fases de projetos.

Recomendam-se para pesquisas futuras que sejam realizadas as seguintes proposições:

- Aplicação de survey com especialistas da indústria para posterior análise estatística inferencial dos dados;
- Estudo experimental da compatibilidade dos princípios lean e BIM em empresas de diferentes setores;
- Propor melhoria no framework tecnológico desenvolvido com o uso do LAMDA (Look, Ask, Model, Discuss and Act);
- Desenvolvimento de extensão de novas classes no Industry Foundation Classes (IFC), para conter todas informações necessárias e definidas no framework tecnológico e conceitual.

## REFERÊNCIAS

ARAYICI Y, Coates P, Koskela L, Kagioglou M, Usher C, O'Reilly K. **BIM adoption and implementation for architectural practices**. Struct Surv. 2011;29(1):7–25.

ARAYICI Y, Coates P, Koskela L, Kagioglou M, Usher C, O'Reilly K. **Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice**. Autom Constr [Internet]. 2011 Mar [cited 2015 Mar 27];20(2):189–95.

AZIZ RF, Hafez SM. **Applying lean thinking in construction and performance improvement**. Alexandria Eng J [Internet]. 2013 Dec [cited 2014 Dec 24];52(4):679–95.

BRYDE D, Broquetas M, Volm JM. **The project benefits of Building Information Modelling (BIM)**. Int J Proj Manag [Internet]. 2013. (7), pp.971–80.

BRYDE, D., Broquetas, M. & Volm, J. M., 2013. **The project benefits of Building Information Modelling**. International Journal of Project Management, 31(7), pp. 971-980.

CHEN L, Luo H. **Automation in Construction A BIM-based construction quality management model and its applications**. Autom Constr [Internet]. Elsevier B.V.; 2014;46:64–73.

COMM CL, Mathaisel DFX. **A case study in applying lean sustainability concepts to universities**. Int J Sustain High Educ. 2006;6(2):134–46.

DAVE, B., Kubler, S., Pikas, E., Holmström, J., Singh, V., Främling, K., Koskela, L. and Peltokorpi, A., 2015. **Intelligent products: shifting the production control logic in construction (with Lean and BIM)**. In: Proc. 23rd Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction. Perth, Australia, July 29-31, pp. 341-350,

EASTMAN, C. M., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K. **BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, architects, engineers, contractors, and fabricators**, Wiley, Hoboken, N.J. 2008.

FORMOSO, C.T (2000), **Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos**. Porto Alegre, NORIE/UFRGS.

KOSKELA, L., **Application of the New Production Philosophy to Construction**, Technical Report No. 72, CIFE, Stanford University, CA, 1992.

LU Q, Won J, Cheng JCP. ScienceDirect **A financial decision making framework for construction projects based on 5D Building Information Modeling (BIM)**. Int J Proj Manag [Internet]. Elsevier Ltd and Association for Project Management and the International Project Management Association; 2015; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.09.004>.

OLATUNJI,O.A., **Modelling the costs of corporate implementation of building information modelling**. Journal of Financial Management of Property and Construction 16 (3), 211–231. 2011.

OGUNBIYI O, Oladapo A, Goulding J. **An empirical study of the impact of lean construction techniques on sustainable construction in the UK**. Constr Innov. 2013;14(1):88–107.

PILEHCHIAN B, Staub-French S, Nepal MP. **A conceptual approach to track design changes within a multi-disciplinary BIM environment**. Can J Civ Eng. 2015;42(2):139–52.

SACKS R, Radosavljevic M, Barak R. **Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction**. Autom Constr [Internet]. 2010. pp.641-55.

SACKS R, Koskela L, Dave BA, Owen R. **Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction**. J Constr Eng Manag [Internet]. 2010 Sep [cited 2015 Sep 15];136(9):968–80.

TERENGGHI, F., Kristensen, K., Cassina, J., Terzi, S. **Virtual Obeya: A new collaborative web application for running lean management workshops**. 2014 International Conference on Engineering, Technology and Innovation: Engineering Responsible Innovation in Products and Services, ICE 2014

WANG X, Love PED, Jeong M, Park C, Sing C, Hou L. **Automation in Construction A conceptual framework for integrating building information modeling with augmented reality**. 2013. pp.34:37–44.

WOMACK, J. P., and D. T. Jones (2003). **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. New York, Simon & Schuster.

## **CAPÍTULO XIV**

### **IDENTIFICAÇÃO DE DEMANDAS POR METODOLOGIAS E FERRAMENTAS LEAN EM UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA**

---

**Rafael da Costa Jahara  
Pedro Senna Vieira  
Augusto da Cunha Reis**

# IDENTIFICAÇÃO DE DEMANDAS POR METODOLOGIAS E FERRAMENTAS LEAN EM UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA

**Rafael da Costa Jahara**

CEFET/RJ

Rio de Janeiro – RJ, Brasil

**Pedro Senna Vieira**

CEFET/RJ

Rio de Janeiro – RJ, Brasil

**Augusto da Cunha Reis**

CEFET/RJ

Rio de Janeiro – RJ, Brasil

**RESUMO:** Em um momento de incertezas, como o atual cenário econômico brasileiro, com escassez de recursos, gestores das empresas estão sendo pressionados a obter maior eficiência em termos de custos. Nesta perspectiva, melhorias nos processos são fundamentais, de forma a garantir a sobrevivência da empresa em épocas de cenários pessimistas. Assim, este trabalho tem como objetivo analisar uma indústria Metal-Mecânica atuante no setor de soluções ecológicas, localizada no distrito industrial de Nova Iguaçu – RJ, Brasil. Esta análise baseia-se em observações realizadas in loco durante visitas ao processo produtivo para o entendimento dos Processos de Negócios e aplicação de técnicas que podem ser consideradas blocos construtores dos sistemas Lean. Como Metodologia, houve o sequenciamento de três etapas. Primeiramente foi realizada a coleta de dados na empresa através de visitas técnicas, entrevistas com gestores e operadores e observações in loco. Posteriormente foi buscada literatura para embasar a problemática e identificar quais melhorias poderiam ser adequadas aos processos da empresa. Por fim, a terceira etapa consistiu em compilação dos dados e construção de propostas de melhorias. Como resultado principal, foram mapeados os principais problemas e construídas propostas de soluções. As propostas fornecem subsídios para tornar o processo produtivo mais eficiente, de forma a reduzir os desperdícios e introduzir possíveis aplicações de ferramentas originárias do Sistema Toyota de Produção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lean, Indústria Metal-Mecânica, Melhoria de Sistemas.

## 1. INTRODUÇÃO

Não é recente o interesse das empresas em aperfeiçoar seus processos produtivos visando reduzir custos, ganhar produtividade e reduzir o tempo de resposta a seus clientes. O investimento em melhorias de processos tem se tornado um diferencial competitivo para todos os tipos de organização, e pode ser o responsável por definir o futuro de uma empresa. É fundamental que se estabeleça uma lógica de trabalho enxuta, reduzindo de forma contínua os desperdícios.

Neste sentido, o Kaizen consiste em uma das principais filosofias que

suportam o alcance deste objetivo. O Kaizen consiste em um dos principais blocos construtores dos sistemas produtivos enxutos e faz uso de ferramentas de melhoria e controle de processos como ciclos PDCA (Plan, Do, Check e Act) e DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve e Control), e, mais atualmente e de forma mais completa os ciclos BPM (Business Process Management).

No entanto, tais ciclos precisam de ferramentas de chão-de-fábrica mais específicas, que detectem e efetuem pequenas melhorias diariamente no ambiente de trabalho. Entre estas ferramentas pode ser considerada, por exemplo, as técnicas da TRF (Troca Rápida de Ferramentas) que busca reduzir ao máximo os tempos de setup como forma de viabilizar a produção em pequenos lotes (XAVIER et al., 2014; ELIAS et al., 2008).

Outra ferramenta que representa um conjunto de técnicas simples teoricamente, no entanto de difícil aplicação por requerer grande disciplina é o 5S. A melhoria contínua e gradual provocada pelo 5S busca organizar o espaço de trabalho, deixando peças e ferramentas nos lugares corretos, além de reforçar a necessidade de autodisciplina por parte de todos. Em virtude de seus princípios, o 5S atua de forma transversal, fornecendo o ambiente necessário à aplicação de todas as ferramentas do Sistema Toyota de Produção (JAHARA E SENNA, 2016).

Dentro desta perspectiva, este trabalho tem como objetivo analisar uma indústria metal-mecânica atuante do setor de soluções ecológicas, localizada no distrito industrial de Nova Iguaçu - RJ, Brasil. Esta análise baseia-se em observações realizadas in loco durante visitas ao processo produtivo.

Como resultados, espera-se fornecer subsídios para tornar o processo produtivo mais eficiente, de forma a reduzir os desperdícios e introduzir possíveis aplicações de ferramentas Lean.

A organização deste trabalho é dividida da seguinte forma, a seção 1 introduz o trabalho e fornece um panorama geral, a seção 2 contém a revisão de literatura necessária para embasar a problemática apresentada. A seção 3 contém a metodologia da pesquisa, a seção 4 apresenta o estudo de caso, a seção 5 apresenta as soluções propostas para a problemática apresentada e a seção 6 apresenta as conclusões do caso apresentado.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Lean Production: uma breve contextualização**

O Sistema Toyota de Produção (STP), como o próprio nome indica, surgiu na produtora de veículos japonesa Toyota Motor Corporation, no período após a Segunda Guerra Mundial, em uma tentativa de tornar a indústria automobilística japonesa competitiva. Esse sistema de produção mostrou-se logo vantajoso e despertou o interesse dos produtores Norte Americanos, cuja produção era baseada nos sistemas de produção em massa.

Wolmack et al. (1990), em seu livro “A máquina que mudou o mundo”, afirmam que o STP é uma abordagem produtiva japonesa essencial para sobrevivência das empresas ocidentais. Esse sistema de produção une as atividades de todos, desde a alta administração, passando pelo corpo operacional até os fornecedores, de maneira integrada e é capaz de dar respostas rápidas à demanda do mercado, além de manter elevados níveis de qualidade e de produção, com baixos custos. Além disso, esses autores são pioneiros na utilização do termo Lean Manufacturing, Lean Production ou Produção enxuta, para definir o Sistema Toyota de Produção.

A metodologia Lean busca eliminar desperdícios, reduzir ou extinguir dos processos as etapas que não agregam valor para o cliente, de maneira a ganhar velocidade nas diferentes etapas produtivas. O objetivo do desenvolvimento desta metodologia, de maneira genérica, é tornar a empresa mais competitiva, eliminando os desperdícios e aumentando o valor agregado ao produto ou serviço. Agarwal et al. (2006) reforçam que o principal foco da abordagem Lean é a eliminação de excessos. Segundo eles a política Lean, funciona bem em ambientes onde a demanda é relativamente estável, previsível e há pouca variedade.

De acordo com Cunha et al. (2011), a metodologia Lean tem ganhado destaque nos estudos de Gestão Industrial e vem sendo utilizada por empresas em todo o mundo. Segundo os mesmos autores, os resultados principais desta metodologia são a integração das pessoas envolvidas no processo e a percepção da importância de cada um na cadeia de valor.

O Lean Production prevê uma estrutura organizacional onde cada envolvido no processo conheça a sua importância e relevância ao fazer a coisa certa. Todos trabalham visando um mesmo objetivo, em uma lógica horizontal, evitando os ótimos locais e prevalecendo o ótimo global, ou seja, o ganho de toda a organização e não de um setor ou áreas específicas. Muitas indústrias vêm adotando novas táticas de negócio de forma a sobreviver no novo mercado, e, neste sentido, eliminação de desperdícios se torna uma questão fundamental de sobrevivência (ARADHYE e KALLURKAR, 2014).

Naylor et al. (1999) já ampliavam a lógica Lean usando de forma conjunta com o conceito de Agilidade, formando o conceito chamado Lean agile onde as práticas Lean são aplicadas em conjunto com as práticas ágeis e, desta forma, considerando o trade-off de forma mais sistêmica e integral. Mais aplicações da filosofia Lean podem ser encontrados em: Chen et al. (2013); Tritos et al. (2014); Manzouri et al. (2014); Yusuf et.al (2014), entre outros.

### 2.3 A Troca Rápida de Ferramentas (TRF)

Segundo Fagundes e Fogliato (2003), a Troca Rápida de Ferramentas (TRF) tem como principal objetivo a redução e simplificação do tempo de preparação de máquinas, conhecido como tempo de setup, por meio da minimização ou eliminação das perdas relacionadas a este processo. Mauricio et al. (2014), acrescentam que a TRF permite também reduzir custos de fabricação, aumentar a flexibilidade pela redução do tamanho dos lotes.

Dentre as principais consequências da implantação da TRF é a redução nos

níveis de estoque, uma vez que com trocas mais rápidas podem ser eliminados os grandes lotes de produção, existentes para absorver os altos custos de setup. Essa redução de tamanho dos lotes gera uma economia significativa para a empresa, uma vez que elimina diversos gastos desnecessários associados ao armazenamento de produtos, custo de controle de estoques, a deterioração e desgaste dos produtos, além de economizar um valioso espaço nos depósitos.

#### 2.4 O Programa 5s

É uma abordagem que visa organizar e padronizar o ambiente de trabalho. O nome 5S é uma referência as iniciais de cinco palavras japonesas, Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitukem, que em português significam, respectivamente, Utilização, Organização, Limpeza, Saúde e Autodisciplina (JAHARA e SENNA, 2016)

Segundo Gazel et al. (2014), o programa 5S é a base da integração dos funcionários da produção e é o início de um programa da qualidade. Valle (2007), acrescenta dizendo que o programa 5S foi desenvolvido com o propósito de transformar o ambiente de trabalho nas empresas e a atitude das pessoas, de forma a diminuir desperdícios, reduzir custos, melhorar a qualidade de vida das pessoas envolvidas e aumentar a produtividade das organizações.

O Senso de Utilização é o responsável pela distinção dos equipamentos necessários ou não, que serão classificados, guardados ou descartados e utilizados. Já o Senso de Arrumação define a organização do ambiente de trabalho, baseado em fatores como frequência de uso e ergonomia. O Senso de Limpeza se responsabiliza pela limpeza e preservação do ambiente de trabalho, para evitar perdas e acidentes. O Senso de Saúde e Higiene tem o intuito de preservar a saúde física e mental do trabalhador, com um ambiente e equipamentos que possam proporcioná-las. E por último, mas não menos importante, há o Senso de Autodisciplina que está ligado à educação e obediência as regras (MONTEIRO et al., 2011).

### 3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada consistiu em três etapas. Primeiramente foi realizada a coleta de dados na empresa através de visitas técnicas, depois foi buscada literatura para embasar a problemática e identificar quais melhorias poderiam ser adequadas aos processos da empresa e a terceira etapa consistiu em compilação dos dados e sugestão das melhorias.

Na primeira etapa, foi negociada visitação até as instalações industriais da empresa, localizada em Nova Iguaçu - RJ. A coleta de dados foi realizada através de entrevistas com gerentes e operadores, análise documental, observações pessoais e perguntas abertas. Foram encontradas limitações em relação à coleta de dados de questões estratégicas e financeiras, prejudicando o resultado final do estudo. Devido à falta de controle de processos e da impossibilidade de coletar alguns dados, a pesquisa é majoritariamente qualitativa.

Após a etapa das visitações, foi possível identificar quais fatores eram mais

problemáticos para empresa, ou seja, qual era a maior demanda para uma possível melhoria de processo. Após a identificação, foi necessário buscar subsídios para auxiliar o processo de melhoria dos processos.

A terceira etapa consistiu em uma compilação dos dados obtidos na revisão de literatura e na necessidade da empresa. Em suma, fora procurado responder a seguinte pergunta: “Quais das melhorias e ferramentas identificadas na literatura são factíveis de serem aplicadas na empresa?”.

## **4. O ESTUDO DE CASO**

### **4.1 Identificação da empresa**

O presente estudo de caso é referente a uma empresa multinacional da indústria metal-mecânica, localizada no município de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brasil, fabricante de equipamentos na área de limpeza urbana, transporte e tratamento de resíduos.

Atualmente, a empresa possui duas unidades produtivas no estado do Rio de Janeiro, além de unidades fabris no Chile e no México. É a principal empresa do ramo no país e também possui forte atuação de mercado em países da América do Sul e Central e da África.

### **4.2 Demandas por metodologias Lean**

#### **4.2.1 Elevados tempos de espera**

A espera é dos principais problemas enfrentados na empresa estudada. O atraso pode ser atribuído principalmente à falta de planejamento da produção, visto que a maioria está relacionado à falta de materiais, impossibilitando o progresso da produção e principalmente ao não sincronismo do fluxo do processo.

#### **4.2.2 Transporte excessivo**

O transporte excessivo, ao longo do processo produtivo, está relacionado a dois fatores. O primeiro deles é a ineficiência do layout da unidade, que cresceu desordenadamente e sem planejamento. Por isso, a movimentação dos produtos é prejudicada, sendo necessário utilizar diversos meios de transporte em uma mesma etapa da produção, como pontes rolantes e empilhadeiras, que dificultam o fluxo, uma vez que o produto em processo deve circular por toda a fábrica para completar o processo. O segundo e principal fator está relacionado à localização da

segunda unidade fabril da empresa. Devido a falta de espaço da unidade principal, parte do processo é realizado em outra fábrica no estado do Rio de Janeiro, a aproximadamente 150 quilômetros. Todos os dias, são enviados caminhões para transportar materiais da unidade localizada na região Sul do estado para a fábrica de Nova Iguaçu.

#### **4.2.3 Elevados índices de defeito**

Durante o período de observações, foram fornecidos a este estudo dados sobre 7 meses de observação na liberação de produtos acabados. Durante esse período, a empresa produziu em média 5 produtos por dia. Nesse período, todos os equipamentos fabricados foram reprovados no controle de qualidade final.

Nas entrevistas com os inspetores de qualidade, foi informado que o setor de caldeiraria é o que apresenta maior taxa de defeitos. Sendo este o primeiro setor do processo, os defeitos gerados nele afetam toda a produção. Uma consideração importante é que não existe um controle de qualidade contínuo, sendo esse realizado apenas no momento de liberação.

#### **4.2.4 Níveis de estoque**

Os gerentes da empresa analisada afirmaram que nos últimos anos a quantidade de material em estoque foi muito maior a necessária. Constataram ainda que além do estoque estar superdimensionado, muitos produtos tornaram-se obsoletos e/ou apresentam uma taxa de consumo baixa. Atualmente, a empresa tem concentrado seus esforços em reduzir seus estoques, pois já fora constatado que estes têm trazido prejuízos financeiros.

Além disso, é possível identificar elevados níveis de estoque de material em processamento, que apresenta altos níveis durante os momentos de espera e o de material em trânsito, gerado nos momentos de envio de material de uma unidade fabril para outra.

### **5. SUGESTÕES DE MELHORIAS**

#### **5.1 Implantação do Programa 5s**

Como forma de melhoria das condições gerais de limpeza e organização da fábrica, é aconselhável a implantação do programa 5s. O programa cinco sentidos, mais conhecido como 5S, é considerado o passo inicial para a implantação de programas de qualidade. A nomenclatura 5S significa os cinco sentidos já abordados. Ela se baseia nas iniciais de cada sentido escrito em japonês. As

palavras são seiri (utilização), seiton (organização), seiso (limpeza), seiketsu (saúde) e shitsuke (autodisciplina).

Através do programa 5s, inicialmente, a empresa poderá melhorar as condições de organização e higiene da planta, trazendo mais conforto e satisfação para os envolvidos. Num momento posterior, os 5s poderão impactar positivamente o processo, aumentando os índices de produtividade e reduzindo estoques, visto que há grande desperdício de tempo a procura de materiais e muitas vezes materiais considerados “perdidos” são comprados sem necessidade, pois encontram-se perdidos em meio ao ambiente desorganizado.

## **5.2 Troca rápida de ferramentas**

A Troca rápida de ferramentas poderá auxiliar a empresa a elevar os tempos de utilização das máquinas. Em virtude da produção do tipo Make to Order, as linhas de produção recebem apenas um pedido por vez. Entretanto, muitas vezes, em virtude do atraso de componentes para determinado pedido, uma etapa do processo é paralisada até o recebimento do material. Ao paralisar uma etapa, as demais etapas também paralisam suas atividades. Através troca rápida de ferramentas poderá haver maior flexibilização da linha de produção para, em caso de um atraso em uma etapa do processo, um outro pedido possa ser facilmente adiantado, deixando aquele com pendência de material aguardando.

## **5.3 Trabalhador multifuncional**

O contínuo treinamento dos trabalhadores de forma a torná-los flexíveis poderá auxiliar a redução dos atrasos dos pedidos caso um pedido seja interrompido. Com trabalhadores multifuncionais será possível mudar o produto rapidamente, garantindo que a produção não pare e consiga manter os níveis de variação. Além disso, a lógica multifuncional reduz o risco de paralisação da produção caso um membro da equipe esteja ausente.

Vale destacar que na empresa analisada não há um programa de treinamentos e formações. Um programa de treinamento, baseado nos procedimentos operacionais e instruções de trabalho poderá fortalecer a gestão e garantir melhores resultados durante a execução do processo produtivo. A padronização das operações garantirá uma melhor forma de controle e qualidade da execução.

## **5.4 Implantação de um Sistema Kanban**

Em sugestão a falta de materiais, sobretudo os de giro elevado e baixo custo, que causam paradas recorrentes de produção, a utilização de um sistema

kanban para controle de materiais. Um sistema kanban facilitará o controle de materiais e por ser de fácil administração, atenderá as necessidades da empresa. Para isso, será preciso dividir estes itens em pequenos lotes destinados ao processamento e identificá-los com um cartão kanban. Por exemplo, para produção de um determinado produto são necessários dez parafusos com uma determinada especificação. Estes dez parafusos serão armazenados em uma caixa e será colocado um cartão de identificação nesse produto. Quando o operador for retirar o lote de parafusos do estoque para confecção do pedido, ele retira este cartão e o coloca em um quadro, indicando que é necessário produzir/comprar este item.

Já os materiais de custo elevado, é importante conhecer o lead-time do fornecedor, para que estes produtos não fiquem estocados na empresa por um longo período de tempo, pois representará grande volume de dinheiro aplicado em forma de material que não será utilizado imediatamente. Neste caso, torna-se essencial o desenvolvimento dos fornecedores do material, pois assim será possível seu fornecimento rapidamente, sem impactar o prazo de entrega para o cliente.

## **5.5 Criação de um controle de Qualidade**

O elevado nível de desperdício com produtos defeituosos indica que esta é uma das anomalias mais recorrentes na empresa. Em função do baixo controle de qualidade, muitos produtos passam despercebidos e seus defeitos são perpetuados até a entrega do produto, quando o defeito é identificado pelo cliente, ou então é percebido dentro da empresa, gerando retrabalhos e perda de tempo.

Nesta perspectiva, torna-se fundamental a criação de um controle de qualidade contínuo, que faça inspeções ao longo das diferentes fases de processamento. O controle de qualidade deverá ser responsável por realizar um check-list de verificação do produto, segundo itens que a empresa julgar necessários para indicar se o produto está adequado, de forma bem simples e eficiente.

Caso o controle de qualidade funcione de maneira correta, é interessante que o processo evolua e possa fornecer dados para uma análise mais elaborada. A criação de um setor de qualidade bem definido, que faça uso de ferramentas da Qualidade Total, responsável por realizar análises estatísticas dos resultados por meio de cartas de controle e também analise as não conformidades, através de abertura de inquéritos e auditorias.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho buscou analisar o processo produtivo de uma empresa metal mecânica localizada na cidade de Nova Iguaçu – RJ, Brasil e propor formas de

tornar este processo mais enxuto, através das ferramentas Lean.

No atual contexto de incertezas econômicas, as ferramentas Lean tornam-se essenciais para tornar a empresa mais competitiva. Para as empresas garantirem sua sobrevivência no mercado, é necessário investir em mecanismos que eliminem os desperdícios, reduzindo, conseqüentemente, os custos e que também elevem o nível de satisfação dos clientes.

Nesta perspectiva, o uso de ferramentas Lean podem propiciar a empresa melhores resultados. Vale destacar que muitas das soluções propostas podem ser facilmente implantadas, demandando poucos investimentos financeiros e gerando resultados rápidos.

Como forma de sintetizar os problemas encontrados com suas soluções e conseqüências, foi elaborada a tabela 1. A tabela 1 relaciona quais problemas foram encontrados ao longo das observações, sua respectiva conseqüência para a organização e qual sugestão de melhoria pode vir a ser implantada para eliminá-los.

Problema	Conseqüência	Sugestão de melhoria
Limpeza e Organização	Desperdício de material e ambiente de trabalho inadequado	Programa 5s
Falta de materiais	Pedidos parados atrasando toda a linha de produção	Troca rápida de ferramentas
		Sistema Kanban
		Trabalhador multifuncional
		Desenvolvimento dos fornecedores
Elevado nível de produtos com defeito	Retrabalho	Criação de um controle de qualidade
	Reclamação de clientes e perda de credibilidade	

Tabela 1 – Problemas, conseqüências e sugestões de melhoria

Fonte: Os autores

Espera-se, a partir das soluções propostas neste trabalho, que a empresa possa implantar melhorias em seus processos. Como sugestões de trabalhos futuros, é válido destacar a implantação da filosofia Lean em toda a organização e não isoladamente em algumas áreas, como propõem esse trabalho. O Lean, quando implantado em toda a organização, poderá fornecer ganhos extraordinários a organização analisada, podendo, futuramente, evoluir para o Lean Seis Sigma, adicionando a abordagem de análise estatística.

## REFERÊNCIAS

AGARWAL, Ashish, SHANKAR, Ravi, TIWARI, M. **Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach**. European Journal of Operational Research. v. 173 p. 211–225, 2006.

- ARADHYE, Athul & KALLURKAR, Shrikant. **A Case Study of Just-In-Time System in Service Industry**. Procedia Engineering, v. 97, p.2232–2237, 2014.
- CHEN, Guohua, ZHANG, Genbao & PANG, Jihong. **Study on operating mechanisms and dynamics behavior of agile supply chain**. Journal of Software, v. 6, n.5, p. 923–929, 2011.
- CUNHA, Ana Maria Campo Alves da; Campos, Carlos Eduardo de; Rifarachi, Humberto Hismon Castellon. **Aplicabilidade da metodologia Lean em uma lavanderia hospitalar**. O mundo da saúde, São Paulo. 35(5); 311-318, 2011.
- ELIAS, S.J.B; NETO, D.R.F; DYNA, M.A.S. **Aplicação da troca rápida de ferramentas na indústria alimentícia**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, Brasil, 2008.
- FAGUNDES, P. R. M & FOGLIATO, F. S. **Troca Rápida de Ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso**. Revista Gestão e Produção, Volume 10, Nº 2, Páginas 163-181, 2003.
- GAZEL, W. F., Salles, A. A., & Feitosa, W. G. **Manutenção estratégica: Integração entre as áreas de produção e manutenção**. Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, PR, Brasil, 34, 2014.
- JAHARA, R.; SENNA, P. **Implantação do programa 5s em uma indústria metalúrgica: Um estudo de caso**. Journal of Lean Systems, v.1, n.3,p.18-29, 2016.
- MANZOURI, Malihe, et al. **Increasing Production and Eliminating Waste through Lean Tools and Techniques for Halal Food Companies**. Sustainability, v. 6, n. 12, p. 9179–9204, 2014.
- MAURICIO, T. B., Leal, F., & Sousa, V. A. L. **Implementação do SMED em uma empresa de autopeças: Um caso francês**. Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, Brasil, 2014.
- MONTEIRO, A.S; SILVA, D.L; COSTA, J.S, , **Contribuição da metodologia 5s em uma empresa fabricante de embalagem de alumínio**. Anais do VII CNEG, Rio de Janeiro, Brasil, 2011.
- NAYLOR, Ben, NAIM, Mohamed, BERRY, Danny, **Leagility: interfacing the lean and agile manufacturing paradigm in the total supply chain**. International. Journal of Production Economics. v. 62, n.1, p.107–118, 1999.
- TRITOS, Laosirihongthong, PREMARATNE, Samaranayake, DOTUN, Adebanjo.

**Prioritizing Lean Supply Chain Management Initiatives in Healthcare Service Operations: A Fuzzy-AHP Approach.** International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. p. 236–242, 2013.

VALLE, J. A. **40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento.** 3. ed. Rio de Janeiro: Brasport. Disponível em: <[http://books.google.com.br/books?id=jQ\\_JOBtvGbac&pg=PA153&dq=Programa+5S#PPP1,M1](http://books.google.com.br/books?id=jQ_JOBtvGbac&pg=PA153&dq=Programa+5S#PPP1,M1)>. Acesso em Abril de 2016, 2007.

WOMACK, J. P, JONES, D.T, ROOS, D. A máquina que mudou o mundo. Editora Campus, 3ª edição, São Paulo, 1990.

XAVIER, C.A.R.; CARVALHO, S.M; SÃO PEDRO FILHO, F; SANTOS, M.C. A melhoria do setup de uma empresa de usinagem: um estudo de caso em Porto Velho, Estado de Rondonia, Brasil. Revista interdisciplinar Científica Aplicada, v.8, n.2, p.12-34, 2014.

YUSUF, Yahaya, et al. **A relational study of supply chain agility, competitiveness and business performance in the oil and gas industry.** International Journal of Production Economics. v. 147 (Parte B), p.531–543, 2014.

**ABSTRACT:** In a time of uncertainty, such as the current Brazilian economic scenario, with scarce resources, managers of companies are being pressured to achieve greater efficiency in terms of costs. In this perspective, improvements in the processes are fundamental, in order to guarantee the survival of the company in times of pessimistic scenarios. Thus, this work aims to analyze a Metal-Mechanics industry in the ecological solutions sector, located in the industrial district of Nova Iguaçu / RJ. This analysis is based on observations made in loco during visits to the production process for the understanding of the Business Processes and application of techniques that can be considered building blocks of Lean systems. As Methodology, there were three-step sequencing. Firstly, the company collected data through technical visits, interviews with managers and operators and observations in loco. Subsequently, literature was searched to base the problem and identify which improvements could be appropriate to the company's processes. Finally, the third stage consisted of data compilation and construction of improvement proposals. As a main result, the main problems were mapped and solution proposals were constructed. The proposals provide subsidies to make the production process more efficient in order to reduce waste and introduce possible applications of tools originating from the Toyota Production System.

**KEYWORDS:** Lean, Metal-Mechanics industry, Systems improvement.

## **CAPÍTULO XV**

### **IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA LITERATURA**

---

**Everton Luiz Vieira  
Fernando José Avancini Schenatto  
Sergio Eduardo Gouvea da Costa  
Edson Pinheiro de Lima**

## IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA LITERATURA

### **Everton Luiz Vieira**

Unisep – União de Ensino do Sudoeste do Paraná – FEFB – Departamento de Engenharia de Produção  
Francisco Beltrão - PR.

### **Fernando José Avancini Schenatto**

UTFPR – Departamento de Engenharia de produção  
Pato Branco – PR.

### **Sergio Eduardo Gouvea da Costa**

UTFPR/PUC-PR – Departamento de Engenharia de Produção – UTFPR – Campus Pato Branco – PR e PUC-PR – Curitiba – PR.

### **Edson Pinheiro de Lima**

UTFPR/PUC-PR - Departamento de Engenharia de Produção – UTFPR – Campus Pato Branco – PR e PUC-PR – Curitiba – PR.

**RESUMO:** A filosofia Lean pode ser utilizada em qualquer área de atuação, como no desenvolvimento de produtos, o estudo visa, a partir de uma abordagem construtivista, realizar um levantamento sistemático da literatura sobre a Implementação da Filosofia Lean no PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos, construindo um portfólio bibliográfico (PB). O trabalho é de natureza exploratória e descritiva, apresentando aos leitores os tópicos de maior influência na área, bem como suas carências em termos de pesquisa, definidas a partir de análise de conteúdo do portfólio bibliográfico selecionado. Como ferramenta para o trabalho, o modelo Knowledge Development Process – Constructivist (Proknow-C) foi utilizado. Esse modelo, além de permitir a seleção de um PB, conduziu à identificação dos principais periódicos, artigos, autores e palavras-chaves sobre o tema. Como resultado, foi possível construir um portfólio de 09 artigos, além de evidenciar os periódicos, autores e palavras-chave mais relevantes no tema, por meio da análise bibliométrica. Por fim, como conclusão, indicam-se alguns temas de interesse para pesquisa.

**PALAVRAS-CHAVE:** PDP, Filosofia Lean, Proknow-C, Análise sistêmica.

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento de produto (PDP) é considerado, cada vez mais, um processo crítico para a capacidade competitiva das empresas, tendo em vista a necessidade, de um modo geral, de renovação frequente das linhas de produtos, redução dos custos e prazos de desenvolvimento de produtos mais adequados às necessidades do mercado e, para empresas que participam de redes de fornecimento de componentes e sistemas, capacitação para participar de estratégias de desenvolvimento conjunto com os clientes.

Neste sentido, a adoção de estruturas organizacionais adequadas e de boas práticas de gestão para o PDP, pode ajudar a melhorar o desempenho desse processo, que é crítico para a competitividade das empresas (TAKEISHI, 2001; ROZENFELD et al., 2006).

A abordagem científica da filosofia Lean foi inicialmente divulgada nos trabalhos de Womack, Jones e Roos (1990), Shingo (1981), Womack e Jones (1996) e Hines, Holweg e Rich (2004), sendo posteriormente transposta para o processo de desenvolvimento de produtos. Pesquisas de Sohal e Egglestone (1994), Bauch (2004) e Machado (2006) 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 no PDP, seguindo a estrutura de projetos, respectivamente.

A fim de agregar conhecimento sobre o tema “implementação da filosofia Lean no PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos”, este trabalho tem como objetivo principal analisar a literatura internacional acerca das contribuições da filosofia Lean no PDP, tendo como objetivos específicos a:

- a) Seleção de um portfólio bibliográfico;
- b) Realização de análise bibliométrica, na qual são observados, além dos artigos que compõem o portfólio, as suas referências, autores, citações e periódicos que mais se destacam;
- c) Realização de análise sistêmica de conteúdo com verificação dos artigos mais relevantes, visando apresentar oportunidades de pesquisa e aprofundamento do tema.

Para minimizar as dificuldades comuns na realização de pesquisas bibliográficas, como a falta de estrutura, a aleatoriedade na seleção de trabalhos e a subjetividade de análise, adotou-se o modelo ProKnow-C (Knowledge Development Process – Constructivist) (ENSSLIN et al., 2010a) como método de pesquisa, o que se descreve em maior detalhe na sequência.

## **2. O LEAN E O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

Womack e Jones (2003), salientam que a filosofia Lean incide em uma série de conceitos e procedimentos que procuram simplificar a maneira de uma organização produzir valor para seus clientes e simultaneamente a isso, todos os desperdícios são eliminados.

Para Kennedy (2003), Lean no PDP trata da captura de valor definido pelo cliente, de forma a criar novos e lucrativos fluxos de valor para a organização, a partir do ajuste de processos (padronização, nivelamento, engenharia simultânea, entre outros), pessoas capacitadas (competência funcional, integração multifuncional, integração de fornecedores), ferramentas e tecnologia (comunicação simples e visual, base de conhecimento, entre outros).

Dentro da filosofia Lean, destacam-se 04 conceitos, que são: Lean Manufacturing, Lean Thinking; Lean Enterprise e Lean no PDP. Percebe-se que há uma complementação entre estas filosofias, o esclarecimento destes conceitos é fundamental para a análise comparativa que identifique quais os fatores expressivos para a implementação do Lean no PDP, conforme figura 1.

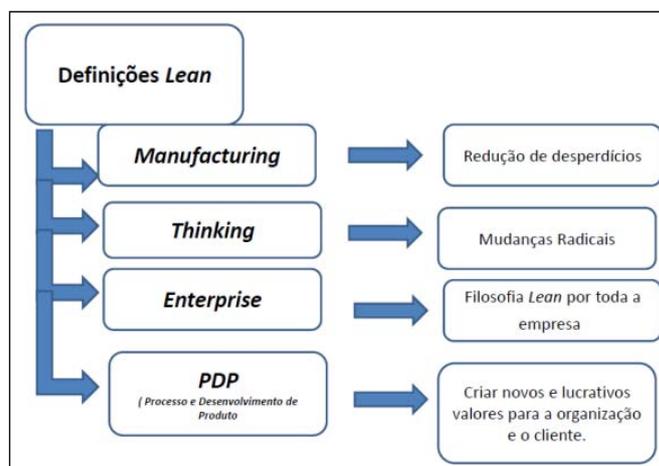


Figura 1: Relação entre o Lean e o PDP. Fonte: REIS (2014)

Nota-se que o Lean no PDP ajuda a empresa a agregar valor para o cliente e automaticamente isso reflete na empresa, trazendo uma maior lucratividade.

Browning (2000), destaca que a filosofia do Lean no PDP está além da eliminação de desperdícios no processo, pois busca maximizar o valor agregado ao cliente, aos acionistas, funcionários, fornecedores e para a sociedade, ou seja, os stakeholders. O autor salienta que o foco é desenvolver as atividades necessárias agregando valor e eliminando etapas desnecessárias, além de suprimir o uso de informações erradas ou incompletas que implicam em retrabalhos.

### 3. ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

O artigo busca analisar a literatura internacional acerca das contribuições da filosofia Lean no PDP e definir um Portfólio Bibliográfico (PB). Assim, por decorrência do objetivo, este trabalho se caracteriza como de finalidade exploratório. Exploratório, pois procura oferecer maior familiaridade com o tema, pois é grande a preocupação em como implantar o Lean no PDP, segundo Wasim (2013), o cenário de competição global tem forçado as empresas a desenvolver produtos competitivos com estratégias adicionais afim de entrega produtos mais inovadores que atendam as expectativas dos clientes no menor tempo e custo.

A natureza do trabalho pode ser considerada como Teórico/Conceitual, uma vez que busca analisar a literatura a respeito das lacunas e oportunidades em relação ao tema de pesquisa (ALAVI;CARLSON, 1992).

A abordagem do problema pode ser considerada qualitativa, uma vez que a pesquisa utiliza-se de ferramentas e formulas estatísticas (RICHARDSON, 2008)

para encontrar nos artigos, por meio da análise bibliométrica, os autores, periódicos que mais publicam sobre o tema e palavras-chaves mais utilizadas.

### **3.1 Processo de Intervenção**

O processo de intervenção, ProKnow-C, Knowledge Development Process-Constructivist (ENSSLIN et al., 2010), aplicado a esta pesquisa permitiu aos pesquisadores identificar e analisar um conjunto de artigos que formam um portfólio bibliográfico voltado ao tema Implementação da Filosofia Lean no PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos. Todo processo ocorre com a utilização de etapas estruturadas, sendo elas: busca dos artigos em bases de dados; alinhamento dos trabalhos com o tema da pesquisa; seleção pela relevância acadêmica dos artigos, periódicos e seus autores; e análise sistêmica das obras selecionadas.

Conforme citado no parágrafo anterior, para a formação de um portfólio bibliográfico capaz de dar condições para uma análise sistêmica consistente, foi utilizada a metodologia Proknow-C, motivo este, por se tratar de uma metodologia consistente e responsável pela obtenção dos resultados de várias pesquisas já publicadas em periódicos, tais como: BORTOLUZZI et AL., 2011a; BORTOLUZZI et AL., 2011b, BACK et AL., 2012; VILELA, 2011.

A metodologia Proknow-C, consiste em 03 macro etapas: (i) a seleção de um portfólio bibliográfico, (ii) análise bibliométrica, (iii) análise sistêmica (ENSSLIN et al., 2010). Os procedimentos adotados para a pesquisa são descritos a seguir.

### **3.2 Seleção das bases de dados**

Optou-se pela utilização de 02 bases de dados: Web of Science (ISI); e Scopus, ambas disponíveis no portal da CAPES. Justifica-se a escolha da base de dados da ISI, pelo fato desta ser uma base de dados multidisciplinar, que atende às áreas de Ciências Sociais e Exatas. E a escolha da base de dados Scopus, pelo fato de haver um grande número de periódicos que publicam na área de Engenharias III, segundo critérios do portal Web Qualis.

### **3.3 Seleção das palavras-chave**

Para a realização da busca dos artigos nas bases de dados selecionados, definiram-se os eixos de pesquisa: Lean, PDP e implementação de ferramentas.

Posteriormente, para o primeiro eixo de pesquisa, Implementação de Ferramentas, foram definidas as palavras-chaves: Implementação, Gestão de Processos, Melhorias, Estratégia de Implementação e Ferramentas. Para o segundo eixo de pesquisa, Lean, foi definida a palavra-chaves Manufatura enxuta. Já para o

terceiro eixo de pesquisa, PDP foram definidas as palavras-chaves: Processo de Desenvolvimento de Produtos, PDP, Desenvolvimento de Produtos, Ciclo de Desenvolvimento de Produtos, Pesquisa e Desenvolvimento. Após essas definições, as palavras-chaves foram transcritas para a língua inglesa, bem como as suas variações, seus sinônimos, as quais ficaram definidas, respectivamente, deste modo: (i) Eixo Implementação de Ferramentas: Implementation, Improving, Improving strategy, Tools, Process Management; (ii) Lean; (iii) PDP: Product Development Processo, PDP, Product Development, Reserarch and development, conforme demonstrado na Figura 2.

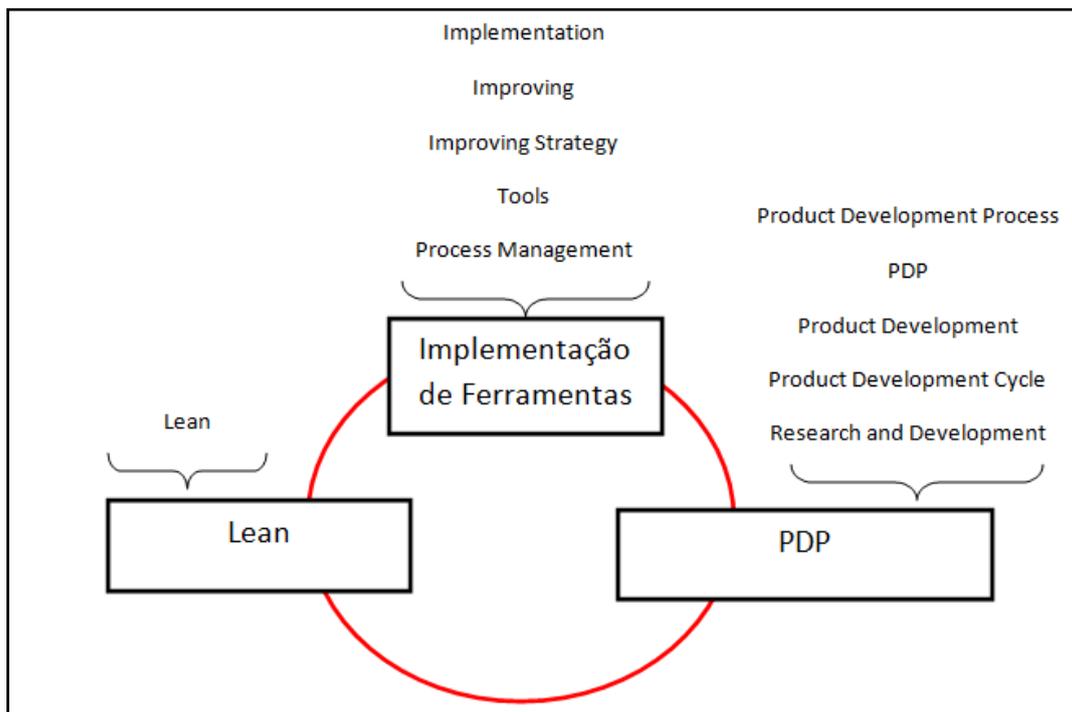


Figura 2 - Eixos e palavras-chaves da pesquisa. Fonte: Dados da pesquisa

A Figura 2 demonstra os eixos e as suas respectivas palavras-chave as quais norteiam esta pesquisa científica.

### 3.4 Delimitações da Pesquisa

Conforme supracitado, a pesquisa restringiu-se à consulta em duas bases de dados, Web of Science e Scopus. Uma segunda restrição imposta refere-se ao período de publicação dos trabalhos de interesse, com corte temporal nos últimos 15 anos, ou seja, de 2000 até a data da pesquisa. Outra limitação corresponde às opções de pesquisa nas bases de dados utilizadas, adotando-se somente a consulta in topic, na qual a os termos informados são buscados no título, no resumo e nas palavras-chaves das publicações.

### 3.5 Busca nas bases de dados

Após definir os parâmetros de pesquisa, nos meses de Novembro e Dezembro de 2015, iniciou-se o processo de busca pelo cruzamento de todas as palavras-chaves dos 3 eixos de pesquisa, utilizando-se a expressão booleana and para a ligação das palavras. Já as palavras compostas foram pesquisadas entre aspas. No total, 20 combinações distintas de palavras-chaves foram utilizadas, em cada base de dados selecionada. Desta busca, obteve-se como resultado o total de 2.814 documentos, os quais foram exportados para um software de gerenciamento bibliográfico (End Node®), formando uma biblioteca virtual. Deste total, exclui-se 590 documentos que não eram artigos e 1.363 artigos duplicados, restando, na amostra, 861 artigos.

Na etapa seguinte, foi realizada a seleção de artigos alinhados com o tema da pesquisa pela leitura do título. Como resultado, houve a eliminação de 805 trabalhos, restando 56 artigos. Ainda, buscando a seleção dos artigos com reconhecimento científico, utilizou-se o Google Scholar (2015) para a análise de quantitativo de citações dos artigos. De posse destes dados, selecionou-se os 26 artigos mais citados, que, juntos, correspondiam a 97% das citações entre os 56 artigos analisados.

Depois de selecionados os 26 artigos com maior reconhecimento científico, foi realizada a análise do alinhamento dos artigos com o tema de pesquisa pela leitura do resumo, do que resultou que 19 trabalhos passaram a compor o repositório A e 30 artigos foram para o repositório P, pois ainda não tinham reconhecimento científico confirmado.

Dos 26 artigos do repositório K foi realizado a leitura do resumo e selecionados 19 artigos que estavam com o tema alinhado com a pesquisa, passando a compor o repositório A, 26 artigos dos 07 foram eliminados por não alinhamento ao tema de pesquisa.

Os 30 artigos do repositório P, que ainda não possuíam reconhecimento científico confirmado, foram analisados novamente com base em novos critérios, verificando se publicação era recente com menos de dois anos (2013-2015). Resultou que 15 artigos eram recentes e 15 artigos não. Dos 15 últimos, foi analisado se o autor está no banco de dados de autores, restando 01 artigo que foram somados com os 15 encontrados antes, tendo um total de 16 artigos para a leitura do resumo. Após a leitura do resumo foi verificado que 06 artigos estavam alinhados com o tema da pesquisa, passando a compor o repositório B.

Somando os 19 artigos do repositório A e os 06 artigos do repositório B temos uma quantidade 25 artigos que passam a compor o repositório C dos artigos com título e resumo alinhados e com reconhecimento científico. Foi realizada a pesquisa dos artigos do repositório C nas bases de dados da CAPES para verificar se os textos estavam disponíveis na íntegra, onde tivemos apenas 09 artigos, destes foi realizada a leitura integral dos artigos para verificar o alinhamento, os 09 encontravam-se alinhados com o tema avaliação do nível de maturidade das empresas na utilização de ferramentas Lean Manufacturing, formando o Portfólio

Bibliográfico, listados no Quadro 1.

<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Título</b>	<b>Journal</b>
Kosonen, K. and P. Buharist	1995	Customer focused lean production development	International Journal of Production Economics
Browning, T. R., J. J. Deyst, S. D. Eppinger and D. E. Whitney	2002	Adding value in product development by creating information and reducing risk	Ieee Transactions on Engineering Management
Freire, J. and L. F. Alarcón	2002	Achieving lean design process: Improvement methodology	Journal of Construction Engineering and Management
Oppenheim, B. W.	2004	Lean product development flow	Systems Engineering
Toledo, J. C. d., S. L. d. Silva, D. H. Alliprandini, M. F. Martins and F. M. Ferrari	2008	Práticas de gestão no desenvolvimento de produtos em empresas de autopeças	Produção
Schuh, G., M. Lenders and S. Hieber	2011	Lean innovation-introducing value systems to product development	International Journal of Innovation and Technology Management
Von Wurtemberg, L. M., J. Lillieskold and E. Ericsson	2011	Abstract Model of LPD: A Critical Review of the Lean Product Development Concept	Proceedings of Picmet 11: Technology Management in the Energy-Smart World (Picmet)
Wasim, A., E. Shehab, H. Abdalla, A. Al-Ashaab, R. Sulowski and R. Alam	2013	An innovative cost modelling system to support lean product and process development	International Journal of Advanced Manufacturing Technology
Tyagi, S., X. Cai, K. Yang and T. Chambers	2015	Lean tools and methods to support efficient knowledge creation	International Journal of Information Management

Quadro 1 – Portfólio Bibliográfico – PB. Fonte: Dados da pesquisa

Conforme Quadro 1 foram encontrados 09 artigos que passam a formar o portfólio bibliográfico.

## 4. RESULTADOS DA PESQUISA

### 4.1 Análise Bibliométrica

Nesta etapa do trabalho, realiza-se a análise das publicações presentes no portfólio e de suas referências, considerando: i) relevância dos periódicos; ii)

reconhecimento científico dos artigos; iii) autores de maior destaque; e iv) palavras-chaves mais utilizadas. Inicia-se pelos 09 artigos do portfólio bibliográfico, seguindo pelas 168 referências destes artigos, e por fim, é efetuada a análise combinada do cruzamento entre os dois conjuntos de informações.

#### 4.2 Análise bibliométrica do Portfólio

A primeira análise sob o Portfólio Bibliográfico consiste em identificar quais são os periódicos com o maior número de publicações relacionadas ao tema, servindo de referência para futuras pesquisas relativas ao assunto. É o que mostra o Quadro 2.

Períodico	N° de Artigos
International Journal of Information Management	1
Ieee Transactions on Engineering Management	1
International Journal of Advanced Manufacturing Technology	1
International Journal of Innovation and Technology Management	1
International Journal of Production Economics	1
Journal of Construction Engineering and Management	1
Technology Management in the Energy-Smart World (Picmet).	1
Produção	1
Systems Engineering	1

Quadro 2 - Periódicos com o maior número de publicações relacionadas ao tema. Fonte: Dados da pesquisa

Conforme informações do quadro 2, nota-se que a quantidade de artigos por periódico é igual, portanto, não se tem um Journal que seja o destaque no portfólio bibliográfico. Outro fator que se pode considerar é que todos estão ligados à área de tecnologia e/ou engenharia e produção.

A segunda análise busca identificar a relevância dos artigos no meio acadêmico, através da verificação do quantitativo de citações dos mesmos, utilizando o Google Acadêmico (2015), conforme quadro 3:

ARTIGOS	CITAÇÕES NO GOOGLE ACADÊMICO
Adding value in product development by creating information and reducing risk	165
Lean product development flow	147
Achieving lean design process: Improvement methodology	118
Lean innovation-introducing value systems to product development	51
Customer focused lean production development	28
Práticas de gestão no desenvolvimento de produtos em empresas de autopeças	21

Abstract Model of LPD: A Critical Review of the Lean Product Development Concept	12
An innovative cost modelling system to support lean product and process development	11
Lean tools and methods to support efficient knowledge creation	8

Quadro 3 - Número de citações do artigo no Google Acadêmico (2015). Fonte: Dados da pesquisa

A partir do Quadro 3, é possível identificar que os três primeiros artigos destacam-se, uma vez que, juntos, possuem 430 citações de um total de 561, o que representa mais de 77% do total de citações.

A terceira etapa analítica teve por objetivo identificar, entre os autores envolvidos na produção dos artigos do Portfólio Bibliográfico, aqueles que mais publicaram. Dentre os 30 autores não houve destaques, pois todos participaram em apenas 1 das 9 publicações do portfólio bibliográfico.

Por fim, a quarta etapa buscou estratificar a relação das palavras-chaves mais utilizadas nos artigos. Este processo tem por objetivo evidenciar os termos mais utilizados em relação ao tema da pesquisa, auxiliando no processo de busca em futuras pesquisas; bem como, permite aos pesquisadores descobrir se as palavras-chaves utilizadas como filtro no processo de busca para formar o PB foram adequadas.

As palavras-chaves que mais apareceram nos trabalhos podem ser visualizadas no Quadro 4:

Palavras chave do PB	Qtde
Product development	4
Lean product development	3
Project management	3
Design	2
Lean	2
Lean systems engineering	2
systems engineering	2
Lean Product Development	1
Aerospace applications	1
Architectural design	1
autoparts industry	1
change process	1
Chief engineer	1
Construction industry	1
Construction projects	1
cost modelling	1
Costs	1
Design management	1
Dynamic knowledge	1
Evaluation	1
Flow	1

Heavyweight program manager	1
Information analysis	1
Information technology	1
innovation management	1
Knowledge asset	1
knowledge-based engineering	1
Lean innovation	1
lean organization	1
Lean thinking	1
Legacy	1
management practices in product development	1
Market consultants	1
mistake proofing (poka yoke)	1
product development process management	1
Pull	1
risk management	1
Scheduling	1
SECI mode	1
set-based concurrent engineering	1
Standardization	1
Structural analysis	1
Takt period	1
Takt time	1
Technological change	1
Technology transfer	1
Uncertainties	1
Value	1
value stream	1
Value stream mapping	1
value system	1
Value-based	1

Quadro 4 – Palavras-chave do Portfólio mais citadas. Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Observando o Quadro 4, nota-se que o termo Product Development, Lean Product Development e Project Management apareceram mais vezes quando se trata do tema de avaliação do grau de maturidade das empresas na Implementação da Filosofia Lean no PDP, do que se pode afirmar que são temas mais relevantes na pesquisa sobre o assunto.

### 4.3 Análise bibliométrica das referências dos artigos do Portfólio

A análise bibliométrica das referências dos 09 artigos que compõe o portfólio Bibliográfico envolveu um total de 162 artigos.

Os artigos que constam nas referências do PB foram publicados em 95 diferentes periódicos. Deste total, 21 periódicos concentram 88 publicações, ou seja 54% do total, conforme apresenta a figura 3:

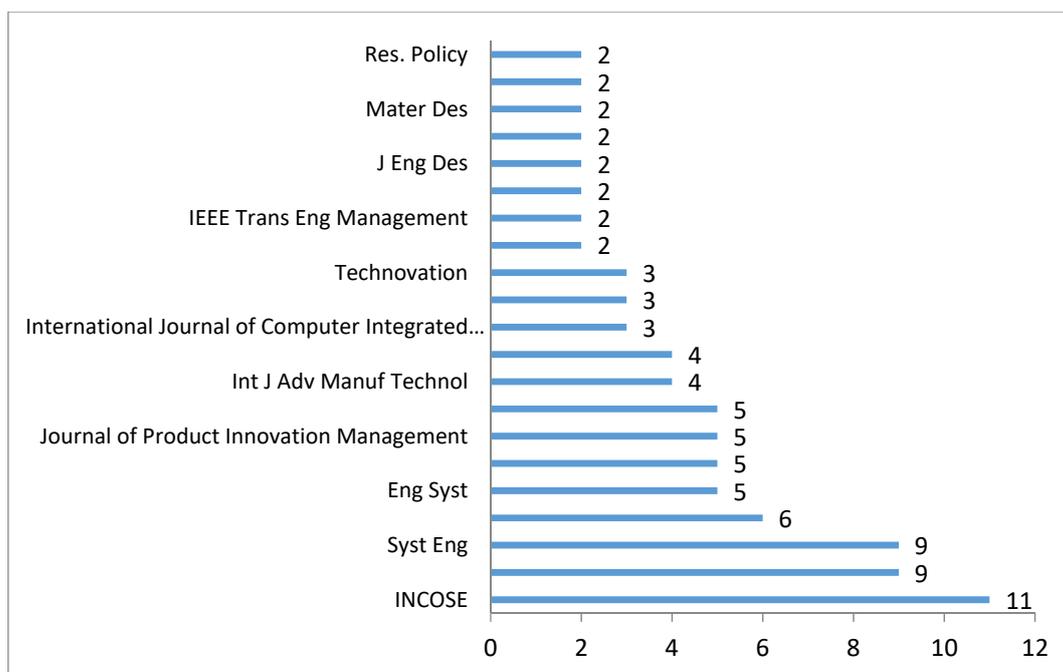


Figura 3 - Referências dos artigos por periódico. Fonte: Dados da Pesquisa 2015

Destaca-se, a partir disso, os 04 periódicos que possuem maior número de artigos referenciados no PB, bem como suas quantidades: INCOSE - International Council on Systems Engineering (11), Productivity (09), Systems Engineering (09), Harvard Business Review (06).

A segunda análise caracteriza-se pela verificação da relevância dos artigos do Portfólio Bibliográfico nas referências bibliográficas de outros artigos do portfólio, através da indicação do quantitativo de citações dos artigos do PB nas referências dos artigos do PB.

Na próxima etapa, identificaram-se os autores com maior participação nas referências do Portfólio Bibliográfico, sendo que foram contabilizados 367 autores citados nas referências, dos quais 30 possuem participação em 95 artigos, o que corresponde a 58% dos artigos que compõe as referências.

### 4.4 Análise combinada

A terceira etapa da análise bibliométrica consiste na análise combinada entre os artigos do Portfólio Bibliográfico e as referências do Portfólio Bibliográfico.

Este processo ocorreu em três etapas: i) análise combinada dos periódicos onde se encontram publicados os artigos do PB com os periódicos onde estão publicados todos os trabalhos presentes das referências bibliográficas; ii) análise combinada entre o número de citações dos artigos do Portfólio, buscando no Google Acadêmico (2015), com o número de vezes que os autores destes artigos aparecem nas referências do PB; iii) análise combinada entre o número de artigos do autor no PB e nas referências do PB.

A primeira análise combinada destina-se a verificar a existência de Periódicos em destaque. O resultado dessa análise constitui a Figura 4.

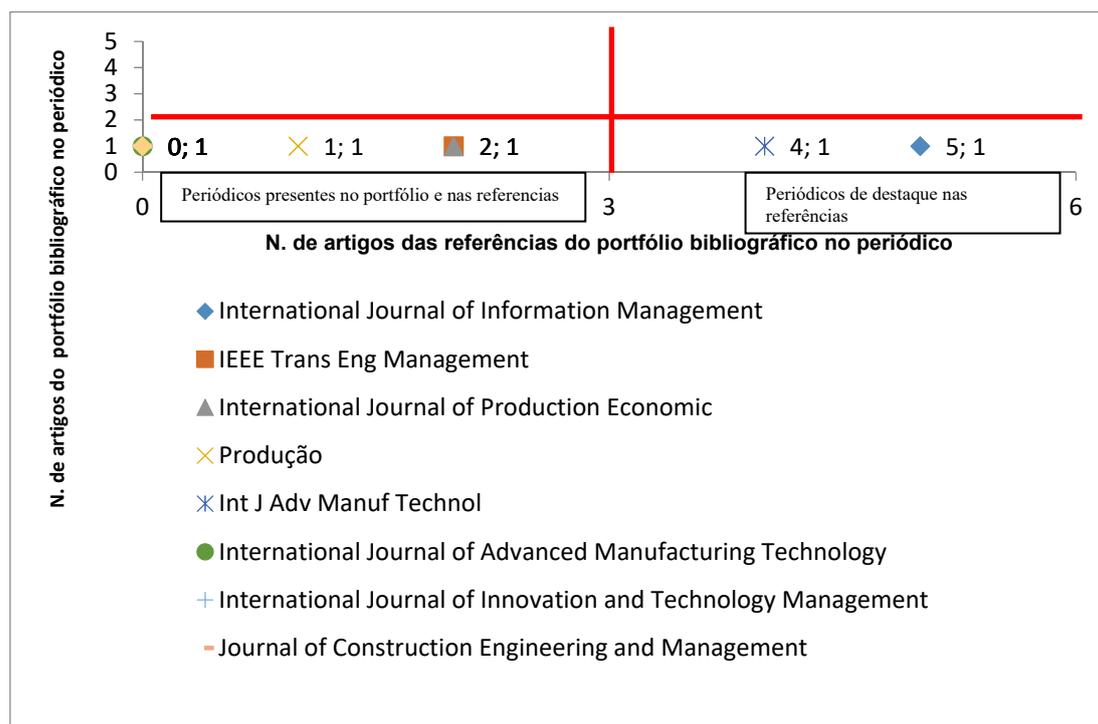


Figura 4 - Análise combinada para verificar a existência de periódicos em destaque. Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando a figura 4, foi possível concluir que os periódicos IEEE Trans Eng Management, International Journal of Production Economic, Produção, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, International Journal of Innovation and Technology Management, Journal of Construction Engineering and Management, Systems Engineering, estão presentes no portfólio e nas referências, os periodicos International Journal of Information Management, International Journal of Advanced Manufacturing Technology estão em destaque no Portfólio e nas referências.

A segunda etapa do trabalho de análise do reconhecimento científico dos artigos do portfólio bibliográfico, utilizou-se a base de dados do Google Acadêmico para a pesquisa do número de citações de cada artigo. Desta análise concluiu-se que as publicações de Nonaka, A. (1994), Nonaka, I., Toyama, R., & Konno, N. (2000), J. R. Hauser and D. Clausing (1988), Gold, A. H., Malhotra, A., & Segars, A. H. (2001), Leonard, D., & Sensiper, S. (1998), são os artigos de maior relevância,

por ter um número elevado de citações (17.517, 3.744, 3.744, 2.775 e 2055), em relação as demais publicações presentes no portfólio de artigos. As demais publicações variaram de 1.566 a 02 citações.

A terceira análise combinada entre o número de artigos do autor no PB e nas referências do PB, para a análise do grau de relevância dos autores, nota-se que o autor Tyagi, S. destaca-se no portfólio bibliográfico com 01 artigo e nas referências do PB com 08 artigos e o autor Essam Shehab com 01 artigo no PB e 05 nas referências. Desta forma conclui-se que os autores Satish Tyagi e Essam Shehab possuem uma vertente de estudos mais forte no tema da presente pesquisa.

Quanto à análise das palavras-chave mais utilizadas, constatou-se um número maior de palavras relativas ao eixo de pesquisa PDP - Product Development e Lean, com menos incidências de palavras relacionadas ao eixo de pesquisa, Implementação de ferramentas, isso demonstra um alinhamento dos termos da presente pesquisa, com o que a literatura referente o tema da pesquisa utiliza.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho objetivou construir, no pesquisador, um conhecimento inicial necessário, para iniciar uma pesquisa sobre a Implementação da Filosofia Lean no PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos, cientificamente justificado.

Dentre os resultados da aplicação da pesquisa, constatou-se que o processo estruturado utilizado, auxiliou os autores a selecionar, dentre de 2.224 títulos disponíveis para pesquisa nas bases de dados Scopus e ISI, 09 artigos que passaram a servir de suporte à pesquisa.

Cabe ressaltar que este trabalho está limitado à amostra dos periódicos pesquisados e às palavras-chave utilizadas. A análise delimitou-se a artigos científicos, referentes à Implementação da Filosofia Lean no PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos, disponibilizados gratuitamente no Portal CAPES.

Com a realização da pesquisa foi possível constatar que os seguintes periódicos possuem relevância no tema estudado: INCOSE, Productivity , Systems Engineering, Harvard Business Review, Engineering and System, International Journal of Information Management, Journal of Product Innovation Management, Sloan Manage Review, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Management Science.

Desta forma conclui-se que os autores Satish Tyagi e Essam Shehab, tem uma vertente de estudos mais forte no tema Implementação da Filosofia Lean no PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos.

## REFERÊNCIAS

ALAVI, M.; CARLSON, P. **A review of MIS research and disciplinary development.** Journal of Management Information Systems, 8, n. 4, Spring 1992. 45-62.

BAUCH, C. **Lean Product Development: Making waste transparent.** Munich, 2004. 140 p. Tese (Doutorado) – Technical University of Munich

BORTOLUZZI, S.C. et al. **Avaliação de desempenho em redes de pequenas e médias empresas: Estado da arte para as delimitações postas pelo pesquisador.** Estratégia & Negócios. V. 04, n. 02, p. 202-222, jun/dez. 2011a.

BORTOLUZZI, S.C. et al. **Avaliação de desempenho econômico-financeiro: Uma proposta de integração de indicadores contábeis tradicionais por meio da metodologia multicritério de apoio à decisão construtivista (MCDA-C).** Revista Alcance, v. 18, n. 02, p. 200 – 2018. Abr/jun. 2011b.

BACK, F.T.E.E. et al. **Processo para construir o conhecimento inicial de pesquisa ilustrado ao tema gestão de recursos humanos.** Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção. V. 10, p. 81 – 100, 2012.

BROWNING, T. R. **Value-Based Product Development: refocusing lean.** Engineering Management Journal, p. 168-172, 2000.

ENSSLIN, L. et al. **Proknow-C, Knowledge Development Process – Constructivist.** Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil, 2010.

GIL, ANTONIO CARLOS. **"Como elaborar projetos de pesquisa."** São Paulo 5 (2002): 61.

HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. **Learnig to involve. A review of contemporary lean thinking.** International Journal of Operations & Production Management, v. 24, n. 10, p. 994-1011, 2004.

KENNEDY, M. **Product Development for the Lean Enterprise: Why Toyota's System Is Four Times More Productive and How You Can Implement It .** Editora: Oaklea Press, 2003.

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.

REIS, Zaida Cristiane dos. **Antecedentes na implementação da filosofia lean no**

processo e desenvolvimento de produto (PDP). 2014. Tese de Doutorado.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SHINGO, S. **A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint**. [S.I.]: 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.

TAKEISHI, A. **Bridging inter-and intra-firm boundaries: management of supplier involvement in automobile product development**. Strategic Management Journal, v. 22, p. 403-433, 2001.

VILELA, L.O. **Aplicação do Proknow-C para seleção de um portfólio bibliográfico e análise bibliométrica sobre avaliação de desempenho da gestão do conhecimento**. Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa: V. 08, n. 01, p.76-92, 2011.

WASIM, Ahmad et al. **An innovative cost modelling system to support lean product and process development**. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 65, n. 1-4, p. 165-181, 2013.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The machine that changed the world**. New York: Rawson Associates, 1990.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation**. New York: Simon & Schuster, 1996.

WOMACK, J. AND JONES, D.T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth for Your Corporation**. Simon and Schuster: New York, NY, 2003.

**ABSTRACT:** The Lean philosophy can be used in any area of performance, such as in product development, the study aims, from a constructivist approach, carry out a systematic survey of the literature on the implementation of the Lean Philosophy in PDP - Product Development Process building a bibliographic portfolio (PB). The work is exploratory and descriptive, presenting readers with the topics of greatest influence in the area, as well as their needs in terms of research, defined from the selected portfolio bibliographic content analysis. As a tool for work, the model Knowledge Development Process - Constructivist (Proknow-C) was used. This model also allows the selection of a PB, led to the identification of the main periodicals, articles, authors and keywords on the topic. As a result, it was possible to build a portfolio of 09 articles, besides highlighting the journals most relevant authors and

keywords in the subject, through bibliometric analysis. Finally, in conclusion, they indicate some issues of interest to research.

**KEYWORDS:** PDP, Lean Philosophy, Proknow-C, systemic analysis.

## **CAPÍTULO XVI**

### **KATA DE MELHORIA: DESENVOLVENDO HABILIDADES PARA RESOLVER PROBLEMAS E APRENDER DE FORMA SISTEMÁTICA NO SESI SANTA CATARINA: UMA APLICAÇÃO LEAN NA ÁREA DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO**

---

**Carlos Fernando Martins  
Arlette Senhorinha Röse  
Ana Cláudia de Souza Brognoli  
Maria Bernardina Borges Paes e Lima  
Rodrigo Barddal**

**Kata de Melhoria: desenvolvendo habilidades para resolver problemas e aprender de forma sistemática no SESI SANTA CATARINA: uma aplicação Lean na área de Segurança e Saúde do Trabalho.**

**Carlos Fernando Martins**

Instituto SENAI de Tecnologia em Logística de Produção  
Itajaí – Santa Catarina

**Arlette Senhorinha Röse**

Serviço Social da Indústria (SESI)  
São José – Santa Catarina

**Ana Cláudia de Souza Brognoli**

Serviço Social da Indústria (SESI)  
São José – Santa Catarina

**Maria Bernardina Borges Paes e Lima**

Serviço Social da Indústria (SESI)  
São José – Santa Catarina

**Rodrigo Barddal**

Serviço Social da Indústria (SESI)  
São José – Santa Catarina

**RESUMO:** O pensamento enxuto (*Lean Thinking*) tem se propagado além das fronteiras das indústrias, alcançando empresas de serviços de modo geral. Nessas empresas, os ganhos podem ser ainda maiores se comparados com os obtidos pelas indústrias. Há inúmeras ferramentas Lean que podem ser aplicadas em serviços seguindo os mesmos princípios das áreas manufatureiras. Todavia, importar essas ferramentas do mundo fabril é o lado visível do Lean e suas práticas. Há outro lado menos óbvio que precisa ser compreendido para se obter os verdadeiros benefícios do Lean em médio e longo prazo. Neste contexto, este artigo tem como objetivo de apresentar uma aplicação de uma sistemática de análise e solução de problemas por meio do *kata* de melhoria na área de Segurança e Saúde do Trabalho numa unidade do Serviço Social da Indústria de Santa Catarina (SESI-SC) com a finalidade de explorar a aprendizagem da equipe envolvida. A melhoria da qualidade e redução do tempo de atendimento do exame médico ocupacional, além do desenvolvimento de uma equipe de kaizen, constam como principais resultados desta pesquisa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lean; Kata; PDCA, saúde.

## **1. INTRODUÇÃO**

Analisar a filosofia Lean sob a ótica de suas ferramentas visuais parece um tanto fácil. São inúmeras as ferramentas Lean com as mais variadas aplicações com o objetivo de reduzir perdas por meio da eliminação de desperdícios. Liker e Meier (2007) propõem algumas para atuar essencialmente na fase de estabilidade

dos processos, dentre elas: o exercício do círculo, ou seja, observar *in loco* a fim de compreender o problema antes de qualquer tomada de decisão; o trabalho padronizado com o objetivo de identificar as etapas básicas do trabalho, medir os tempos para as atividades; aplicação dos 5S como forma de organizar o posto de trabalho e a Análise e Solução de Problemas por meio da filosofia A3.

Dentre as várias ferramentas Lean, as mais comuns são o Kanban e o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV). Esta última, consistindo do mapeamento de todas as atividades, tanto as que agregam, quanto as que não agregam valor sob a ótica do cliente. (ROTHER; SHOOK, 2003).

Menos sensível aos olhos humanos, se comparados com as ferramentas citadas, são os princípios do Lean, que podem ser entendidos como aquilo que vem antes das ferramentas. São 5 esses princípios de acordo com Womack e Jones (2004):

- a) Defina valor para o seu cliente;
- b) Defina a cadeia de valor;
- c) Faça fluir;
- d) Onde não for possível o fluxo, puxe;
- e) Busque a perfeição.

É comum encontrar empresas que se iniciam no Lean por meio do uso de ferramentas Lean, cuja implantação é um processo lógico com início, meio e fim, entretanto, são raras as empresas que focam nos princípios e que usam estas ferramentas para colocar estes princípios em prática, interpretando o Lean como uma jornada e não um programa de melhoria.

Ainda mais intangível à compreensão humana é a forma de como se aplicam esses princípios, especialmente o princípio da melhoria contínua. A forma como se dá o PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) é o que pode distinguir uma empresa que pratica Lean de outra que pensa que é Lean. É aqui que surge o Kata de melhoria, uma forma de realizar melhorias de forma sistematizada e desenvolver novos hábitos por meio de práticas do PDCA. (ROTHER, 2015).

Neste contexto, este artigo tem por objetivo apresentar um exemplo da aplicação de uma sistemática de análise e solução de problemas por meio do *kata* de melhoria na área de Segurança e Saúde do Trabalho (SST) na Unidade Regional (UR) Grande Florianópolis do Serviço Social da Indústria (SESI-SC).

## **2. A EVOLUÇÃO DO PENSAMENTO ENXUTO ALÉM DAS FRONTEIRAS DAS INDÚSTRIAS**

O Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*) foi divulgado para o mundo ocidental mediante o *best seller* de James Womack 'A Máquina que mudou o mundo' em 1990, reportando o Lean como sinônimo de práticas superiores, tendo a Toyota como empresa pioneira. (VOSS, 1995; WOMACK; JONES; ROOS, 2004). Womack e Jones (2004) descrevem o *Lean Thinking* como o antídoto contra os desperdícios de produção.

Não obstante, este antídoto passou a ser usado em outras áreas como desenvolvimento de produtos, setores administrativos em geral, mais conhecido com *Lean Office* ou *Lean Service*, Tecnologia da Informação (TI) e saúde, sempre com o mesmo enfoque: reduzir desperdícios. (BELL; ORZEN, 2013; IMAI, 2014).

No contexto de serviços, Womack e Jones (2006) citam alguns princípios básicos para o setor de serviços:

- a) Resolva o problema do cliente completamente e permanentemente;
- b) Não desperdice tempo do cliente;
- c) Forneça exatamente aquilo que o cliente quer, o valor onde ele quer, quando ele quer;
- d) Forneça valor que o cliente realmente quer e não apenas as opções existentes.

Byrne (2014) comenta que, embora seja mais difícil de entender os processos nas empresas de serviços e onde há mais resistências a qualquer tipo de mudança, “quando você começa a investigar os processos em uma empresa de serviços, descobre a possibilidade de ganhos enormes”. (*ibidem*, p.187).

### 3. O LADO MENOS ÓBVIO DO LEAN

Pensar em ferramenta como um fim em si mesma é meramente outra forma de desperdício. A maneira como se dá a gestão Lean precisa ser bem compreendida. Questões como a ênfase em resolver problemas pontuais sem um propósito ou direcionamento, o apego a hábitos antigos e a falta de profundidade nas análises e soluções de problemas são alguns exemplos que demonstram que 80% do tempo e dos esforços necessários correspondem a tarefas que são menos óbvias e muito mais exigentes. (MANN, 2010).

Talvez a forma mais incompreendida do Lean e que a Toyota tem muito a ensinar é a forma de lidar com os problemas: a ênfase em mostrar esses problemas por meio de uma rica gestão visual e não escondê-los, a caminhada pelo *gemba* (local onde se gera valor) para enxergar os problemas por si só e não com base em relatórios, um rico ensinamento de como executar o PDCA em direção a um propósito. (LIKER; MEIER, 2007; MANN, 2010);

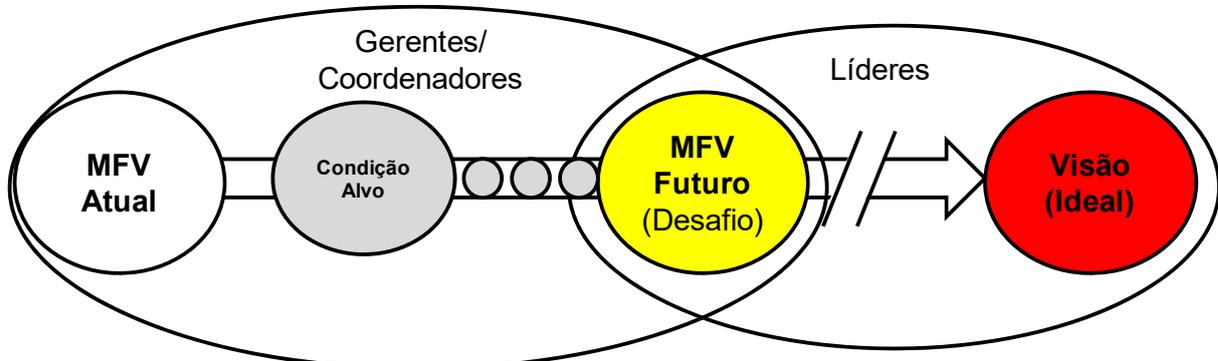
Especificamente sobre a forma de como executar o PDCA, Rother (2015) descreve esses ensinamentos como o *Kata* de melhoria, ou seja, um método ou padrão para lidar, de forma sistemática, com análise e solução de problemas.

Esquemáticamente, conforme figura 1, o método *kata* de melhoria consiste em:

- a) Definir a direção (desafio estabelecido pelo mapa de fluxo de valor futuro num prazo de 6 meses a 3 anos). A responsabilidade é dos líderes;
- b) Observar a condição atual (como funciona o processo atual);
- c) Definir uma Condição Alvo (como o novo padrão de processo deve funcionar). Esse padrão pretendido é em nível de processo e que pode ser atingido num prazo de 1 semana a 3 meses;

- d) Rodar o PDCA em direção à Condição Alvo em pequenos experimentos. A responsabilidade dos passos b, c e d são de coordenadores ou gerentes.

Figura 1 - O Modelo Kata de Melhoria Contínua



Fonte: adaptado de Rother (2015)

Há diversos aspectos não compreendidos na figura 1, entre eles, o desenvolvimento de um MFV futuro (desafio) colocado numa posição de “zona de conforto”, ou seja, uma condição previsível e que já se sabe o que fazer para chegar lá.

Esta postura advém de comportamentos mentais que são explicadas por Kahneman (2011) por meio da teoria de dois sistemas mentais: sistema 1 e sistema 2. O Sistema 1 (pensamento rápido) voltado para ações rápidas e automáticas, com pouco ou nenhum esforço mental, e o sistema 2 (pensamento lento) voltado para operações mentais mais laboriosas que envolvem concentração, pensamento lógico e coerente.

Embora ambos os sistemas sejam importantes para a sobrevivência humana, para análise e solução de problemas, frequentemente são utilizados hábitos antigos (antigas soluções ou crenças) para soluções futuras (atalhos criados pelo cérebro). O foco intenso numa determinada tarefa para resolução de problemas, acoplada às experiências passadas, torna as pessoas efetivamente cegas, deixando-as cegas para o óbvio e também para a própria cegueira. (KAHNEMAN, 2011).

Assim, de um ponto de vista do pensamento Lean, o resultado é o estabelecimento de um desafio em que já se preconiza saber como alcançá-lo por meio de um plano de ação (sistema 1). A zona de conforto criado involuntariamente pelos circuitos mentais (atalhos) leva o processo de melhoria contínua a aprendizagens próximas do zero, a experimentos que passam a ser previsíveis e uma atmosfera de desmotivação e falta de evolução.

Nesta linha de raciocínio, um aspecto importante do Lean é entender como definir os desafios. Para uma situação desafiadora, conforme Rother (2015), seria bastante proveitoso se a pergunta “não seria bom se o processo funcionasse assim?” pudesse perpetuar nas mentes humanas de modo que todas as objeções que impedem de atingir esse desafio fossem trabalhadas uma por uma, por meio de intensos ciclos de PDCA. Para isso, é fundamental mudar os hábitos, conforme aponta Duhigg (2012) em seu livro ‘o poder do hábito’ “você não pode eliminar um

velho hábito, só pode mudá-lo”. (*ibidem*, p.80). Esta seria a fórmula para envolver as pessoas na eliminação de desperdícios, promovendo novas soluções por meio de ciclos PDCA, e não apenas ter como meta transformar os fluxos de valor em enxuto como nas empresas tradicionais.

#### **4. O EXPERIMENTO LEAN NO SESI-SC.**

O SESI-SC, entidade da Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC) tem como missão promover a competitividade da indústria catarinense de forma sustentável e inovadora, influenciando a criação de um ambiente favorável aos negócios e ao desenvolvimento humano e tecnológico. A visão é consolidar-se com a organização empresarial líder na promoção da competitividade da indústria catarinense. (SESI, 2015).

O SESI-SC está presente em todo o território catarinense, distribuído em 13 URs, sendo a UR da Grande Florianópolis a primeira a iniciar a jornada Lean.

A seguir, apresentam-se os quatro momentos que configuram o início da trajetória Lean.

##### **3.1 Primeiro Momento: a conscientização.**

De início, com apoio da direção e lideranças, dentre os vários serviços de SST, o Exame Médico Ocupacional (EMO) foi selecionado, não apenas pelo fato de ser o mais complexo, mas pelo fato de poder trazer bons resultados e motivação, além de preparar a equipe para os próximos desafios. Em linhas gerais, trata-se de um processo fundamental para a segurança e saúde dos trabalhadores e para o cumprimento da legislação vigente.

Neste contexto, o EMO apresentava problemas como esperas prolongadas por parte dos clientes e retrabalhos nas guias de solicitação de serviços (100% das guias com algum problema de preenchimento por parte dos clientes).

Após a definição do problema, realizou-se uma sensibilização Lean envolvendo todos os colaboradores com o objetivo de entender o que são desperdícios dentro de um serviço e como visualizá-los por meio dos Mapas de Fluxo de Valor de consumo e provisão.

##### **3.2 Segundo Momento: onde estamos.**

Para esta etapa, dois fluxos de valor foram desenhados pela equipe de kaizen: o fluxo do consumo (o olhar do cliente) e o fluxo da provisão (o olhar do SESI-SC). Três condições foram satisfeitas no que diz respeito às pessoas envolvidas:

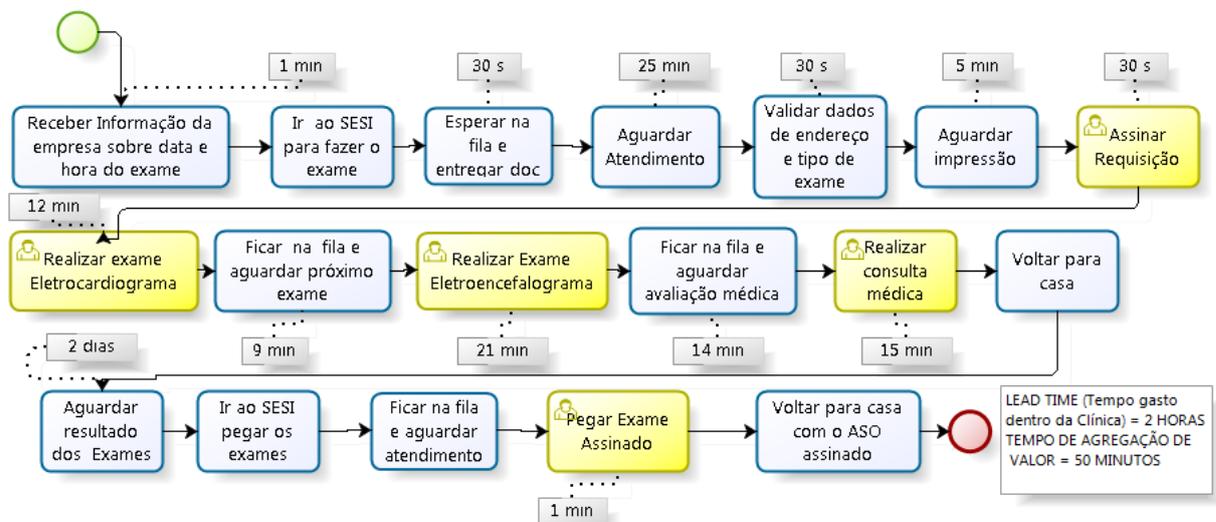
- a) Puderam ver todo o processo;

- b) Entenderam toda a lógica (consumo versus provisão) e enxergaram a necessidade de mudar. Mudar, inclusive, os hábitos;
- c) Acreditaram nos benefícios do novo processo (terceiro momento).

Foram essas três condições que reduziram substancialmente os obstáculos, e possíveis resistências internas e trouxeram motivação pessoal em busca de um processo melhor.

As figuras 2 e 3 mostram os processos de consumo (visão do cliente) e provisão respectivamente. O tempo total de atendimento (lead time) foi de 2 horas. Todavia, as atividades que agregam valor foram de 50 minutos.

Figura 2 – Fluxo de Valor atual de Consumo



Fonte: dos autores (2015)

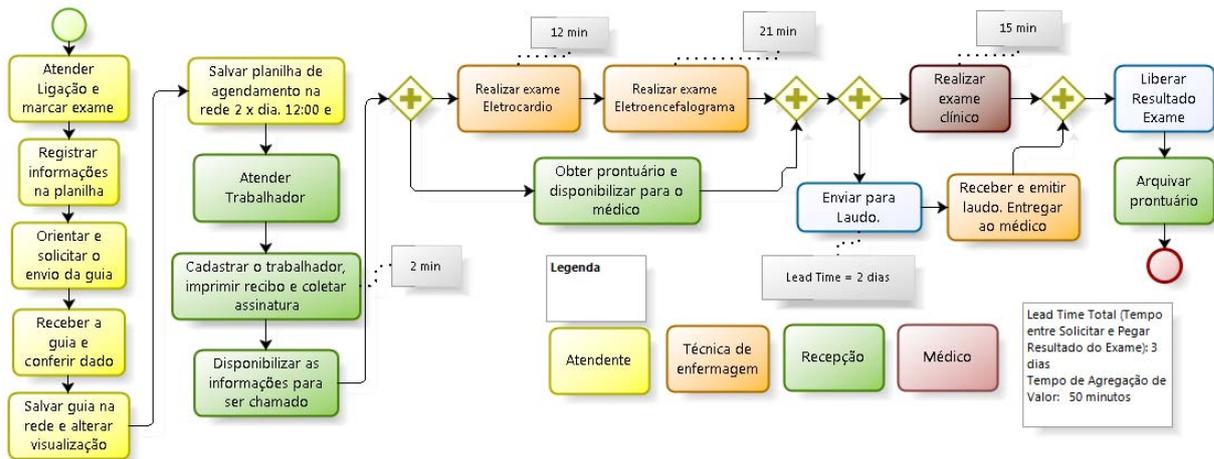
### 3.3 Terceiro Momento: para onde vamos (direção).

O terceiro momento representou a elaboração do MFV futuro observando os princípios do Lean mostrado na figura 4, com ganhos projetados em torno de 50% do *lead time* (tempo total de espera, mais o tempo de atendimento) e em 80% de qualidade (meta estabelecida em 20% para erros de guias de atendimento).

O MFV futuro trata de um compromisso de 6 meses com objetivos claros e inegociáveis, pensando no desafio a ser enfrentado como sendo uma pergunta: “não seria bom se o processo EMO funcionasse assim?”

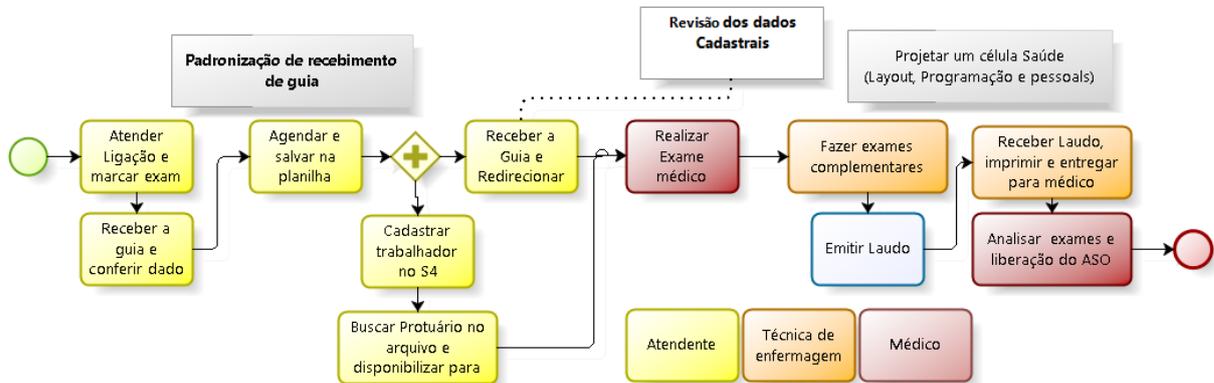
O lado sombrio das empresas que pensam ser Lean começa exatamente aqui, em que um desafio está dentro da previsibilidade, ou seja, sabe-se como chegar lá por meio de um plano de ação detalhado.

Figura 3 – Fluxo de Valor atual da Provisão



Fonte: dos autores (2015)

Figura 4 – Fluxo de Valor Futuro da Provisão



Fonte: dos autores (2015)

Para esta aplicação, o verdadeiro desafio estava em compreender os erros das guias de atendimento e estabelecer um fluxo contínuo para o atendimento do cliente. Toda a experiência pautou-se em olhar a realização do EMO com os olhos do cliente e não da instituição. Uma verdadeira aprendizagem por meio dos conflitos do que é valor e o que não é valor para o cliente, além dos desafios ao se estabelecer um fluxo padronizado do atendimento médico para a classe médica, que habitualmente é mais voltada ao trabalho prático, em que os integrantes da equipe tem sua forma de trabalho bastante sedimentada e, conseqüentemente resistentes às mudanças.

Apesar da preocupação constante com a qualidade do atendimento, a realização dos atendimentos médicos não constitui uma vantagem competitiva em si, mas apenas uma paridade com outras instituições que executam o mesmo serviço do SESI-SC. A vantagem competitiva advém da melhoria contínua dos processos, da inovação dos serviços prestados e do aprendizado adquirido. Assim, o desafio do SESI-SC passa pela identificação dos processos essenciais como o EMO, pela avaliação da eficiência deste processo e pela conversão destas práticas

em documentos padronizados a fim de agregar valor para o cliente e gerar o ciclo de melhoria contínua.

### 3.4 Quarto Momento: o que vamos fazer.

Para atingir o estado futuro, a equipe de kaizen criou um plano de iniciativas macro com duas atividades:

- 1) Definir um padrão de guia de atendimento para reduzir os erros de guia em 80%. Prazo: Jan-Mar/2015.
- 2) Definir um fluxo contínuo no EMO para reduzir em redução de 50% do lead time do cliente num prazo de 3 meses. Prazo: Abr-Jun/2015.

Pensando apenas do ponto de vista de gerenciamento de projetos, a resposta ao “o que vamos fazer?” é definida com base de um detalhamento minucioso das ações logo no início da definição do escopo do projeto, havendo mais preocupação quanto ao que precisa ser feito (caminho planejado e datas de entregas) do que simplesmente a atenção focada aonde se quer chegar. Neste caminho, deve prevalecer o caminho real e a realizações de ações concretas.

Assim, duas práticas comuns de gerenciamento de projetos foram consideradas como atividades não agregadoras de valor: a manutenção de cronogramas detalhados e preparação de relatórios sobre o andamento do projeto.

Pensando de um ponto de vista de gestão de projetos Lean, a aplicação exaustiva do PDCA aqui foi para romper esse paradigma: as atividades podem e irão mudar ao longo da jornada. Não há como definir um plano de ação detalhado dentro de uma zona de imprevisibilidade (caminho em direção à condição futura) dentro da visão Lean. É preciso focar mais nas necessidades reais do que às necessidades planejadas. Neste caso, as tarefas são ajustadas com base nos fatos e dados descobertos.

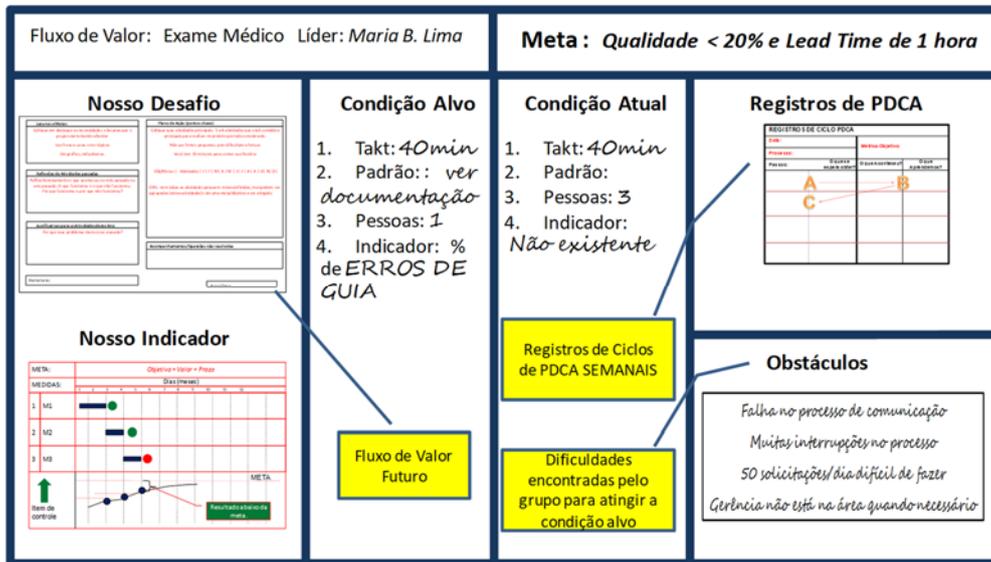
Para a equipe Kaizen, a execução do ciclo PDCA contemplou a criação de uma sala *Obeya* (grande sala) para comunicar os problemas de projeto em tempo real e visualizar:

- a) A definição de alvos específicos a serem atingidos. Um padrão de processo para a Guia e, posteriormente, um padrão de fluxo para o EMO;
- b) O padrão da guia de atendimento foi estabelecido e foi definido um prazo de 3 meses para se atingir esse padrão. O alvo estipulado foi: nenhum atendimento será realizado sem guia e o limite máximo de erros no preenchimento de 20%;

A equipe desenvolveu uma ferramenta visual para acompanhar os ciclos de melhoria em direção à condição alvo conforme figura 5. O desafio foi colocado em um relatório A3. A condição alvo definiu o ritmo da demanda (takt), o padrão de processo, os recursos necessários, as pessoas envolvidas e um indicador de desempenho. O Caminho que leva à condição alvo foi classificado como zona de aprendizagem. Nesta etapa, o ciclo PDCA é a chave do sucesso para passar por áreas

imprevisíveis, resultando em avanços e aprendizagens, como verdadeiros experimentos em direção à condição alvo.

Figura 5 – Quadro de Gestão Visual



Fonte: dos autores (2015)

c) Para os registros de ciclos PDCA, foi usada uma ferramenta adicional mostrada na figura 6.

Figura 6 – Registros do Ciclo PDCA.

REGISTROS DE CICLO PDCA		
<b>Data:</b>	<b>Métrica:</b>	
<b>Processo:</b>		
<b>Passos:</b>	<b>O que se espera obter?</b>	<b>O que Aconteceu?</b>
		<b>O que Aprendemos?</b>
	A	B
	C	

Fonte: dos autores (2015).

O resultado B alcançado por meio do passo A definirá o passo C. A diferença entre o que se esperava acontecer e o que efetivamente aconteceu é o que Rother (2015) chama de processo de aprendizagem. O que se aprendeu aqui é que, na medida em que os fatos foram acontecendo e sendo descobertos, os passos eram alterados para atender às necessidades reais e não as planejadas, sempre em direção à condição alvo estabelecida. Neste caso, quanto maior o número de

registros do ciclo PDCA, melhor, uma vez que cada ciclo gera uma nova aprendizagem. Para este kaizen o ciclo de aprendizagem foi de uma semana.

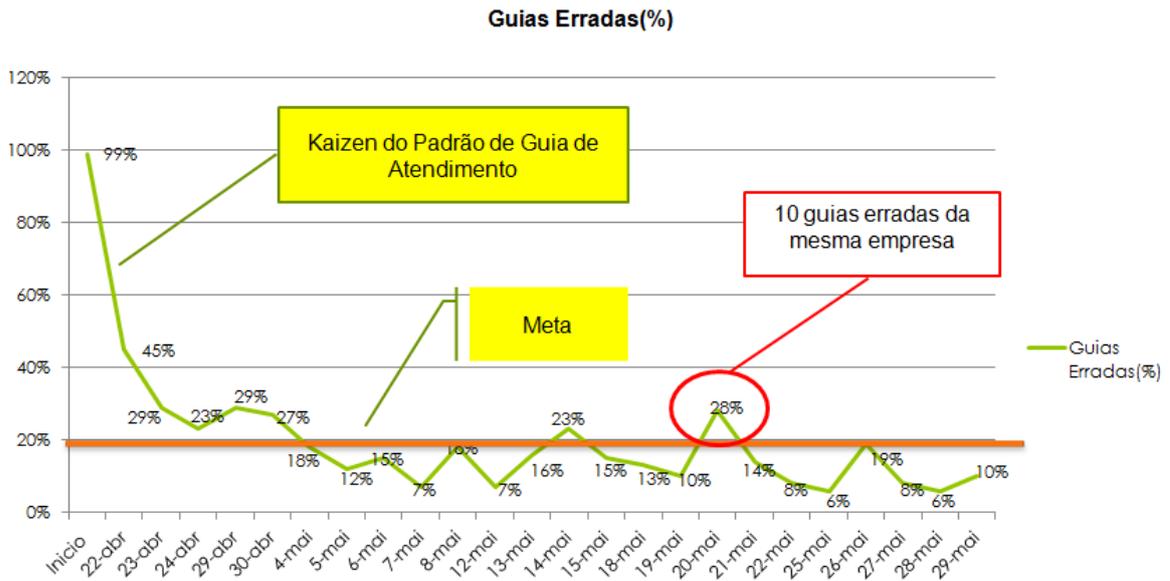
- d) Numa visão mais tradicional, quanto mais previsível ou assertivo for passo, melhor, ou seja, não se espera um resultado diferente daquele que fora planejado. De um ponto de vista do Lean, algo precisa ser questionado: se o que se espera for igual ao realizado, então:
  - i) Se a tarefa 'a fazer' é assertiva, então ela não deveria ser um passo do PDCA;
  - ii) Se a condição alvo não é desafiadora, a tarefa realmente será assertiva e o nível de aprendizagem se aproxima do zero. Cai também o processo de motivação e de melhoria contínua;
  - iii) Pode-se definir com precisão de onde se quer chegar, mas o caminho dependerá dos fatos reais. Se aquilo que foi previsto efetivamente aconteceu, o grupo precisa se questionar: a condição alvo foi definida fora da zona de conforto?
  - iv) O aprendizado se dá por ciclos contínuos de PDCA. As ferramentas enxutas são úteis apenas para apoiar o padrão pretendido (*kata* de melhoria). Sem esta definição, as ferramentas tornam-se outras formas de desperdícios.
- e) A forma sistemática de executar o PDCA por parte da equipe de Kaizen do SESI-SC constitui-se no verdadeiro aprendizado da equipe.

## 5. RESULTADOS

Os indicadores demonstraram que a equipe atingiu o desafio proposto. A figura 7 mostra o levantamento dos problemas nas guias após o estabelecimento do padrão a ser atingido. Os erros anteriores ao mês de Abril totalizaram 100%, ou seja, todas as guias demandaram retrabalho.

Após o *Kaizen*, houve uma redução significativa destes erros. Todavia, dois episódios mostraram valores acima do limite de 20% de erros, o que fez a equipe rodar o PDCA para corrigir os problemas e voltar ao padrão estabelecido.

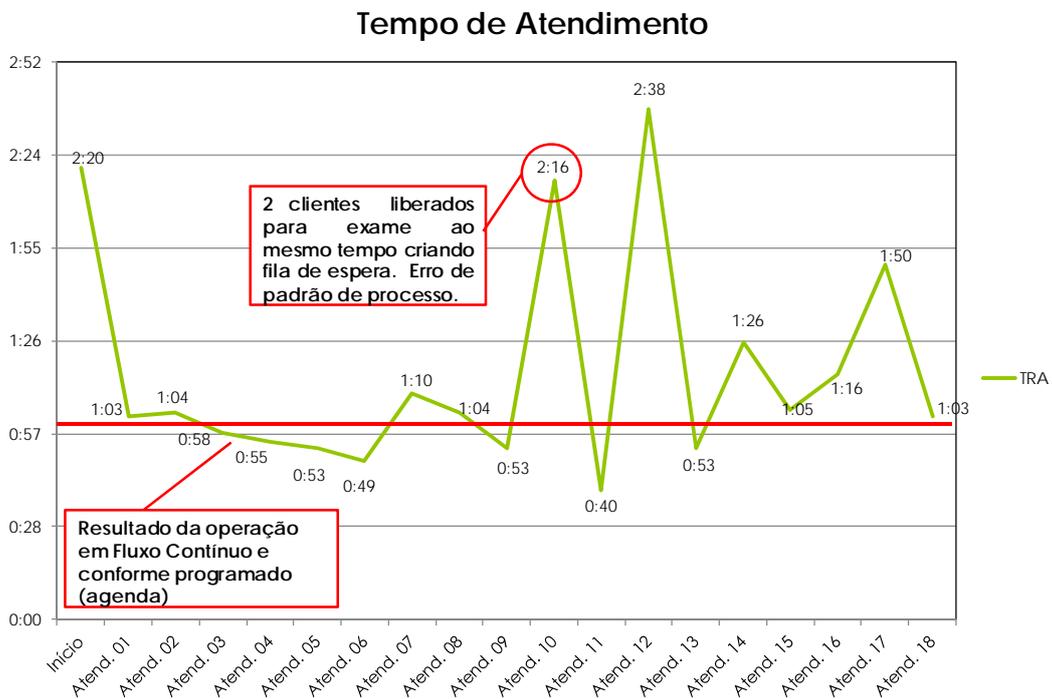
Figura 7 – Indicador Erros de guia de atendimento



Fonte: da pesquisa (2015)

Quanto ao fluxo do EMO, o *lead time* de duas horas passou para 50 minutos. Esse processo ainda está em estabilização conforme figura 8.

Figura 7 – Lead Time do Cliente antes e após kaizen condição alvo fluxo no atendimento.



Fonte: da pesquisa (2015).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não se pode duvidar dos ganhos do Lean nas diversas áreas, especialmente onde há um mundo para descobrir quando as empresas são de serviços. Há uma resistência natural para isso, mas é preciso enfrentar esses obstáculos por meio do envolvimento das pessoas que agregam valor.

Usar as ferramentas do Lean pode ser simples, especialmente para aqueles que entendem como usá-las. Saber usá-las para se atingir um padrão de processo pode ser um verdadeiro desafio.

Assim, a aplicação do Lean no SESI-SC procurou mostrar algo fundamental e que, frequentemente, é preterido por parte das empresas: a formação de uma equipe com habilidades PDCA.

Os resultados encontrados evidenciaram os benefícios do Lean de forma objetiva. A contribuição que o Lean trouxe foi que, para ser uma organização que aprende a solução de problemas por meio do trabalho em equipe com entendimento profundo do PDCA são maiores do que a contribuição individual dentro de um plano de ação detalhado.

Neste contexto, ficou evidenciado a importância de se trabalhar o PDCA em uma direção estabelecida, uma vez que, sem um alvo determinado, muda-se de direção a todos os momentos, especialmente quando se encontram problemas no meio do caminho.

Observa-se, com frequência, que o desafio proposto às equipes é estabelecido meramente com foco nos resultados e o caminho para se chegar até eles é conhecido. Esse é um processo comum que não demanda grande esforço e que leva a resultados modestos, muito aquém do que a filosofia prega e do que ela pode proporcionar. De um lado, é de importância capital que os desafios propostos exijam da equipe criatividade e superação, de maneira que este processo seja motivador e estimule a participação de todos os envolvidos. Por outro, há que se ter em mente que os desafios devem ser exequíveis do ponto de vista dos recursos (humanos e materiais) necessários para atingir os desafios dentro do prazo estipulado.

Esses ensinamentos ficaram explícitos durante a primeira jornada Lean na UR Grande Florianópolis. Espera-se com isso, criar grupos de *coaching* em *Kata* de melhoria para levar esses mesmos ensinamentos a outros processos, sempre com foco na criação de novas oportunidades de melhoria.

## REFERÊNCIAS

BELL, Steven C. ORZEN, Michael A. **TI LEAN, Capacitando e Sustentando sua Transformação Lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2013.

DUHIGG, Charles. **O Poder do Hábito: por que fazemos o que fazemos na vida e nos negócios**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

IMAI, Masaaki. **Gemba Kaizen. Uma abordagem de Bom Senso à Estratégia de Melhoria Contínua.** Porto Alegre:Bookman, 2014.

KAHNEMAN, Daniel. **Rápido e Devagar: duas formas de se pensar.** Rio de Janeiro: Objetiva, 2011.

LIKER, Jeffrey K.; DAVID, Meier. **O Modelo Toyota: Manual de Aplicação.** Porto Alegre: Bookman, 2007.

MANN, David. **Liderança Lean. Ferramentas de Gestão para Sustentar a Cultura Lean.** São Paulo: Leopardo Editora LTDA, 2010.

ROTHER, Mike. **Toyota kata: gerenciando pessoas para melhoria, adaptabilidade e resultados excepcionais.** São Paulo: bookman, 2010.

ROTHER, Mike. **Improvement Kata Handbook.** Disponível em < <http://www-personal.umich.edu/~mrother/Homepage.html> > acesso em 02 mar. 2015.

SESI. Disponível em: <<http://www.sesisc.org.br>> Acesso em: 26 mai. 2015.

**ABSTRACT:** The Lean Thinking has been propagated to other areas beyond industries like service companies. The gains of these companies may be even greater compared with those obtained by the industries. There are numerous Lean tools that can be applied to services following the same principles of manufacturing areas. It is, however, the visible side of Lean. There is another side, less obvious that needs to be understood to obtain the real benefits of Lean in the medium and long term. In this context, this article aimed to present an application of a systematic analysis to solve problems by improvement kata in a unit of the Social Industry Service (SESI-SC) in order to explore the process learning of the team involved. In addition to reduction of quality problems and lead time of the client, the development of a kaizen team to generate continuous improvements are listed as main results of this Lean application.

**KEYWORDS:** Lean; Kata, PDCA, healthcare.

## **CAPÍTULO XVII**

### **LEAN MANUFACTURING: UM ESTUDO DE CASO SOBRE OS FATORES QUE INFLUENCIARAM O INSUCESSO NA IMPLANTAÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS**

---

**Priscila Gisele Albino  
Nilton dos Santos Portugal  
Thiago Zatti Rodrigues  
Oswaldo Henrique Barolli  
Pedro dos Santos Santos Portugal**

# LEAN MANUFACTURING: UM ESTUDO DE CASO SOBRE OS FATORES QUE INFLUENCIARAM O INSUCESSO NA IMPLANTAÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS

**Priscila Gisele Albino**

Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS-MG.

Varginha – MG.

**Nilton dos Santos Portugal**

Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS-MG.

Varginha – MG.

**Thiago Zatti Rodrigues**

Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS-MG.

Varginha – MG.

**Oswaldo Henrique Barolli**

Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS-MG.

Varginha – MG.

**Pedro dos Santos Santos Portugal**

Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS-MG.

Varginha – MG.

**RESUMO:** Atualmente, em um mundo com economia globalizada, a sobrevivência das organizações depende de sua capacidade e flexibilidade de inovar e realizar melhorias nos seus processos, produtos e serviços. Como consequência, as organizações vêm buscando cada vez mais ferramentas de gerenciamento para uma maior competitividade por meio da qualidade e da produtividade. O presente trabalho tem por objetivo descrever, utilizando-se de um estudo de caso com a aplicação de entrevistas, os fatores que levaram uma indústria de autopeças, instalada no Sul de Minas Gerais, ao insucesso na implantação do sistema Lean Manufacturing, podendo contribuir para que outras empresas não tenham as mesmas decisões e caminhos para a mudança.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manufatura enxuta; Mudança; Insucesso; Gestão de Processos; Indústria de Autopeças.

## 1. INTRODUÇÃO

Devido à forte concorrência e à crescente necessidade de atualização de processos, as empresas que dominam as melhores práticas organizacionais e produtivas são as que mais se destacam na arena competitiva. Não possuir tal domínio impõe necessidades de mudanças e a busca por técnicas e ferramentas de controle e melhoria contínua.

Com o intuito de exemplificar tal busca, o trabalho realizará uma revisão teórica sobre o sistema Lean Manufacturing, suas premissas e fatores que podem contribuir com o êxito em sua implantação.

Em seguida, são descritos os interesses da empresa, em estudo, pelo sistema e os porquês da decisão em implantá-lo e, por fim, os fatores que influenciaram o insucesso na implementação da mudança.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O sistema de produção enxuta, segundo Esteves (2014), surgiu em um momento de crise e da necessidade das empresas japonesas do setor automobilístico de desenvolverem métodos diferentes de fabricação de automóveis em relação às técnicas utilizadas pela indústria norte-americana, uma vez que perceberam que não conseguiriam competir com base nos mesmos conceitos. Dessa forma, surgiu um novo modelo de sistema de produção, conhecido como Lean Manufacturing, Sistema de Produção Enxuto ou Toyota Production System (TPS).

De acordo com Slack et al. (2009), a Toyota Motor Corporation é a organização considerada líder e originadora da produção enxuta, sincronizando de maneira progressiva e simultânea todos os seus processos para atingir alta qualidade, aperfeiçoar tempos e movimentos do processo produtivo e, por conseguinte, produtividade. Ainda os autores afirmam que o Toyota Production System é a denominação das práticas que moldaram as operações enxutas visando reduzir desperdícios, possuindo três principais ferramentas como importantes pilares, o Just in Time e o Kanban e a Automação (Jidoka).

A ferramenta Just in Time é definida como movimentação acelerada e coordenada de componentes ao longo da linha de produção e rede de suprimentos com o objetivo de atender à demanda do consumidor. É operacionalizado por meio do heijunka, ou seja, existe um nivelamento e suavização do fluxo de componentes. O Kanban com a indicação para os processos anteriores de que mais itens são imprescindíveis e nagare com o posicionamento dos procedimentos para obter um curso mais suave de componentes ao longo do processo produtivo. Para Rotondaro (2002), o Just in Time se resume na lógica essencial que orienta cada fase da cadeia de produção a produzir somente o produto solicitado no momento necessário e na quantidade correta.

Jidoka é descrito como capaz de “humanizar a interface entre operador e máquina”. Segundo a filosofia Toyota, a máquina deve estar disponível para atender ao propósito do operador, que deve ser deixado livre para praticar sua avaliação (LIKER, 2006). Jidoka é operacionalizado através de ideias a prova de falhas ou Jidoka de máquinas, autonomia para interromper a linha de produção ou Jidoka humano, controle visual ou status visual dos processos de produção e visibilidade dos padrões do processo.

Conforme Ritzman e Krajewski (2004), os sistemas de produção enxuta possuem importantes benefícios operacionais, tais como: (i) a redução da necessidade de espaço e dos prazos de entrega; (ii) o melhoramento do giro dos estoques e (iii) o aumento da produtividade da mão de obra direta e indireta e do

peçoal administrativo. Para aproveitar tais benefcios, de acordo com Corrêa et al. (2014), as empresas necessitam determinar claramente o valor de seus produtos ou serviços conforme compreensão e apontamento de seus clientes e, ainda, conhecer e entender os sete tipos de perdas que devem ser eliminados de todo processo e operaçã, sã elas: (i) a superproduçã, (ii) a espera do homem, (iii) o transporte, (iv) o excesso de processamento, (v) os estoques sem necessidades, (vi) os movimentos desnecessários e (viii) a produçã de defeitos.

Para Rotondaro (2002), sã caracterfsticas do sistema Lean Manufacturing a perspectiva racional dos recursos de produçã, a participaçã dos operários na implementaçã de melhores prticas do sistema, o combate aos desperdcios produtivos, a atençã aos indicadores de desempenho, o alinhamento com a estratgia de produçã, a racionalizaçã dos processos, a movimentaçã eficiente de materiais, a valorizaçã da observaçã prtica dos problemas, a aplicaçã das regras empíricas na busca de soluções e a implementaçã de melhorias por meio de projetos Kaizen.

Apesar de muitas empresas de diversos setores terem alcançado benefcios significativos com a adoçã dos conceitos de produçã enxuta, muitos gerentes tm se complicado nas tcnicas ao tentar implantar partes isoladas de um sistema enxuto sem entender o todo (fluxo e impactos sistêmicos na organizaçã) (ARAUJO, 2004).

Tais caracterfsticas, segundo Krajewski et al. (2009), definem os atributos dos sistemas de produçã enxuta para manufaturas e serviços. O compromisso com a padronizaçã na origem, entendida como um esforço de toda a organizaçã para melhorar os resultados por meio da atuaçã dos colaboradores como seus próprios inspetores de qualidade e a utilizaçã de lotes pequenos, com a vantagem de atravessarem o sistema de forma mais rápida, em caso de descoberta de algum problema, auxiliam a alcançar uma carga de trabalho uniforme no sistema. Ainda de acordo com os autores, a proximidade dos fornecedores ampara as organizações, uma vez que o sistema de produçã enxuta opera em baixo nível de estoque, contribuindo com a pontualmente, a qualidade e os resultados esperados.

Nesse sentido, a força de trabalho flexível, baseada no treinamento de operadores em vários postos de trabalho, provê a vantagem de realojamento dos mesmos quando surge um estrangulamento produtivo, trabalhadores em férias ou doentes, por exemplo, contribuindo ainda para mitigar o tédio e reanimar os colaboradores. Os fluxos de linha sã composições de mão de obra e equipamentos que objetivam a uniformidade do fluxo de trabalho e elimina o desperdcio de tempos e movimentos. Retomando Rotondaro (2002), o autor afirma que o sistema Lean Manufacturing também preconiza a adoçã de tcnicas e procedimentos que tornam o modo de produçã mais competitivo, auxilia na reconfiguraçã do modo de operar de um sistema físico de produçã. Krajewski et al. (2009) remetem o sistema ao trabalho padronizado e à documentaçã gerada após uma melhoria como forma de aumentar a eficiêcia.

De acordo com Votto e Fernandes (2014), o Lean Manufacturing abarca uma conduçã do processo de melhoria da produçã por meio da abordagem Seis

Sigma integrada corporativamente e representa uma maneira de pensar estrategicamente os processos e recursos de produção, com o objetivo de promover melhorias para tornar e manter o sistema de produção da empresa dinâmico e competitivo. Os ambientes de serviço podem beneficiar-se com o Lean Manufacturing, segundo Ladeira (2012), a aplicação do sistema neste setor contribui efetivamente para a melhoria da competitividade das organizações, pois possui benefícios como aumento da produtividade do pessoal, otimização de tempo e padronização de procedimentos que envolvam relações e interações entre empresa e cliente.

As aplicações originais na Toyota Motors, do Japão, tinham foco no sistema de manufatura. Atualmente, uma tendência forte nas pesquisas e aplicações práticas da Produção Enxuta é a sua extensão a uma ampla gama de atividades industriais e de serviços, bem como para todos os elementos de um sistema produtivo. Essa realidade deu origem ao conceito de lean enterprise, o qual pressupõe que o pensamento enxuto seja disseminado na administração, no desenvolvimento de produtos e na produção, além de abranger a cadeia de suprimentos (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2006).

Womack e Jones (1996) afirmam que a condução das operações com princípios do pensamento enxuto oferece uma valiosa colaboração para a gestão de processos que se caracteriza na especificação da agregação de valor. Para os autores, entender corretamente o que é valor na percepção do cliente final pode contribuir para ajustes e exclusão de quaisquer características ou atributos do produto ou serviço que não atendam tais percepções, apontando assim possibilidade de racionalização e redução de custos.

Nesse contexto, ressalta-se ainda a identificação da cadeia de valor que, segundo Ladeira (2012), consiste em mapear o conjunto de todas as atividades. Nesse contexto, é importante separar os processos em três categorias: (i) os que efetivamente geram valor, (ii) aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade, e (iii) aqueles que não agregam valor e sem importância, devendo ser eliminados. Segundo Esteves (2014), identificar e mapear com precisão o fluxo de valor completo do produto é tarefa fundamental para enxergar desperdícios, retrabalhos e custos desnecessários em cada procedimento e implementar ações para eliminá-los, criando assim um novo fluxo de valor otimizado. Womack e Jones (1996) afirmam que uma vez definido o fluxo de valor otimizado o processo fluirá suave e continuamente. Deste modo, torna-se possível para a organização possuir funções e departamentos que contribuam para a criação do real valor para o cliente.

Segundo Krajewski et al. (2009), o fluxo otimizado tende a atender também à produção puxada, no qual a demanda do cliente ativa a produção de um bem ou serviço, produzindo somente o necessário, em quantidade e momentos corretos, possibilitando um melhor controle dos estoques e maiores lucros para as organizações. Dessa forma, percebe-se que o sucesso está relacionado a fatores que devem ser considerados durante a implantação de uma nova metodologia no ambiente organizacional, dentre eles a visão holística e a mudança planejada, que

deve ser discutida na implantação de um sistema Lean Manufacturing como um todo, ao invés de implementações fragmentadas. Por outro lado, fatores que possam contribuir com o insucesso são comuns. De acordo com Womack e Jones (1996), estes fatores aparecem com maior frequência no momento de unificar os fragmentos do sistema implantado ou na criação de células de trabalho. Todavia, Kovacheva (2010) afirma que a abordagem e a forma de implementar um novo sistema de produção por fragmentos é mais aceita pelas organizações devido à resistência a novas ideias. Segundo o autor, implementações por etapas, de maneira constante e bem gerenciadas tendem minimizar resistências e oposições.

De acordo com Robbins (2005), os colaboradores de uma empresa podem ser os principais estimuladores da inovação e da mudança. Contudo, a depender da condução, podem também ser o principal bloqueio, tornando-se o maior desafio para os gestores estimularem o envolvimento e a vontade de mudar. Ainda, segundo o autor, tão complicado quanto a oposição dos colaboradores, é a indiferença ou desmotivação da chefia, se não pior. A postura de indiferença ou de desmotivação do líder contagia toda a equipe, resultando no indiscutível insucesso de uma mudança.

Para Kovacheva (2010), a mudança na cultura empresarial é determinada relacionando a mudança de mentalidade, que proporciona às pessoas um objetivo em suas vidas profissionais e tem o potencial de mudar atitudes. Desse modo, os colaboradores passam a pensar diferente. Ainda o autor afirma que a cultura organizacional é um elemento essencial na implementação do processo Lean Manufacturing. Empresas com resultados comprovados e alto desempenho são caracterizadas por possuírem uma cultura de sustentabilidade e esforços de melhoria proativos.

De acordo com Robbins (2005), os valores essenciais da organização são intensamente acatados e amplamente compartilhados neste tipo de cultura. Quanto mais membros aceitarem os valores e objetivos da organização e quanto maior seu comprometimento com os mesmos, mais forte será a cultura, tendo um resultado maior sobre o comportamento de seus colaboradores em função do grau de compartilhamento e intensidade, que cria um clima interno de alto controle comportamental. Não esquecendo de que mudanças ocasionadas com Lean Manufacturing precisam ser focadas em um fluxo específico de valor, assim o controle de recursos passa a ser condicionado principalmente pela equipe de melhoria e o foco permanece no produto e na necessidade e desejo do cliente é determinante para o sucesso (KOVACHEVA, 2010).

A consistência em gestão comprometida é enfatizada por Kovacheva (2010) como um importante elemento em uma implementação efetiva de mudanças em organizações. Ainda o autor relata que em uma pesquisa realizada no ano de 2009, baseada na revisão da literatura e coleta de dados através de entrevistas pessoais semiestruturadas com gerentes e colaboradores de três grandes empresas e dez empresas de pequeno e médio porte, todas em momento de implementação do sistema Lean, identificou-se seis fatores-chaves que devem ser levados em conta para o sucesso do processo, sendo eles: (i) a capacidade financeira da empresa, (ii)

a capacitação e envolvimento dos gestores, (iii) o uso de capital intelectual e habilidade para a inovação e a diferenciação, (iv) a comunicação, (v) a visão da nova iniciativa em todos os níveis da organização, e (vi) a necessidade de mudança na cultura organizacional por meio de novos princípios e práticas.

Para Morgan e Liker (2008), é difícil entender o segredo do sucesso da Toyota porque, na verdade, tal segredo não existe, o sucesso decorre de muito trabalho árduo, cultura de trabalho em equipe, processos otimizados e ferramentas simples, mas que funcionam e são poderosas.

De acordo com Ladeira (2012), os maiores sucessos em mudança começam quando colaboradores e grupos de colaboradores observam com empenho a situação competitiva da empresa, como posição de mercado, tendências tecnológicas, entre outras. Essa visão esclarece a direção na qual a empresa precisa caminhar. Para o autor, em esforços de transformação bem-sucedidos, gestores devem utilizar todos os canais de comunicação para transmitir a nova direção e a nova visão empresarial a serem seguidas.

Motwani (2003) aponta que qualquer mudança significativa de processo requer atenção, planejamento e iniciativa do alto escalão, assumindo como verdadeiros líderes a definição e a comunicação da mudança, o estabelecimento e a ordem do ambiente organizacional, a promoção do aprendizado e o envolvimento, facilitando a integração do aprendizado individual e do grupo, influenciando a capacidade de todos em aprender, compartilhar, decidir e caminhar. Para Robbins (2005), o gerenciamento de processos e práticas em mudança requer insatisfação com o atual estado da organização e uma visão para o futuro. O autor ainda afirma que tal gerenciamento precisa ser totalmente comprometido à implementação do novo, transformando problemas em oportunidades de crescimento.

É consenso que há atualmente uma infinidade de nomes para se referir ao modelo de gestão delineado pelo Sistema Toyota de Produção (STP) entre os mais solicitados estão: manufatura enxuta, manufatura de fluxo contínuo, manufatura de alto valor agregado, produção sem estoques, guerra ao desperdício, manufatura veloz e manufatura de tempo de ciclo reduzido (SLACK, N.; CHAMBERS, R. & JOHNSTON, R., 2008).

Retomando Motwani (2003), o autor ainda descreve como variáveis de sucesso para a implantação do sistema Lean a importância do compromisso da alta gerência em comunicar a nova visão, a mudança, a vontade em aprender, a estratégia holística para sistemas integrados, o envolvimento dos colaboradores, principalmente aqueles pertencentes aos níveis tático e operacional, e as redes de relacionamentos. Variáveis estas que, de certa forma, se relacionam com os fatores apontados por Kovacheva (2010).

### **3. METODOLOGIA**

O presente trabalho se caracteriza por uma pesquisa descritiva, e para o desenvolvimento do estudo foi escolhido o método do estudo de caso, que de

acordo com Yin (2005), não se caracteriza por possuir uma técnica de pesquisa específica, mas sim, por um meio de organizar dados, que privilegia questões do tipo “como” e “por que”. A questão de pesquisa abordada neste trabalho é do tipo: “como”, tendo como elementos centrais da pesquisa os fatores que influenciaram o insucesso na implantação do sistema Lean Manufacturing em uma indústria de autopeças, ativa há mais de 80 anos, localizada no Sul de Minas Gerais, e que possui cerca de 1700 colaboradores.

Para a coleta de dados do trabalho utilizou-se da entrevista, que segundo Lakatos e Marconi (2010), é um procedimento empregado na investigação social, para o levantamento de informações ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema. Quanto ao tipo de entrevista optou-se pela entrevista padronizada e estruturada que, segundo os autores, o entrevistador segue um roteiro previamente estabelecido, visando obter respostas que possam ser comparadas. As entrevistas foram realizadas nas dependências da empresa, no segundo semestre de 2014, entre os meses de agosto e outubro, com colaboradores previamente convidados e que participaram do processo de implantação do sistema, dentre eles: 1 diretor e 1 gerente de produção, 4 supervisores de linhas, 2 coordenadores da qualidade e 2 assistentes técnicos.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. As mudanças e as adequações**

A necessidade de buscar uma nova metodologia de trabalho para a melhoria dos processos e objetivar a implantação de ferramentas e técnicas de controle se deu em virtude de problemas relacionados a:

- ✓ Estoques parados (matéria-prima, em processo, produto acabado e em trânsito);
- ✓ Desperdícios no processo;
- ✓ Insatisfação de clientes internos e externos;
- ✓ Atrasos de entrega;
- ✓ Não conformidades de produtos, entre outros.

Para mudança optou-se pelo sistema Lean Manufacturing e para sua implantação foi contratada uma empresa especializada que no primeiro semestre de 2012 iniciou o trabalho por meio de diagnósticos e capacitações, objetivando a implementação das novas práticas no ambiente fabril. O início dos trabalhos teve como prioridade os processos críticos, em uma linha piloto com o intuito de padronização, descrição dos procedimentos assertivos e incorretos para ajustes, posteriormente, em outras linhas. A implementação na linha piloto teve a duração de três meses e a expansão para cinco outras linhas, de mesma classe, em um período de nove meses. Segundo os entrevistados, a alta direção teve participação primordial nesta primeira fase, cobrando toda a cadeia hierárquica e participando

assiduamente dos treinamentos e das fases da implementação.

Ressalta-se que o interesse pelo sistema Lean Manufacturing foi despertado, de acordo com o Diretor, por meio da necessidade da empresa frente aos constantes resultados negativos ocorridos e de um benchmarking com uma empresa de grande porte do setor aeronáutico.

A equipe responsável pela implantação se caracterizou por profissionais de diferentes áreas e funções, incluindo a direção, supervisores de produção, coordenadores, líderes, assistentes técnicos e operadores. A conscientização foi o ponto de partida da implantação e aos colaboradores foram demonstrados os benefícios e a importância do sistema. A equipe responsável teve como premissa valorizar a opinião dos participantes do processo de implantação, ouvindo-os e indagando-os a respeito dos novos procedimentos. Todos os colaboradores foram treinados e capacitados pela consultoria contratada dentro da própria empresa em sistemas de módulos, que consistiam em aprendizados teóricos, em salas de aula, e práticos, obtidos nas linhas de produção.

Com base nos relatos dos envolvidos, identificou-se que a principal dificuldade no início foi a resistência dos colaboradores frente à mudança. Esta, segundo colaboradores, muito agressiva e diferente da maneira como a empresa trabalhava em outras oportunidades. Notou-se que os empregados com mais tempo de empresa ofereciam maiores resistências, o que dificultou o início da mudança. Todavia, cerca de 5 meses depois, foi possível observar a redução de desperdícios e o ajuste de falhas, dentre os quais, o estoque parado. A melhoria também foi percebida no atendimento ao cliente interno e a redução de custos relacionados a fretes extras. Os indicadores que mais sofreram impactos foram os de retrabalho, refugo e produtividade. A empresa teve uma redução de 66% no índice de retrabalho, 72% no índice de refugo e um crescimento de 33% em produtividade. Processos ficaram ergonomicamente corretos, melhorando a postura e a segurança na movimentação dos operadores devido às alterações de layout.

Com relação aos custos, segundo o gerente de produção, o sistema ocasionou um elevado dispêndio, advindos das consultorias e alterações em layout. Todavia, com a redução do refugo e do retrabalho, a mudança apresentou ganhos significativos, obtendo retorno comprovado sobre o investimento inicial. Ademais, outro fator que contribuiu para este retorno foi a utilização de recursos próprios como, por exemplo, materiais, mão-de-obra e know how dos colaboradores.

#### **4.2. Os fatores que influenciaram o insucesso**

De acordo com relatos de alguns assistentes técnicos e supervisores, as demissões do diretor de operações, figura de referência na busca pelo novo modelo de produção, e de dois outros supervisores de linhas seguida da contratação de outros profissionais que não possuíam a cultura organizacional da empresa foram os principais fatores restritivos da mudança.

Com o passar do tempo, segundo o gerente, o projeto foi perdendo a sua essência e a falta de controle, o descaso no gerenciamento, a perda de foco no projeto, a falta de continuidade nas ações, a ausência de treinamento dos novos colaboradores e o turnover elevado foram os fatores determinantes para o insucesso. Contribuíram ainda para tal derrocada, o momento ruim da economia e a redução da demanda advinda dos dois principais clientes da empresa, duas grandes montadoras.

A figura abaixo apresenta uma síntese dos principais fatores que contribuíram para a busca da melhoria e os fatores que restringiram o sucesso da mudança.

Figura 1 – Fatores impulsionadores e restritivos à implantação do sistema Lean Manufacturing

<b>Fatores Impulsionadores</b>		<b>Fatores Restritivos</b>
Estoques desnecessários.	→	← Resistência dos colaboradores.
Desperdícios.	→	← Demissão de colaboradores chaves.
Insatisfação do cliente interno.	→	← Falta de controle e gerenciamento.
Insatisfação do cliente externo.	→	← Perda de foco.
Atrasos.	→	← Ausência de treinamentos.
Não conformidades.	→	← Elevado <i>turnover</i> .
<i>Benchmarking</i> .	→	← Economia ruim.
		← Redução da demanda.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Entretanto, segundo colaboradores, ainda existem premissas e vestígios do sistema, podendo ser evidenciados em alguns procedimentos, bem como, em resultados de indicadores de refugo e retrabalho.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A melhoria em qualidade e atendimento e o bom gerenciamento dos custos são objetivos que devem ser almejados por toda e qualquer empresa. Para isso, deve-se aplicar consideráveis esforços e recursos no sentido de implantar novas formas de se fazer e administrar, o que, por conseguinte, contribuirá para o crescimento e desenvolvimento organizacional.

A implementação de um sistema Lean somado a outras ferramentas exemplifica tal possibilidade de desenvolvimento. Porém, o sucesso passa a depender da condução do processo, fazendo-se necessária uma mudança cultural, o que em algumas situações não é uma tarefa simples.

Com base no caso em estudo, conclui-se que a saída do diretor contribuiu significativamente para o insucesso na implantação do sistema Lean Manufacturing. Somaram-se a este fator a falta de controle, a perda de foco no projeto, a descontinuidade nas ações, a ausência de treinamento e o turnover

elevado. Todos estes, fatores endógenos que poderiam ter sido gerenciados. Por outro lado, sem possibilidades de gerenciamento, destacam-se os fatores exógenos como a conjuntura econômica do país e a redução da demanda.

Por fim, é importante ressaltar que, por se tratar de um estudo de caso, os resultados não permitem generalizações. Todavia, acredita-se na contribuição, por meio dos relatos aqui explanados, a outras empresas, objetivando uma maior assertividade e, conseqüentemente, o sucesso.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, C. A. C. **Desenvolvimento e aplicação de um Método de Implementação de Sistemas de Produção Enxuta utilizando os processos de raciocínio da Teoria das Restrições e o Mapeamento do Fluxo de Valor**. Dissertação de mestrado. EESC – USP, 2004.

CORRÊA, R. G. F.; SCHERER, J. O.; DENICOL, J. **Os custos dos sete desperdícios apontados pelo Sistema Toyota de Produção**. In: 4º Congresso de Sistemas LEAN, 2014. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS/PPGEP, 2014.

ESTEVES, W. L. S. **A aplicação do lean manufacturing nas indústrias**. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão – CNEG, 2014. **Anais...** Rio de Janeiro: CNEG, 2014.

KOVACHEVA, A. V. **Challenges in Lean Implementation: Successful Transformation Towards Lean Enterprise**. 2010. 1-58 p. **Master Thesis - Aarhus School of Business**. University of Aarhus. Aarhus, 2010.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração da Produção e Operações**. 8.ed. Tradução: Mirian Santos Ribeiro de Oliveira. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LADEIRA, M. B. et al. **Gestão de processos, indicadores analíticos e impactos sobre o desempenho competitivo em grandes e médias empresas brasileiras dos setores da indústria e de serviços**. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 2, p.389-404, jun. 2012.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos da metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LEAN ENTERPRISE MODEL - LEM (1998). **LAI, Lean Aerospace Initiative**. Disponível em: <http://web.mit.edu/lean/>. Acessado em 23/08/2016.

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

MORGAN, J. M.; LIKER, J. K. **Sistema Toyota de desenvolvimento de produto: integrando pessoas, processos e tecnologia.** Porto Alegre: Bookman, 2008.

MOTWANI, J. A business process change framework for examining lean manufacturing: a case study. **Industrial Management & Data Systems.** v. 103, p. 339-346, 2003.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da Produção e Operações.** 2.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

ROBBINS, S. P. **Comportamento Organizacional.** 11.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

ROTONDARO, R. **Seis sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços.** 1.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, R. & JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 2.ed. São Paulo: Atlas. 2008.

\_\_\_\_\_. **Administração da produção.** 3.ed. São Paulo, Atlas, 2009.

VOTTO, R. G.; FERNANDES, F. C. F. Produção enxuta e teoria das restrições: proposta de um método para implantação conjunta na Indústria de Bens de Capital sob Encomenda. **Gestão & Produção,** v. 21, n. 1, p. 45-63, mar. 2014.

WOMACK, J.P; JONES, D.T. Beyond Toyota: How to root out waste and pursue perfection. **Harvard Business Review,** v. 74, p. 140-158, 1996.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

**ABSTRACT:** Currently, in a globalized economy, survival organizations depends on their ability and flexibility to innovate and make improvements in their processes, products and services. As a result, organizations are increasingly seeking management tools for greater competitiveness through quality and productivity. This paper aims to describe, using a case study of the application of interviews, the factors that led an auto parts industry, located in Sul de Minas Gerais - Brazil, the failure in the implementation of Lean Manufacturing system and may contribute to that other companies do not have the same decisions and paths for change.

**KEYWORDS:** Lean Manufacturing; Change; Failure; Processes management; Automotive Industry.

## **CAPÍTULO XVIII**

### **LEAN STARTUPS: O SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA COMO ESTRATÉGIA COMPETITIVA**

---

**João Benício Straehl de Sousa**

# LEAN STARTUPS: O SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA COMO ESTRATÉGIA COMPETITIVA

**João Benício Straehl de Sousa**

[joaostraehl@gmail.com](mailto:joaostraehl@gmail.com)

Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia – (UNB)

**RESUMO:** As lean startups adotam o lean thinking para a condução de seus processos empreendedores. A coordenação do gerenciamento orientada ao cliente por meio do customer development aprimora a margem de sucesso a ser obtido pelas organizações. O presente artigo mediante abordagem qualitativa, descritiva e explanatória, tem por objetivo a classificação dos pivots quanto às estratégias genéricas de Porter. Os pivots são característicos da metodologia lean das startups e possibilitam a alteração de estratégia consoante as necessidades do mercado. Os resultados obtidos mostram que os pivots podem ser interpretados a partir da proposição de Porter.

**PALAVRAS-CHAVE:** Startups Enxutas; Estratégia competitiva; Pivots

## 1. INTRODUÇÃO

Lean startup é um termo cunhado pelo empreendedor tecnológico Eric Ries (2011) que prevê o desenvolvimento de mercados, serviços e produtos a partir da confluência técnica do desenvolvimento ágil de software, do conceito de customer development do empreendedor e acadêmico Steve Blank (2005) e das plataformas de código livre ou softwares licenciados.

A proposta lean aplicada a startups não se restringe ao lean thinking, ou pensamento enxuto, visto que aposta também no desenvolvimento de protótipos imediatos que permitam a interpretação rápida do comportamento do mercado a partir do envolvimento e resposta de aceitação dos clientes. O conceito lean associado ao termo de Blank (2005) possibilita às startups a caracterização do continuous deployment Ries (2009), ou desenvolvimento contínuo, proporcionando às organizações a alteração até mesmo diária do plano de execução das atividades do core business.

O conceito lean, componente do Sistema Toyota de Produção (STP), preceitua a eliminação de desperdícios ao passo que a eficiência e a produtividade são alcançadas. Enquanto pensamento enxuto, a lógica lean aplicada ao processo empreendedor garante a eliminação a partir do customer development, ou desenvolvimento do cliente, que aperfeiçoa a visão do negócio em vista do contato real com clientes que opinam, avaliam e conceituam a proposta do core business. A interação com o mercado possibilita a reavaliação, modelagem e reestruturação da proposta de negócio para sua adequação às reais necessidades.

Jerry Kaplan (1995) acredita que o jogo do lançamento de novas

companhias é uma das formas mais elaboradas de competição e que o desafio é justificado pela dificuldade em se encontrar um modo novo ou melhor para fazer negócios.

A filosofia enxuta perdura acerca de quatro décadas e assume nova roupagem ao readequar-se aos novos processos startup de desenvolver negócios. Aplicado à realidade sul- americana, o cenário empreendedor brasileiro ainda é imaturo no despontamento de resultados multimilionários de startups, ressalvadas poucas exceções.

A oneração tributária, o fundo jurídico e trabalhista demasiadamente complexo e a inconsistência de políticas de incentivo econômico-empresarial demandam das organizações estratégias singulares para coabitar o cenário ao passo que se desenvolvem no mercado.

Atualmente, o Brasil conta com cerca de 3.000 startups que tradicionalmente adaptaram-se adequadamente às regiões Sudeste e Sul do país segundo dados da Associação Brasileira de Startups - ABS (2015). Despontado por São Paulo com 945 iniciativas, seguido por Minas Gerais com 296 e Rio de Janeiro com 259, o modelo de negócios é visto ainda que em menor expressão, em todas as demais regiões o que representa a adesão nacional à inovação de novos processos de negócio.

Assim, em vista do cenário, o presente artigo tem por objetivo a abordagem qualitativa, descritiva e explanatória dos conceitos lean de Eric Ries (2011) com vistas à gestão estratégica das startups brasileiras.

## 2. O MERCADO NACIONAL DE STARTUPS

Segundo dados da Associação Brasileira de Startups (ABS) o Brasil conta atualmente com aproximadamente 3.000 startups registradas que se diferenciam nos mais diversos formatos e modelos de negócio. Como destacado na Figura 1, as startups brasileiras figuram desde formatos Business-to-business (B2B) e Business-to-Customer (B2C) a Customer-to-Customer (C2C), passando pelas assinaturas, marketplaces, publicidades e social.

Figura 1 - Distribuição de Startups por modelos de negócios no Brasil Fonte: Extraído do sítio eletrônico ABS (2015)



Ainda pela mesma Associação, a atuação das startups contempla os mais diversos segmentos de mercado, alcançando cifras de destaque o mercado de aplicativos web por meio do desenvolvimento de Software as a Service (SaaS), seguido pelos mercados da internet, educação, comunicação e mídia e varejo e e-commerce.

Para a ABS o número ainda tímido é justificado pela baixa expectativa destas empresas, visto que cerca de 01 em 04, ou seja, 25% das organizações não completam sequer o primeiro ano de vida. E muito embora o empreendedorismo digital nacional ainda não seja uma tendência tradicional, em 2014 foi publicado pelo sítio eletrônico Business Insider (businessinsider.com) a lista composta por 09 (nove) das mais promissoras startups sul-americanas, das quais 03 (três) eram brasileiras (ver Tabela 1).

Tabela 1 - Lista de startups sul-americanas promissoras

STARTUP	PAIS	QUANTIDADE
Fitrip®	Venezuela	1
Kun Food®	Peru	2
Tripea®		
BitPagos®	Argentina	2
Mural.Ly®		
EasyVino®	Chile	1
EasyTaxi®	Brasil	3
Dafiti®		
XMart®		

Fonte: Sítios eletrônicos Business Insider (2015) e Revista Pequenas Empresas e Grandes Negócios (2015)

Ainda em 2014, durante a Winter Expo 2014, evento promovido pela aceleradora norte-americana Plug and Play Technology Center no Vale do Silício, Califórnia, reuniu mais de 25 (vinte e cinco) startups de diversos países, dentro os quais o aplicativo brasileiro TruckPad®, capaz de reunir informações sobre caminhoneiros e cargas foi considerado um dos melhores junto a outros dois estadunidenses, a Cheminense® e a Popslate®. O primeiro capaz de descrever informações sobre a qualidade do ar em ambientes e a última, desenvolvedora de capas inteligentes para celulares.

Com a já iniciada projeção em mercado internacional, o lançamento de startups brasileiras ainda caminha a passos lentos, porém significativos, que apenas em 2012 foi responsável por movimentar cerca de R\$ 2 bi (Hiar, 2015).

### 3. A METODOLOGIA LEAN STARTUP

Lean startup é um conjunto de práticas que auxiliam empreendedores a aumentar suas chances em desenvolver startups bem-sucedidas. É formalizado tecnicamente pelo desenvolvimento ágil de software (estrutura conceitual que

postula os projetos de software), pelo conceito de customer development e pelo aporte de ferramentas de software que podem ou não ser em código livre (sistemas de gestão ou plataformas on-line, por exemplo).

Como Ries (2011) define uma startup é uma instituição projetada para criar um novo produto ou serviço sob condições de extrema incerteza. São ainda organizações que tem por visão a criação de negócios prósperos capazes de mudar o meio. Para isso, define-se uma estratégia (que inclui um modelo de negócio, um roadmap, pontos de vista de parceiros e adversários e conhecimentos sobre o cliente) e o produto, que é o propósito de entrega da startup.

No entanto o que diferencia a lean startup das demais instituições é a flexibilidade com que o plano de execução da empresa pode ser operado. Uma vez que produtos mudam constantemente, o processo para sua obtenção deve ser igualmente otimizado (ver Figura 2). A possibilidade de mudanças na estratégia também é possível, ainda que não frequente, mas que devido ao contato com o customer development, permite que os denominados pivots definam se há necessidade de perseverança no propósito ou a mudança de projeto.

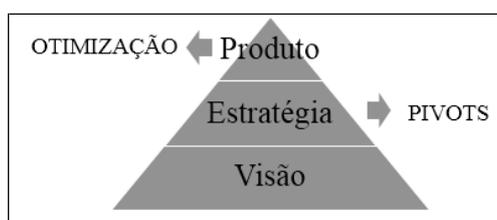


Figura 2 - Estrutura das lean startup  
Fonte: Adaptado de Ries (2011)

Ainda para Ries (2011) o sucesso das startups não é uma consequência de bons genes ou de estar no lugar certo na hora certa. O sucesso delas pode ser estruturado segundo um processo correto, o que significa que pode ser aprendido, o que significa que pode ser ensinado. A grande maioria das startups acabam não alcançando a devida projeção por não possuírem adequadas referências sobre modelos de negócios ou por principalmente não possuírem a visão ideal da necessidade de seus clientes.

A essa razão o mesmo autor define o validated learning como um método que demonstra empiricamente o que uma equipe aprende a respeito do futuro e presente das expectativas de negócio da organização. São conhecimentos que quando obtidos por meio da experiência são mais acurados, imediatos e eficazes quando comparados às previsões feitas por planejamento estratégico.

Para o validated learning, a abordagem lean startup demanda a definição do que é importante e do que onera a estrutura da organização. Tudo o que entrega valor ao cliente é considerado importante, e tudo aquilo que onera, incorre em desperdício e por isso é sumariamente descartado visto a proposição lean de gerenciamento.

Desta forma, a produtividade em uma startup demanda a eliminação de desperdícios, e não é medida pela razão de produtos entregues, mas sim pela

quantidade de validated learning que é a acumulado ao longo do desenvolvimento dos processos de negócio (Ries, 2011).

Para que isso não ocorra e que o intuito da startup seja orientada ao cliente, Blank (2005) propõe o customer development como ferramenta que permita ensaiar o comportamento do cliente com o produto ou serviço que se almeja desenvolver.

### 3.1. Customer development

A metodologia do customer development foi desenvolvida pelo empreendedor e acadêmico Steve Blank (2005) que a define como a forma de encontrar o Product/Market fit

do cliente, ou seja, o alinhamento entre o produto oferecido e o mercado em questão por meio de interações paralelas que permitem a validação do cliente (ver Figura 3).

O processo do customer development contempla 04 (quatro) etapas: Customer Discovery, Customer Validation, Customer Creation e Customer Building.

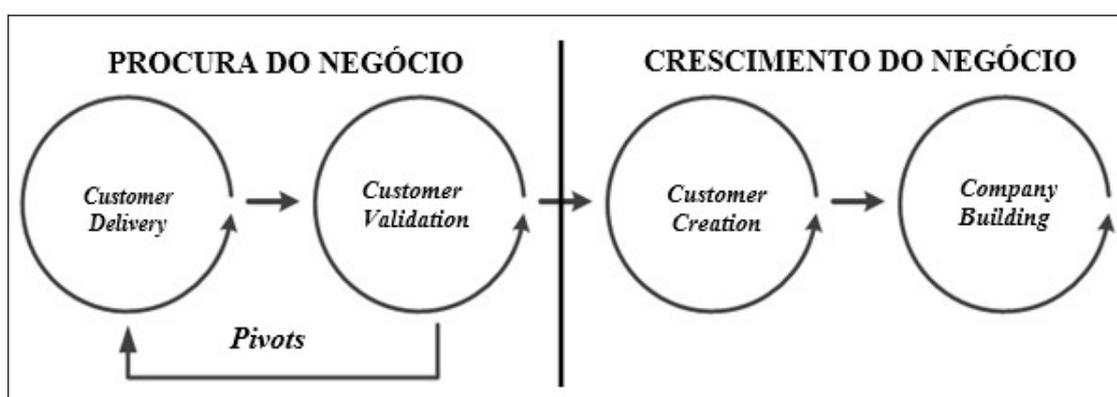


Figura 3 - Metodologia do Customer development  
Fonte: Adaptado de Blank (2005)

Na etapa do Customer Discovery, as necessidades do cliente devem ser ouvidas e as hipóteses da resolução do problema testadas para verificação da sua validade. O processo eminentemente iterativo é apenas finalizado quando o alinhamento entre o produto e o mercado são definidos, ou seja, quando o Product/Market fit é alcançado.

A seguinte etapa, Customer Validation, deve ser capaz de definir canais de distribuição e formatos de contratos de venda. Deve ser finalizada apenas quando estiverem claramente decididos como será a venda e quem serão os clientes. Nesse momento é possível que o pivot redirecione a estratégia competitiva do processo porque deve atender necessariamente a necessidade do cliente.

A terceira etapa, Customer Creation, contempla o marketing launch, ou lançamento do produto. Nesta etapa são apresentadas estratégias de competição e análises de concorrência, além claro da gestão de riscos que deve ser acurada.

A quarta e última etapa do processo, Company Building são ações previstas pelo autor que torna as organizações mais consistentes e aptas a alcançarem maior espectro de mercado.

Blank (2005) ainda define que as duas primeiras etapas compõem a fase, ou mindset, denominada Procura do Negócio quando a startup deve manter suas competências para definir o Product/Market fit. As duas seguintes, a fase de Crescimento do Negócio, para aumentar a atração de clientes ao negócio.

### 3.2. Terminologias lean startup

#### 3.2.1. Build-measure-learn feedback loop

Em seu core, startups são organizações que processam ideias em produtos dos quais os clientes interagem e opinam, apresentando necessidades, definindo valores, gerando dados e resultados (Ries, 2011).

A percepção negativa ou positiva dos clientes formaliza o feedback definido pelo mencionado autor, e que agregado ao sistema de transformação, compõe o Build-measure-learn feedback loop (Figura 4).

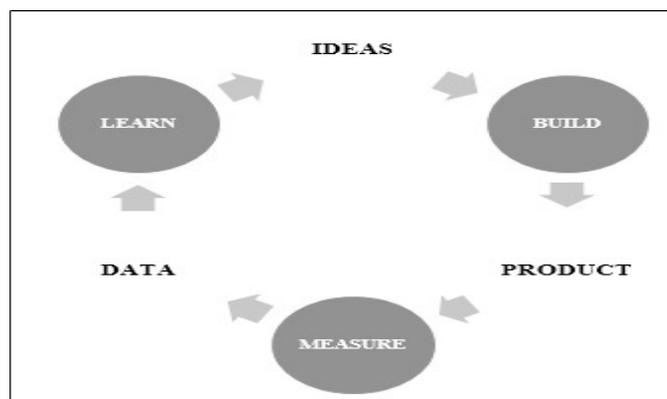


Figura 4 - Build-measure-learn feedback loop  
Fonte: Adaptado de Ries (2011)

O processo em loop de transformação de ideias em produtos permite que a organização se reaprenda e agregue validated learning ao processo.

#### 3.2.2. Minimum value product (MVP)

O conhecimento obtido junto aos clientes engradece a organização e dispensa vultosos investimentos de tempo e recursos para a entrega de resultados por meio de previsões que nem sempre são acuradas.

A transição das etapas Build – Product, configura o chamado Minimum value product (MVP) que é a formalização, por vezes ainda em protótipo, da

necessidade do cliente. Vista a grande possibilidade de alterações, é igualmente nessa transição que os pivots recebem destaque, uma vez que podem reestruturar a estratégia do desenvolvimento para atender às necessidades do cliente.

No entanto, como destaca Ries (2011), criar um MVP demanda trabalho extra porque não faz sentido o desenvolvimento de protótipos que são unicamente avaliados por engenheiros e designers, e que por essa razão, métricas são desenvolvidas para a obtenção da imagem percebida do produto pelo cliente.

### 3.2.3. Vanity metrics

Vanity metrics, ou métricas vaidade, em livre tradução, são associadas ao processo e quantificam o contato imediato que o cliente tem com o produto desenvolvido. Podem ser contadores de acesso em um website ou quantidade de usuários, por exemplo (Schonfeld, 2011).

### 3.2.4. Cohort analysis

Cohort analysis é a análise gráfica usada pelas startups para tomadas de decisão. Destacada por Ries (2011), ainda que pareça complexa a análise cohort segue a simples premissa de avaliar fatores por grupos e não isoladamente. O autor explica, por exemplo, que ao invés de se analisar totais acumulados como receita total ou número de clientes, deve-se analisar o contato de cada grupo de clientes com o produto e seu nível de percepção/satisfação. Aos grupos avaliados chamam-se cohort.

A partir das discussões sobre o cohort e demais análises, é possível que decisões sejam vinculadas ao emprego de pivots que podem alterar o rumo estratégico do desenvolvimento da startup.

### 3.2.5. Pivots

Ries (2011) prevê um catálogo de 10 (dez) tipos de pivot e os define como um tipo especial de mudança elaborada para testar uma nova hipótese a respeito de um produto, um modelo de negócio ou o próprio engine growth (em tradução livre, mecanismo de crescimento que é o processo iterativo de escolhas e ações que conduzem os processos de negócio da startup), como mostra a Tabela 2.

Tabela 2- Catálogo de pivots

Zoom in pivot	O que antes era visto como uma simples característica ou dispositivo em um produto, torna-se singular ao ponto de ser concebido como um <u>próprio produto ou serviço</u> .
Zoom out pivot	Em oposto ao anterior, a característica ou dispositivo que definia e contextualizava todo o produto, torna-se um mero adjetivo a outro

Customer segment pivot	O Product/Market fit é encontrado, porém para a solução de problemas de clientes que não estavam previstos a serem atendidos
Customer need pivot	Ao propor a solução para a necessidade de um cliente, aparecem outras que se tornam mais importantes e por isso mais prioritárias
Platform pivot	Refere-se à mudança de um aplicativo à uma plataforma ou vice-versa.
Business Architecture Pivot	Esse conceito é referenciado a partir de Geoffrey Moore (2002, apud Ries 2011) que define a existência de duas arquiteturas econômicas de compras e vendas: high margin, low volume (margens altas e baixos volumes que caracterizam o modelo complexo) ou low margin, high volume (margens baixas e altos volumes que caracterizam o volume de operações). As startups podem eventualmente transitar sob as
Value capture pivot	Refere-se à captura/percepção do valor monetizado do produto obtido. É um pivot que limita vários outros aspectos do produto e quando decidido, impacta toda a cadeia de produtos, negócio e estratégia de
Engine of growth pivot	Há três tipos de engine of growth: viral (o uso pelos clientes de determinado produto é propagado a vários outros pela simples razão de estarem sendo usados/usufruídos), sticky (premissa imediata do maior volume de cliente, maior volume de demandas/vendas) ou paid growth (relacionado ao montante despendido pelo cliente durante a aquisição/contratação), permitindo à startup a transição entre eles
Channel pivot	Alteração entre os tipos de canais de distribuição/fornecimento do produto/serviço.
Technology pivot	Alteração entre plataformas de tecnologia adotada quando há vantagem econômica ou em performance.

Fonte: Adaptado de Ries (2011)

#### 4. METODOLOGIA

As abordagens qualitativa, descritiva e explanatória definem a presente pesquisa, e como destacado por Cauchick et al. (2010) ao mencionar Van Maanen (1979), a pesquisa quando qualitativa torna-se um guarda-chuva que abriga uma série de técnicas de interpretação que procuram descrever, decodificar, traduzir e qualquer outro termo relacionado com o entendimento e não com a frequência de ocorrência das variáveis de determinado fenômeno.

Por método de pesquisa, Cauchick et al. (2010) usa a tipologia Fillipini (1997) que classifica os artigos científicos em 07 (sete) categorias, do qual o presente se enquadra como

teórico/conceitual visto que utiliza discussões conceituais a partir da literatura, revisões bibliográficas e modelagens conceituais.

Da determinação da metodologia, o objetivo do presente estudo é qualificar os aspectos da filosofia lean já destacados por Eric Ries em sua obra The Lean Startup (2011) como ferramenta de gerenciamento e condução das startups nacionais. Como apresentado, os pivots fundamentam alterações no curso da estratégia e a essas alterações, a pesquisa atribui características das estratégias genéricas previstas por Porter (2004). Para tais fins, usa-se extensivamente, mas não se esgotam, os conceitos de Ries (2011) e de Blank (2005).

## 5. RESULTADOS: DO GERENCIAMENTO À ESTRATÉGIA COMPETITIVA

Empreendedorismo é um tipo de gerenciamento que demanda planejamento e estratégia (Ries, 2011).

O desenvolvimento de uma estratégia competitiva é, em essência, o desenvolvimento de uma fórmula ampla para o modo como uma organização se organiza e compete, de tal forma que define quais deveriam ser suas metas e quais as políticas necessárias para levar-se a cabo essas metas (Porter, 2004).

Do dinamismo dos mercados, cada vez mais competitivo, surge a necessidade que as startups repensem a si mesmas, por meio de decisões por vezes complexas e arriscadas, mas que garantam a sobrevivência por meio de estratégias que mantenham sua competitividade.

Para Porter (2004) as organizações enfrentam 05 (cinco) forças competitivas (entrada, ameaça de substituição, poder de negociação dos compradores, poder de negociação dos fornecedores e rivalidade entre os atuais concorrentes) que determinam 03 (três) abordagens estratégicas genéricas potencialmente bem-sucedidas para superar as outras organizações: liderança no custo total, diferenciação e enfoque (Figura 5).



Figura 5 - Estratégias genéricas de Porter  
Fonte: Adaptado de Porter (2004)

As estratégias genéricas previstas pelo autor demandam dedicação e foco intensivo nas ações conduzidas que podem requerer estilos diferentes de liderança e traduzir-se em atmosferas e culturas bastante diferentes nas empresas (Porter, 2004).

As organizações que apostam na diferenciação no âmbito do mercado, prezam pela unicidade do produto ou serviço oferecido ao cliente. Acreditam na singularidade de seu produto-fim e usualmente representam uma posição de alto retorno sobre os investimentos ainda que demande investimentos consideráveis a depender de cada situação. Nas apostas que contemplam a liderança no custo total, as companhias adotam a posição de baixo custo por meio do controle rígido de custos fixos e variáveis e desenvolvem progressivos investimentos na economia

de escala. Já a posição enfoque contempla estratégias que atendem a um segmento de mercado de clientes ou produtos em particular, que possui o cliente ou a apresentação de produtos com a posição de menor custo como seu foco (ver Tabela 3).

Para Porter (2004), companhias que adotam a estratégia em foco normalmente operam em retornos superiores à média de mercado, uma vez que a companhia pode adotar como estratégia o baixo preço ou a alta diferenciação.

O mercado de startups no Brasil atende a uma gama de segmentos, e que por tal diversidade as estratégias genéricas de diferenciação, liderança no custo total ou enfoque podem ser aplicados com maior ou menor intensidade tendo em vista as condições da competitividade. É relevante pontuar que o comportamento das estratégias adotadas segue variáveis específicas a cada segmento, e que como resposta, estratégias defensivas são apresentadas como meio de sobrevivências das organizações.

Ao correlacionar a descrição de cada pivot a uma estratégia genérica de Porter (2004), pode-se perceber que o intuito do gerenciamento estratégico nas startups enxutas permite a vantagem estratégica.

Tabela 3 - Distribuição de pivots por estratégias genéricas

Pivots		Estratégias Genéricas		
		Diferenciação	Liderança no custo total	Enfoque
1	Zoom in pivot			
2	Zoom out pivot			
3	Customer segment pivot			
4	Customer need pivot			
5	Platform pivot			
6	Business Architecture Pivot			
7	Value capture pivot			
8	Engine of growth pivot			
9	Channel pivot			
10	Technology pivot			

A alteração do planejamento estratégico das organizações por meio do pivot mostra-se adequada à competitividade e por isso vitais às suas permanências no mercado.

Nas lean startups a estratégia é diretamente relacionada ao comportamento dos pivots, elementos de mudança que reestruturam o caminho da estratégia. Por essa razão, é possível que em um mesmo segmento, startups ímpares adotem medidas estratégicas diferenciadas para atendimento às necessidades e requisitos do mercado.

De toda sorte, como intuito do presente estudo, a apresentação da filosofia lean às startups é direcionada como a singularidade estratégica que pode ser alcançada em vista do direcionamento que o customer development de Blank (2005) pode proporcionar às empresas.

Como visto, as startups enxutas possuem indicadores estratégicos que a

reconduzem à necessidade do cliente e que coincidem em determinada interpretação com aquelas abordagens apresentadas por Porter (2004).

## 6. CONCLUSÕES

Startups enxutas podem ser admitidas como uma nova tendência à instituição de modelos de negócio. Com sua estrutura definida e modelada, Ries (2011) mostra que o sucesso não é uma variável estocástica, plenamente aleatória. O autor define que o conhecimento do mercado é vital à competitividade e que o gerenciamento orientado às necessidades do cliente inclui percepções que modelos genéricos de desenvolvimento de produtos não conseguem absorver.

O diferencial das lean startups pode ser seguramente apresentado pela existência dos pivots que permitem a recondução estratégica da organização. A possibilidade de extrair e testar novas hipóteses em momento ímpar contribui exponencialmente para o alinhamento das necessidades formalizadas pelo customer development.

Ainda que em momentos singulares, as estratégias genéricas de Porter (2004) podem ser interpretadas a partir da apresentação da terminologia lean de Ries (2011). Como visto, os pivots da filosofia enxuta reestruturam a organização para a formação de respostas à competitividade, diferenciando-se das demais por ser plenamente orientada ao cliente.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Startups (ABS) (2015). Disponível em: <http://abstartups.com.br>. Acesso em: 04 de junho de 2015.

Blank, S. (2005). The four steps to the epiphany: successful strategies for products that win. Estados Unidos: K & S Ranch.

Business Insider (2014). The 9 hottest startups in south america. Revista Eletrônica Business Insider, 2014. Disponível em: <http://www.businessinsider.com/the-9-hottest-startups-in-south-america-2014-7#xmarket-wants-to-be-the-craigslist-meets-amazon-of-brazil-9>. Acesso em: 17 maio de 2015

Cauchick, P. A. (2011). Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2ª Ed.

Hiar, A. (2015). Startup: economia criativa. Revista Eletrônica Isto é dinheiro. Disponível em: <http://www.istoedinheiro.com.br/blogs-e-colunas/post/20150115/startup-economia-criativa/5806.shtml>. Acesso em: 16 mai, 2015.

Kaplan, J. (1995). Startup: uma aventura no Vale do Silício. Tradução de Luiz Chagas. São Paulo: Cultura Editores Associados.

Pequenas Empresas e Grandes Negócios (2015). Startup brasileira é eleita uma das mais promissoras do Vale do Silício. Revista Eletrônica PEGN. Disponível em: <http://revistapegn.globo.com/Startups/noticia/2015/01/startup-brasileira-e-eleita-uma-das-mais-promissoras-do-vale-do-silicio.html>. Acesso em: 17 mai. 2015

Porter, M. (2004). Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência. Tradução de Elizabeth Maria de Pinho Braga. Rio de Janeiro: Elsevier, 2ª Ed.

Ries, E. (2009). Startup lessons learned. Disponível em: <http://startuplelessonslearned.com>. De 16 de dezembro de 2009. Acesso em: 03 junho de 2015.

Ries, E. (2011). The lean startup: how today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses. Estados Unidos, New York: Crown Busines, 1ª Ed.

Schonfeld, E. (2015). Don't be fooled by vanity metrics. Revista Eletrônica Tech Crunch. Disponível em: <http://techcrunch.com/2011/07/30/vanity-metrics/>. Acesso em: 05 junho de 2015.

**ABSTRACT:** The lean startups adopt lean thinking to conduct their entrepreneur processes. The coordination of customer-oriented management through customer development improves the margin of success to be achieved by organizations. This article through qualitative, descriptive and explanatory approach, aims to classify pivots according to the generic strategies of Porter. The pivots are characteristics of the lean methodology of startups and enable strategy changes depending on market needs. The results show that the pivots can be understood through the Porter's proposition.

**KEYWORDS:** Lean Startups; Competitive strategy; Pivots

## **CAPÍTULO XIX**

### **PRINCÍPIOS DO *LEAN MANUFACTURING* PARA A REDUÇÃO DAS NÃO CONFORMIDADES NOS PRODUTOS ACABADOS E READEQUAÇÃO DO LAYOUT DE UMA INDÚSTRIA FABRICANTE DE TELHAS DE FIBROCIMENTO**

---

**Fernanda Pereira Lopes Carelli  
Álvaro Guillermo Rojas Lezana**

# PRINCÍPIOS DO *LEAN MANUFACTURING* PARA A REDUÇÃO DAS NÃO CONFORMIDADES NOS PRODUTOS ACABADOS E READEQUAÇÃO DO LAYOUT DE UMA INDÚSTRIA FABRICANTE DE TELHAS DE FIBROCIMENTO

**Fernanda Pereira Lopes Carelli**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC – Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Florianópolis – Santa Catarina

**Álvaro Guillermo Rojas Lezana**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC – Professor Dr. no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Florianópolis – Santa Catarina

**RESUMO:** Com os movimentos globais as indústrias buscam reduzir as suas perdas com o intuito de ampliar a sua competitividade. Um dos caminhos para obter melhores resultados e otimizar os processos é por meio da redução de desperdícios. Neste sentido o presente artigo foi realizado em uma indústria fabricante de telhas de fibrocimento e tem por objetivo, reduzir o número de perdas de produtos acabados por meio da análise do processo produtivo e do *layout* de produtos em estoque. Com base nas análises foram propostas ações de melhorias para redução de quebras de telhas no estoque de produtos acabados. Por meio de visitas questionários aplicados aos funcionários e dados fornecidos pela empresa foi elaborado as propostas de melhoria. Este artigo classifica-se como exploratório e caracteriza-se como um estudo de caso qualitativo em que pode se analisar o processo atual da empresa e verificar os fatores que geram desperdícios e perdas produtivas. Após as análises realizadas foram sugeridas as propostas de melhoria com o objetivo de reduzir a quebra de telhas por operações com empilhadeira, a quantidade de movimentações e readequar os locais de estocagem. Caso as propostas de melhoria sejam implantadas podem promover uma redução de custos e das perdas produtivas ocasionadas no processo de estocagem da empresa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mapeamento de processos; *Layout*; *Lean Manufacturing*

## 1. INTRODUÇÃO

Com a globalização e o aumento da concorrência no mercado atual, as empresas se encontram em um cenário competitivo, em que a exigência dos clientes por menores preços e maior qualidade vem aumentando, dificultando assim a sobrevivência de algumas organizações. Para que essas empresas consigam suprir suas necessidades e conseqüentemente se manterem ativas, são necessárias adaptações em seu sistema produtivo, na busca por melhoria contínua em seus processos. Portanto, para as empresas que almejam crescimento é necessário um bom planejamento de seus recursos, entre eles suas atividades administrativas, produtivas e logísticas.

Neste trabalho, a organização tema de estudo é uma empresa especializada na fabricação de telhas de fibrocimento, localizada no Paraná. Atua no mercado desde 1991 e sua estrutura conta com, aproximadamente, 190.000m<sup>2</sup> de área.

Neste contexto, para que as organizações se diferenciem e se tornem mais competitivas, faz-se necessário atuar na busca pela melhoria contínua de seus processos, a fim de atender as necessidades de seus clientes.

Após análise, percebeu-se que a empresa apresenta uma quantidade elevada de quebra de produtos acabados em seu estoque e com base nesta informação o objetivo geral do presente artigo é propor ações de melhorias para redução de quebras de telhas de fibrocimento.

## **2. LEAN MANUFACTURING**

Nenhuma nova ideia surge do vácuo. Pelo contrário, novas ideias emergem de um conjunto de condições em que as velhas ideias parecem não mais funcionarem. Esse também foi o caso da produção enxuta, que surgiu em um determinado país numa época específica, por que as ideias convencionais para o desenvolvimento industrial do país pareciam não mais funcionar. (WOMACK; JONES; 2004).

Segundo Dennis (2008), o momento que a Toyota vivenciava em 1950 era de uma profunda crise, juntamente com todo o Japão. Em seus 13 anos de existência, a Toyota tinha produzido apenas 2.685 automóveis, enquanto a Fábrica Rouge da Ford produzia 7.000 unidades por dia.

Para Ohno (1997), o principal objetivo do Sistema Toyota de Produção - STP foi produzir muitos modelos em pequenas quantidades. A base do sistema se encontra na absoluta eliminação dos desperdícios. Para ele a redução dos custos é essencial para os fabricantes de bens que quiserem sobreviver no mercado atual. Foram em cima dessas necessidades e graças à genialidade, paciência e vontade de quebrar paradigmas de Taiichi Ohno que nasceu o STP.

Womack & Jones (2004) destacam que o pensamento é enxuto porque se refere a uma forma de fazer cada vez mais com menos, menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço, e ao mesmo tempo, aproxima-se cada vez mais de oferecer aos clientes, exatamente o que eles desejam. Cinco princípios, voltados para a eliminação dos desperdícios, sustentam conceitualmente a produção *Lean*: valor, cadeia de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição.

## **3. MAPEAMENTO DE PROCESSO**

Segundo Ferreira (2010), define processo como "um conjunto de partes que se inter-relacionam para processar insumos e transformá-los em produtos, segundo regras preestabelecidas, visando ao cumprimento de uma finalidade essencial".

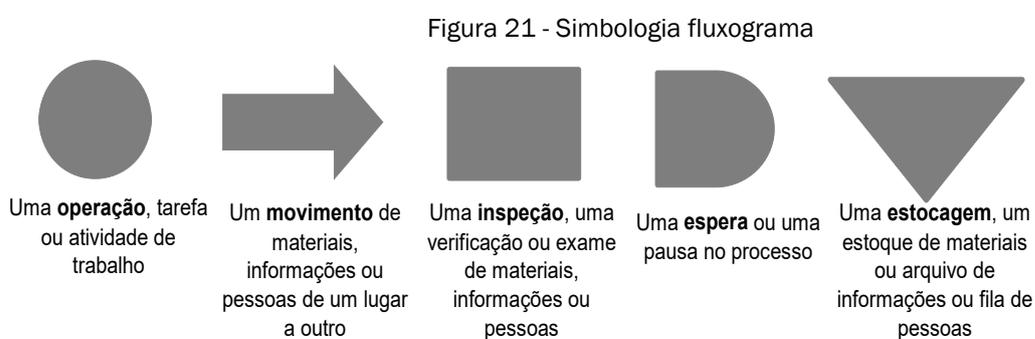
Entendido o que é um processo, pode-se então definir o que é mapeamento de processo. Segundo Pavani et al. (2011), define-se modelagem (mapeamento) como “um mecanismo utilizado para retratar a situação atual e descrever a visão futura dos processos de negócio”.

Ritzman (2004) se refere ao mapeamento de processo como sendo “uma maneira organizada de registrar todas as atividades por uma pessoa e por uma máquina em uma estação de trabalho envolvendo um cliente ou materiais”.

O mapeamento de processo é uma ferramenta que possibilita a visualização de todas as etapas do processo, onde se é possível identificar as atividades e fluxos de trabalhos atuais da empresa, facilitando a compreensão e gestão desses processos.

Alguns objetivos comuns que justificam a modelagem (mapeamento) de processos, segundo Pavani et al. 2011, são: documentar o processo; prover treinamento; estabelecer padrões de trabalho; responder as mudanças; identificar oportunidades de melhoria; desenhar um novo processo; comunicar; definir requisitos para novas operações; medir o desempenho; automatização; viabilizar simulação e análise de impacto.

Uma das ferramentas mais utilizadas e conhecidas nas organizações para mapear processo é o fluxograma. Segundo Ritzman (2004), “um fluxograma traça o fluxo de informações, clientes, funcionários, equipamentos ou materiais em um processo. Não existe um formato único, e o fluxograma pode ser traçado simplesmente com retângulos, linhas e setas”. Na figura 1 pode-se observar uma simbologia padrão do fluxograma:



Fonte: Slack et al., 2002

O fluxograma é uma ferramenta com o objetivo de facilitar a visualização dos processos de uma organização. Para Moreira (2008) fluxograma de processo é “uma representação gráfica do que ocorre com o material ou conjunto de materiais, incluído peças e subconjuntos de montagem, durante uma sequência bem definida de fases do processo produtivo”. Corrêa H e Corrêa C. (2005) dizem que a “análise de fluxo de processos é uma ferramenta para avaliar uma operação em termos da sequência de passos desde os recursos de entrada no sistema até as saídas, com o objetivo de definir ou melhorar seu projeto”.

#### 4. LAYOUT E ARRANJO FÍSICO

Primeiramente, é necessário definir os termos *layout* e arranjo físico como sinônimo Corrêa H. e Corrêa C. (2006) se referem ao arranjo físico como sendo a tradução em português da palavra *layout*.

Moreira (2008) explica que “planejar o arranjo físico de uma certa instalação significa tomar decisões sobre a forma como serão dispostos, nessa instalação, os centros de trabalho que aí devem permanecer”. Já, Slack (2009), descreve arranjo físico como aquilo que “diz respeito ao posicionamento físico dos seus recursos transformadores. Isso significa decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da operação”.

Alguns autores subdividem o arranjo físico ou *layout* em quatro tipos: arranjo físico posicional; arranjo físico funcional; arranjo físico celular e arranjo físico por produto. No quadro 1 será possível identificar as características de cada tipo de *layout* ou arranjo físico.

Quadro 1 – Tipos de Layout

<b>Arranjo físico posicional</b>	Arranjo posicional (também conhecido como arranjo físico de posição fixa) é, de certa forma, uma contradição em termos, já que os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores. Em vez de materiais, informações ou clientes fluírem por uma operação, quem sofre o processamento fica estacionário, enquanto equipamentos, maquinário, instalações e pessoas movem-se na medida do necessário. SLACK et al. (2009)
<b>Arranjo físico funcional</b>	“O arranjo físico funcional é assim chamado porque conforma-se às necessidades e conveniências das funções desempenhadas pelos recursos transformadores que constituem os processos”. SLACK et al. (2009).
<b>Arranjo físico celular</b>	O arranjo físico celular “é formado para produzir uma única família de peças - algumas peças, tendo todas características comuns, o que comumente significa que elas exigem as mesmas máquinas e têm configurações similares”. GAITHER (2002)
<b>Arranjo físico por produto</b>	O arranjo físico por produto é mais adequado a operações que processam grandes volumes de fluxo que percorrem uma sequência similar: empresas que produzem um ou poucos produtos em altos volumes, ou que atendam a grandes volumes de clientes que passam por uma sequência comum de etapas no processo de atendimento. CORRÊA H. E CORRÊA C. (2006).

Fonte: Adaptado de Slack et al (2009), Gaither (2002) e Corrêa e Corrêa (2006)

Dentre cada tipo de *layout* ou arranjo físico existem vantagens e desvantagens, que podem ser identificadas no quadro 2.

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens dos tipos básicos de arranjo físico.

	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Posicional</b>	Flexibilidade muito alta de mix e produto. Produto ou cliente não movido ou perturbado. Alta variedade de tarefas para mão-de-obra.	Custos unitários muito altos. Programação de espaço ou atividades pode ser complexa. Pode significar muita movimentação de equipamentos e mão-de-obra.
<b>Funcional</b>	Alta flexibilidade de mix e produto.	Baixa utilização de recursos.

	Relativamente robusto em caso de interrupção de etapas. Supervisão de equipamentos e instalações relativamente fácil.	Pode ter alto estoque em processo ou filas de clientes. Fluxo complexo pode ser difícil de controlar.
<b>Celular</b>	Pode dar um bom equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com variedade relativamente alta. Atravessamento rápido. Trabalho em grupo pode resultar em motivação.	Pode ser caro reconfigurar o arranjo físico atual. Pode requerer capacidade adicional. Pode reduzir níveis de utilização de recursos.
<b>Produto</b>	Baixos custos unitários para altos volumes. Dá oportunidades para especialização de equipamento.	Pode ter baixa flexibilidade de mix. Não muito robusto contra interrupções. Trabalho pode ser repetitivo.

Fonte: Slack et al., 2009

## 5. DESENVOLVIMENTO

A empresa estudada atua a mais de trinta anos na fabricação de produtos para a construção civil. Instaladas em um parque fabril superior a 190.000 m<sup>2</sup>. A empresa conta com a atuação direta de aproximadamente mil e duzentos colaboradores estruturados em duas divisões produtivas, sendo elas, no ramo de PVC e fibrocimento.

A divisão fibrocimento tem o objetivo de desenvolver soluções para infraestrutura predial, através da fabricação e distribuição de telhas de fibrocimento. A empresa está localizada no Paraná e possui representantes espalhados em todo o território nacional.

Atualmente a empresa conta com quatro linhas de produção divididas em três fases, mais o estoque de cura, conforme descrito no quadro 3.

Quadro 3 - Descrição do processo

<b>Fase 1. Mistura e homogeneização das matérias-primas</b>	Trata-se do envio de todas as matérias primas para o misturador para a composição de fibrocimento
<b>Fase 2. Formação das telhas de fibrocimento</b>	Refere-se a homogeneização do produto. Nesta fase as telhas de fibrocimento são identificadas individualmente. Os produtos recebem o código de rastreabilidade através de um carimbo rotativo que efetua a gravação das informações.
<b>Fase 3. Desforma das telhas de fibrocimento</b>	É o processo de desforma das telhas, realizado através de um sistema à vácuo e acondicionadas sobre <i>pallets</i> .
<b>Estoque de cura</b>	Trata-se do processo de secagem das telhas. No estoque de cura as telhas são acondicionadas por aproximadamente dois dias. No terceiro dia as telhas são movimentadas e estocadas na área externa, estas telhas permanecem em quarentena por mais cinco dias, somando um total de sete dias. No sétimo dia de cura do produto, o setor de controle de qualidade retira amostras das telhas para a realização de ensaios laboratoriais para atendimento aos critérios e especificações das normas técnicas do produto.

Fonte: Os autores, 2016.

Observou-se que o *layout* atual da empresa possui características de arranjo físico posicional, onde o produto se encontra sempre em uma posição fixa e são as máquinas e operadores que se movimentam. Por meio de visitas à fábrica foi identificado um número significativo de quebras de produtos acabado durante a etapa de estocagem.

Na empresa, o levantamento dos dados do setor de controle de estoque é realizado através de atividades diárias que tem o objetivo de contabilizar a quantidade de produto em estoque, produtos liberados para o carregamento e produtos não-conformes durante o processo de estocagem.

Quadro 4 - Quebras em toneladas de produtos em estoque no ano de 2015.

CONTROLE DE QUEBRAS 2015 / TONELADAS					
MESES	MODALIDADES DE NÃO CONFORMIDADES				TOTAL TONELADA
	FORRO	CALÇO	EMPILHADEIRA	MANUSEIO	
JANEIRO	15,74	5,50	43,16	7,53	71,93
FEVEREIRO	12,80	4,61	20,90	10,34	48,65
MARÇO	12,94	4,42	27,94	19,33	64,63
ABRIL	12,28	2,94	57,04	6,16	78,43
MAIO	19,10	7,13	58,64	8,49	93,36
JUNHO	6,66	2,94	50,75	3,58	63,93
JULHO	16,24	4,81	64,43	7,08	92,56
AGOSTO	21,15	6,58	78,62	7,62	113,97
SETEMBRO	19,14	5,24	73,86	3,83	102,07
OUTUBRO	18,05	5,00	68,78	3,10	94,93
NOVEMBRO	11,77	5,67	43,84	6,56	67,84
DEZEMBRO	15,38	3,27	47,04	3,06	68,75
<b>TOTAL TON.</b>	<b>181,26</b>	<b>58,12</b>	<b>634,97</b>	<b>86,68</b>	<b>961,05</b>

Fonte: A Empresa, 2015.

As principais modalidades de não-conformidades encontradas no processo foram: forros danificados, mau acondicionamento dos calços, negligência dos operadores de empilhadeiras e falhas no manuseio, conforme especificado na quadro 5.

Quadro 5 - Principais tipos de não-conformidades.

TIPOS DE FALHA	FOTO	DESCRIÇÃO DA FALHA
Forros danificados		O forro danificado ocorre quando as primeiras telhas acondicionadas nos <i>pallets</i> não estão totalmente secas e/ou quando é realizado um empilhamento acima do suportado.
Mau acondicionamento dos calços		O mau acondicionamento dos calços acontece quando um lado da telha se encontra com espessura abaixo do outro lado, resultando assim na inclinação dos <i>pallets</i> .

Negligência dos operadores de empilhadeiras		Esta modalidade de quebra é realizada por falhas dos operadores de empilhadeiras.
Falha no manuseio		A falha no manuseio é realizada por diversos fatores, entre eles, a alta demanda de carregamento e a falta de espaço para o acondicionamento das telhas.

Fonte: Os autores, 2016

O setor de controle de estoque representa graficamente o percentual anual de quebras destes produtos dividido nas modalidades de falhas do processo de estocagem, conforme demonstra a figura 2.

Figura 2 - Percentual de quebras por modalidade no ano de 2015



Fonte: A empresa, 2015.

Pode-se observar que sessenta e seis por cento do total de quebras realizadas no ano de 2015 refere-se a quebras relacionadas a operação com empilhadeiras.

Desta forma foi aplicado um questionário aos operadores de empilhadeiras contendo perguntas relacionadas ao processo de estocagem de telhas. Foi possível elaborar um fluxograma das atividades executadas por esses operadores, conforme figura 3.

Figura 3 – Fluxograma das atividades dos operadores de empilhadeiras.

Fluxograma do Processo	Término:	Folha: 1/1	Operação	Transporte	Inspeção	Demora	Estoque
Operadores de empilhadeiras	Operadores:						
	Revisão:						
Check list da máquina (empilhadeira)			●	⇒	■	D	▽
Recebimento do romaneio			●	⇒	□	D	▽
Localização do material a ser carregado			●	⇒	□	D	▽
Retirada das madeiras dos pallets			●	⇒	□	D	▽
Retirada das lonas dos caminhões			●	⇒	□	D	▽
Abrir as grades do caminhão			●	⇒	□	D	▽
Acondicionar madeiras para remontar os pallets			●	⇒	□	D	▽
Movimentar telhas que estão obstruindo as telhas que serão carregadas			●	⇒	□	D	▽
Carregar os paletes de telhas			●	⇒	□	D	▽
Fechar as grades do caminhão			●	⇒	□	D	▽

Fonte: os autores, 2016

O questionário foi aplicado aos oito operadores de empilhadeiras responsáveis pela movimentação das telhas no estoque final.

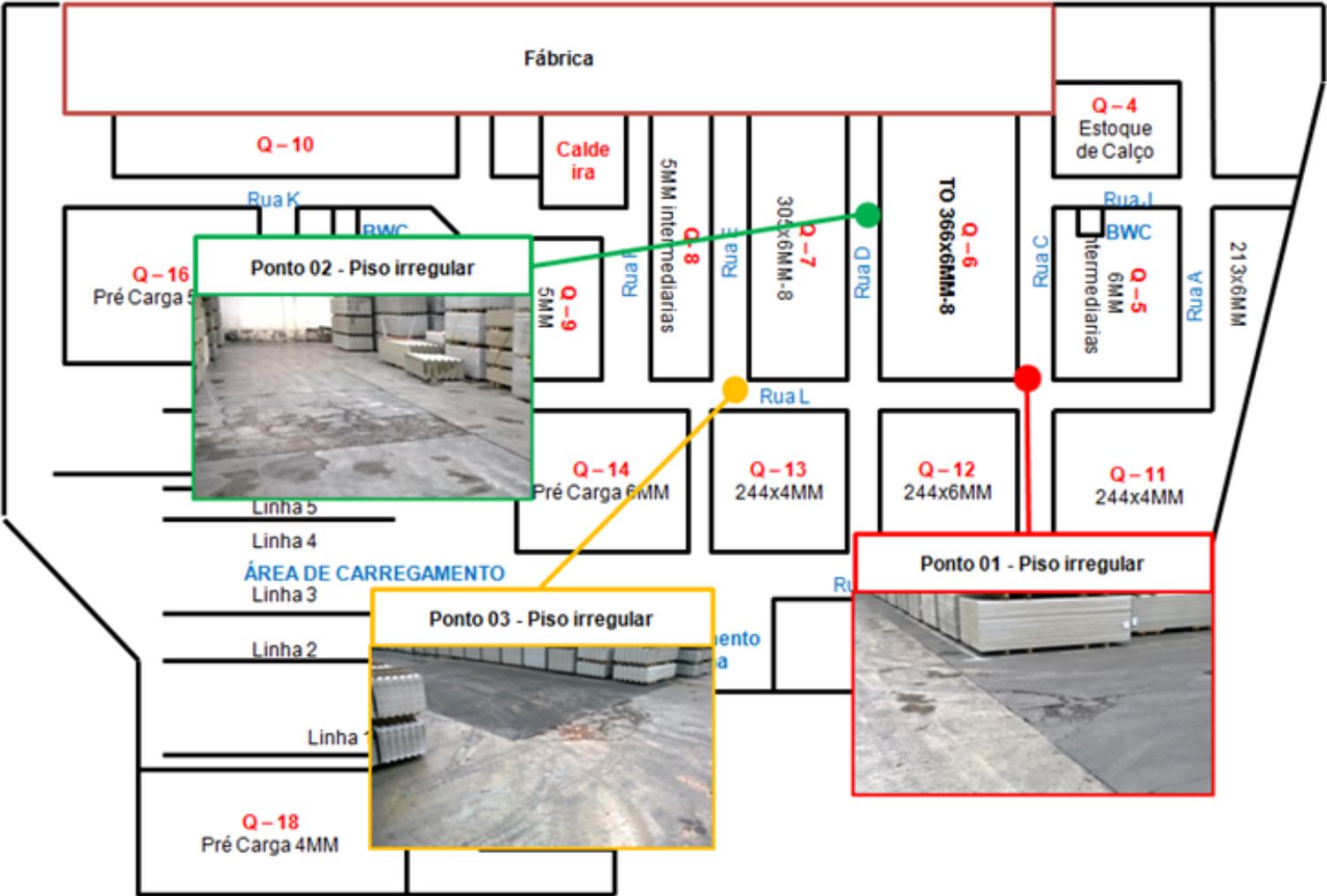
Ao questionar os operadores sobre quais eram as suas maiores dificuldades durante a movimentação dos *pallets* de telhas observou-se que a maioria dos operadores apontaram as mesmas dificuldades. Avarias no piso e rua estreita foram apontados pelos oito operadores como sendo as maiores dificuldades referentes à movimentação dos produtos.

O piso do local de estoque apresenta avarias podendo ocasionar a queda dos pacotes de telhas, além do fato relacionado ao excesso de movimentação das telhas até a conclusão do carregamento, pois este processo pode aumentar ainda mais as possibilidades de quebras.

A terceira maior dificuldade segundo os operadores é com relação a lotes obstruídos. Esse problema ocorre devido a falta de padronização das ilhas onde são estocadas as telhas, pois as mesmas se encontram misturadas, obrigando o operador da empilhadeira a retirar lotes de telhas de outras especificações até encontrar as que realmente devem ser carregadas.

As duas últimas dificuldades levantadas foram na questão dos *pallets* fora do padrão ou mau acondicionamento dos mesmos, causando assim atrito entre os pacotes de telha e conseqüentemente sua quebra. Foram detectados buracos com grande potencial para a quebra das telhas durante a movimentação em alguns pontos específicos conforme pode se visualizar na figura 4.

Figura 4 - Irregularidades no piso



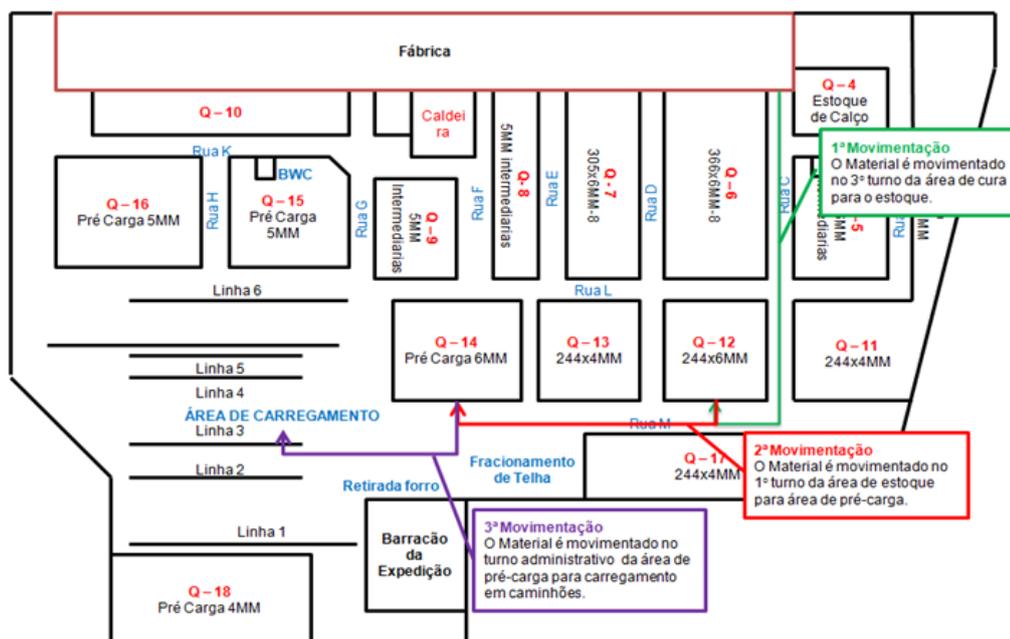
Fonte: Os autores, 2016

Analisando o *layout* atual da empresa, foi possível observar algumas oportunidades de melhoria. Um dos pontos observados foi com relação ao número de movimentação na área de estocagem, que podem ser divididas em três etapas.

A primeira movimentação se refere à retirada das telhas da fábrica até as ilhas de estoque, que são realizadas pelos operadores do terceiro turno. A segunda refere-se à movimentação das telhas até a pré-carga, esse processo consiste na alocação das telhas em estoque que serão carregadas em um local de pré-carga de maneira a facilitar na hora do carregamento. E por fim, a terceira movimentação consiste no carregamento final do produto nos caminhões, esse processo pode ser observado na figura 5.

Além da questão de movimentação, foi observado também que os operadores muitas vezes percorrem grandes percursos para realizarem o carregamento e quanto maior o número de movimentação maior o risco de quebras durante esse processo.

Figura 5 - Movimentação



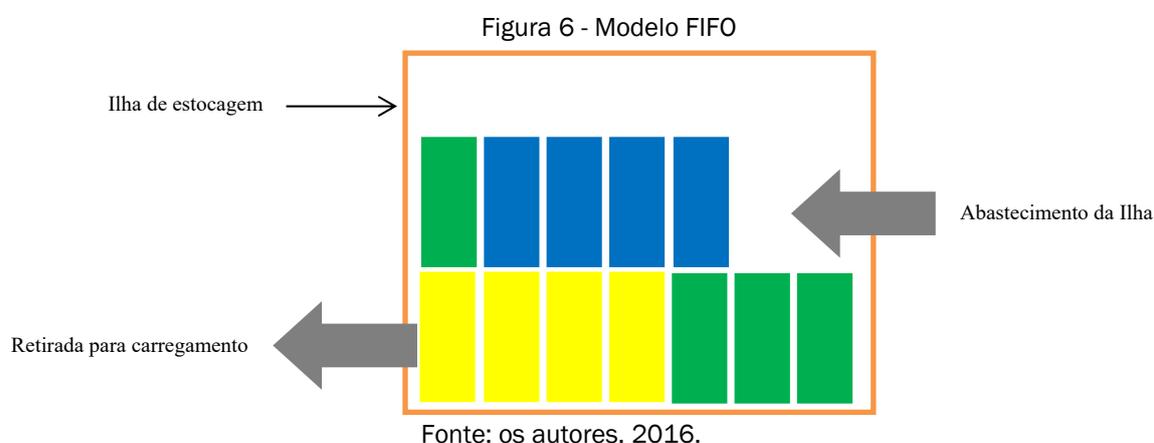
Fonte: Os autores, 2016

## 6. SUGESTÕES DE MELHORIAS

Conforme análise das informações, foram elaboradas as seguintes propostas de melhorias com o objetivo de minimizar o problema de quebras de produtos em estoque: implantação do sistema FIFO (*first in first out* - primeiro que entra, primeiro que sai) e adequação do layout.

Com a utilização do sistema FIFO o setor poderá obter uma potencial melhoria no acondicionamento dos produtos conforme ordem de produção, proporcionando agilidade no inventário cíclico, ampliando a visualização do estoque, facilitando a identificação dos produtos que possui maior rotatividade, além de evitar o carregamento de produtos com data de fabricação recente antes de produtos mais antigos.

Para a implantação desta ferramenta sugere-se que primeiramente o setor de controle de estoque especifique os locais de acondicionamento de cada modelo de telha, para que o operador de empilhadeira responsável pela movimentação dos produtos da área fabril até o estoque realize o acondicionamento dos mesmos respeitando a ordem crescente referente à data de fabricação, com isso o carregamento dos produtos poderá se realizado conforme modelo esquematizado na figura 6.



O modelo apresenta um exemplo de acondicionamento de telhas em uma ilha no estoque, onde cada retângulo representa um empilhamento de *pallets* de telhas contabilizando os lotes. A diferenciação das cores nos lotes tem o objetivo de representar o mês de fabricação dos produtos.

Também é proposto a elaboração de uma etiqueta zebra em que será impresso informações referentes, à data de fabricação, especificação da telha, quantidade acondicionada nos *pallets*, empilhamento máximo dos mesmos, turno e máquina de fabricação, além de informações referentes à liberação do produto após a realização dos ensaios laboratoriais de responsabilidade do setor de controle de qualidade que será realizado a caneta mediante a aprovação, conforme demonstrado na figura 7.

Figura 7 - Ficha de identificação.

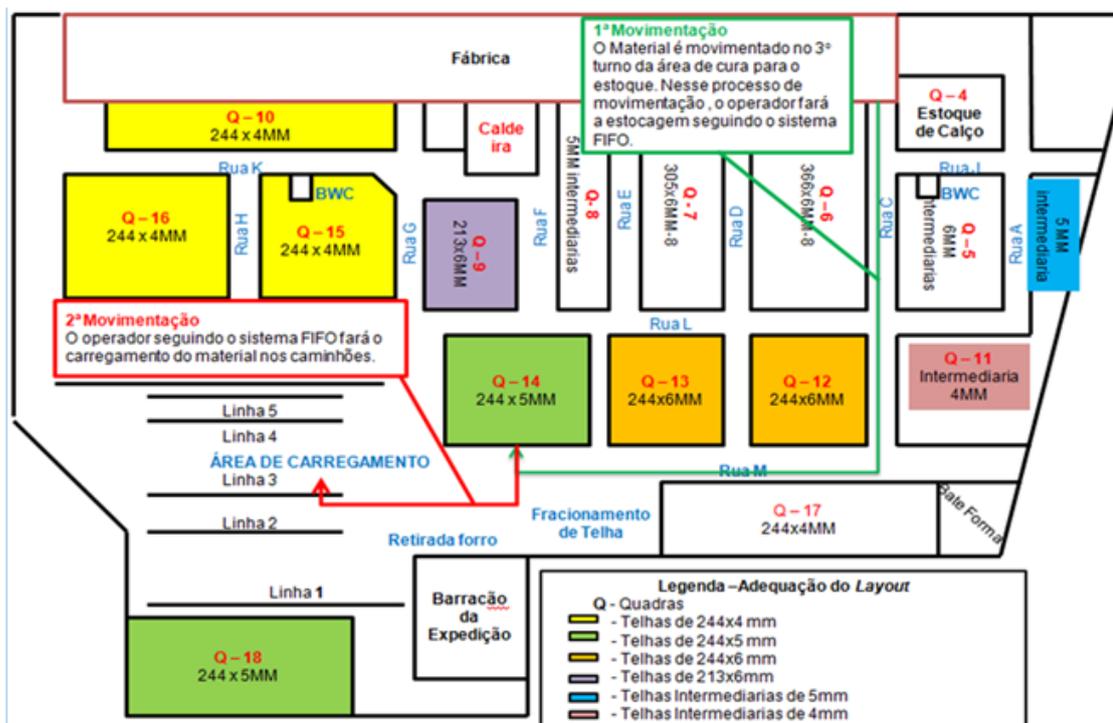
FICHA IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO	
<b>Produção</b>	Data de fabricação: _____ / _____ / _____
	Especificação da telha: _____
	Quantidade de telhas no <i>pallets</i> : _____ Turno: _____
	Empilhamento máximo: _____ Máquina: _____
<b>CQ</b>	Data da inspeção: _____ / _____ / _____
	Situação do produto: <input type="checkbox"/> Aprovado <input type="checkbox"/> Reprovado

Fonte: Os autores, 2016.

Outra proposta de melhoria é referente à adequação do *layout* tem o objetivo de acondicionar os produtos com maior rotatividade no estoque, próximo ao local de carregamento, evitando longos trajetos com empilhadeira para transporte dos produtos.

Com o objetivo de evitar longos percursos e aperfeiçoar a movimentação dos produtos em estoque foram levantados dados referentes a rotatividade das telhas em estoques, ou seja, as que apresentam maior número de vendas. E foi proposto o *layout* conforme figura 8.

Figura 8 – Sugestão de adequação para o *Layout*.



Fonte: Os autores, 2016

A proposta do novo arranjo do *layout*, é que os modelos com uma saída maior fiquem alocados em lugares de fácil acesso e próximo à área de carregamento, reduzindo assim a questão de movimentação.

## 7. CONCLUSÃO

Após a realização de visitas à empresa, análise dos dados fornecidos e aplicação do questionário com colaboradores ligados ao processo, foi realizado o mapeamento do processo de produtivo, para compreensão das etapas de produção das telhas, e das atividades relacionadas à estocagem do produto acabado. O objetivo foi visualizar e analisar o ambiente referente ao processo de estocagem a fim de identificar o aproveitamento do espaço físico, bem como o seu acondicionamento, além de verificar a sequência das atividades dos operadores de empilhadeira.

Foi identificado no *layout* pontos de melhorias como a eliminação da área de pré carga e conseqüentemente a redução de uma das etapas de movimentação, através da implantação do sistema FIFO, melhorando assim o gerenciamento do processo de estocagem e carregamento. Foi proposto também a identificação das ilhas de estocagem com os códigos das telhas para facilitar o armazenamento dos produtos acabados evitando assim a estocagem de produtos de especificações diferentes na mesma ilha de estocagem.

As propostas de melhoria foram com o intuito de reduzir o número de produtos não conformes e perdas produtivas. Desta forma, observa-se que a otimização dos processos pode ser um elemento estratégico para as empresas que querem se diferenciar no mercado e ser mais competitivas. Além desta perspectiva sugere-se para trabalhos futuros estudos aprofundados referentes a esta problemática identificando os custos financeiros na tentativa de tangibilizar por meio de valores as perdas atuais e os possíveis ganhos para a empresa.

## REFERÊNCIAS

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração da produção e Operações**. Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2ª. edição. São Paulo: Atlas, 2006.

\_\_\_\_\_. **Administração da produção e Operações**. Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. Edição Compactada. São Paulo: Atlas, 2005.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FERREIRA, Ayrton Sérgio Rochedo. **Modelagem Organizacional por Processos: um sistema óbvio de gestão, um passo além da hierarquia**. Rio de Janeiro, 2010.

GAITHER, Norman. **Administração da produção e operações**. 8ª edição. São Paulo: Thomson, 2002.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. 1ª edição. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2008.

\_\_\_\_\_. **Administração da Produção e Operação**. Editora Cengage Learning; 2ª Edição, São Paulo, 2008.

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

PAVANI JÚNIOR, Orlando; SCUCUGLIA, Rafael. **Mapeamento e Gestão por processos – BPM (Business Process Management)**. Edição. São Paulo: M.Books do Brasil editora LTDA, 2011.

RITZMAN, Larry P. **Administração de Produção e Operações**. Edição. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3ª edição. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

\_\_\_\_\_. **Administração da produção**. 2ª edição. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

WOMACK, J. & JONES, D. **Mentalidade enxuta nas empresas – Lean Thinking**. 4ª Ed., Editora Campus, 2004.

## **CAPÍTULO XX**

### **PRODUÇÃO ENXUTA NA SAÚDE: UMA ANÁLISE DO CONHECIMENTO PARA TOMADA DE DECISÕES**

---

**Lucrécia Helena Loureiro  
Ilda Cecilia Moreira da Silva  
Annibal Scavarda  
Paulo Sérgio Marcellini  
Teresa Tonini**

## PRODUÇÃO ENXUTA NA SAÚDE: UMA ANÁLISE DO CONHECIMENTO PARA TOMADA DE DECISÕES

### **Lucrécia Helena Loureiro**

Centro Universitário de Volta Redonda- Mestrado em Ensino de Ciências da Saúde e do Meio Ambiente  
Volta Redonda- RJ

### **Ilda Cecilia Moreira da Silva**

Centro Universitário de Volta Redonda- Mestrado em Ensino de Ciências da Saúde e do Meio Ambiente  
Volta Redonda- RJ

### **Annibal Scavarda**

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro- Doutorado em Enfermagem e Biociências  
Rio de Janeiro- RJ

### **Paulo Sérgio Marcellini**

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro- Doutorado em Enfermagem e Biociências  
Rio de Janeiro- RJ

### **Teresa Tonini**

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro- Doutorado em Enfermagem e Biociências  
Rio de Janeiro- RJ

**RESUMO:** O estudo faz uma breve reflexão acerca das produções científicas internacional, com enfoque na utilização da produção enxuta nos serviços de saúde, identificando as suas contribuições. Realizou-se pesquisa bibliográfica nas bases de dados Literatura Internacional em Ciências da Saúde( Medline) e nas Bases de Dados da Biblioteca Virtual da Saúde ( Lilacs e SciELO) e periódicos de capes, com os seguintes critérios de inclusão: possuir relação ao objetivo proposto; ter as palavras lean (“healthcare” OR “health care” OR “health-care” OR “health” OR “care”) no título, ano de publicação de 2011 a 2015; abordar a temática de Sistema de Produção Enxuta no âmbito da Saúde; possuir o texto na íntegra disponível on line; idioma em português, Inglês ou espanhol. Após a busca, foram encontradas 84 publicações, 26 eliminados, analisados e categorizados 58 artigos. Destaca-se a relevância das publicações acerca do assunto e conclui-se que através desse estudo, a preocupação dos autores está nos funcionários com objetivo de aumentar a produção, diminuir os desperdícios e em contra partida a melhoria da satisfação do cliente.

**PALAVRAS-CHAVE:** PRODUÇÃO ENXUTA, SAÚDE, TOMADA DE DECISÃO

## 1. INTRODUÇÃO

A produção enxuta é uma filosofia de gerenciamento que surgiu no Japão no cenário pós - guerra na indústria automobilística, visando otimizar a organização de forma a atender as necessidades dos clientes no menor prazo possível.

Essa filosofia de produção tem como base além da eliminação sustentável do desperdício de tempo e energia visa aperfeiçoar os recursos existentes nas empresas. Com o decorrer dos anos esse tipo de gerenciamento foi se consolidando, não somente na indústria automobilística, mas em outros setores e serviços.

Atualmente ela é empregada em diversos setores inclusive no setor saúde. Este tipo de estratégia foca no estudo dos movimentos dos trabalhadores eliminando os desperdícios. Visando uma melhoria no dia a dia da empresa, através do projeto de melhoria continua.

Assim sendo, no setor de saúde o gerente deve priorizar onde é o foco, analisar o que deve ser melhorado, definir os problemas, e propor o que pode ser aperfeiçoado; Este profissional trabalha no planejamento de como vai atingir a melhoria proposta , atacando e executando o plano de melhoria.

O principal requisito para a implementação da produção enxuta é a motivação e a capacitação da equipe para fazer essas melhorias, vale ressaltar que a liderança deve estar muito bem alinhada porque ela tem que dar suporte as decisões tomadas durante os projetos, além disso, precisa ter uma infraestrutura básica para suportar essas melhorias , a implementação é gradativa, é um processo continuo, para o setor de serviço em saúde se tornar cada dia mais enxuto.

Assim, na Atenção Primária principalmente na Estratégia Saúde da Família, onde a equipe é multiprofissional, o gerente líder da equipe, enfrenta um desafio ainda maior, em capacitar diversos profissionais de categorias diferentes visando à melhoria e implementação de uma estratégia ainda tímida no setor da saúde coletiva.

O mercado da Saúde com os avanços da globalização estão cada dia mais competitivo e tecnológico. É necessário pensar que quando as pessoas procuram o serviço de saúde, carregam consigo uma lista de necessidades que de alguma forma precisa ser escutada e analisada pela equipe, pois não podemos desconsiderar que esta procura pode ser uma busca por uma resposta de algumas necessidades do cotidiano ou já vivenciadas.

É pertinente mostrar que o conhecimento gerencial é a capacidade de interpretar e atuar sobre um conjunto de informações a partir da clara compreensão dos limites e possibilidades da realidade, em conjuntos com as necessidades mediatas e imediatas da população e deve ser usada no dia a dia. Benito Gav, et al ( 2005), define que essa capacidade é criada a partir das relações existentes entre o conjunto de informações , e desse conjunto com outros conjuntos que já lhe são familiares.

Atualmente este conhecimento está atrelado as Tecnologias da Informação,

presentes no cotidiano do mundo globalizado. Na área da saúde, não há dúvidas que a informática especificamente na Enfermagem tenha uma forte inserção, evoluindo com intuito de contribuir para a melhoria da gestão e conseqüentemente a qualidade da assistência prestada ao usuário.

Nesse sentido chamamos a atenção para a tecnologia gerencial, pois é a partir desta que podemos refletir e atuar em saúde. O profissional que exerce a gerencia faz uso de vários processos de trabalho, deve ter uma visão global a respeito de sua atuação, tentando prever os problemas antes que eles aconteçam, com o foco sempre no cuidar, este sendo o mais evidenciado em seu trabalho.

Desse modo, é possível vislumbrar caminhos para a produção enxuta na Atenção Primária e compreender com maior clareza a gerência de enfermagem e a sua capacidade de tomada de decisão.

Segundo Peres e Ciampone (2006), para o gerente conseguir alcançar competência para tomar decisões, algumas etapas devem ser cumpridas, como conhecer a missão da instituição, avaliar as reais necessidades dos usuários e realizar um trabalho pautado no planejamento.

Nas últimas décadas, a expansão continua do setor saúde e a incorporação nas inovações tecnológicas obriga o enfermeiro a buscar novos conhecimentos. Diante da evolução tecnológica os profissionais vêm tentando modernizar-se, para atender as demandas do mercado. A competitividade é crescente, o gerente necessita ter uma visão ampla e desempenhe um papel de agente de mudança, investindo na inovação do processo de trabalho, devendo assim, estar preparado para as necessidades presentes.

Podemos observar que na Atenção Primária a Saúde, a produção enxuta e os avanços tecnológicos ainda são tímidos diante dos avanços existentes na área hospitalar.

Sendo assim, este estudo procurou refletir sobre os processos instalados no interior das equipes do Programa Saúde da Família, mais especificamente na gerencia da unidade, com o propósito de verificar de que maneira este profissional realiza o reconhecimento e enfrentamento das necessidades de saúde da população e utiliza o sistema de produção enxuta no enfrentamento dessas necessidades, com o intuito de contribuir para melhoria na qualidade da assistência prestada.

Dentro dessa perspectiva, o propósito deste artigo é fazer uma análise do emprego do sistema de produção enxuta na Estratégia Saúde da Família, identificando suas contribuições na atenção básica à saúde. De igual modo, a discussão contempla a questão de formação e da qualificação do enfermeiro e a adequação desse profissional de acordo com as demandas do sistema de saúde em construção.

Entendemos que o estudo sobre este sistema na ESF é relevante e importante na medida em que oferece subsídios a reflexão sobre a formação e a prática profissional da enfermagem.

Deste modo, esperamos, a partir dos resultados, contribuir discutindo sobre a importância da utilização do Sistema de Produção Enxuta na atenção primária a

saúde e, conseqüentemente, sobre as transformações da formação em enfermagem para o SUS.

## 2. METODOLOGIA

O presente estudo parte de uma revisão de literatura, respaldada pela pesquisa bibliográfica sobre o Enfermeiro e o Sistema de Produção Enxuta e sua utilização no Sistema de Saúde, especificamente na Atenção Primária.

Segundo Roman (1998), esse tipo de revisão de literatura corresponde a um método que tem por finalidade contribuir para o conhecimento de um determinado tema a partir da sistematização e do ordenamento de resultados obtidos em fontes secundárias.

O levantamento bibliográfico no território nacional e internacional foi realizado no período de abril e maio de 2015, optou-se por utilizar como material somente artigo científico, por considerar a acessibilidade deste tipo de publicação para os profissionais de saúde. Foi realizado nos sites de busca disponíveis na internet ( [www.google.com.br](http://www.google.com.br)); base de dados [www.scielo.org.br](http://www.scielo.org.br), através do acesso ao [www.periodicos.capes.org.br](http://www.periodicos.capes.org.br), utilizando como critério de inclusão das fontes no estudo o ter como descritores ou palavras chaves: em inglês: lean (“healthcare”, “health care”, “health-care”, “health”, “care”), Com os booleanos OR e AND.

Os critérios de inclusão das referências foram os seguintes: possuir relação ao objetivo proposto; publicações no período de 2011 a 2015 (5 anos); abordar a temática da Produção Enxuta/gestão/gerência/manufatura/saúde; necessariamente deveriam possuir o texto na íntegra disponível on line; idioma em português, inglês e espanhol, independente do método de pesquisa utilizado.

A partir da combinação dos descritores em inglês foram localizadas 105 produções, que após seleção para este estudo, se reduziram a 84 artigos, destes 58 foram selecionados para apreciação após foram separados e analisados conjuntamente.

Foram excluídos as publicações que não enquadram no recorte temporal estabelecido e estudos que não respondiam a pergunta de pesquisa estabelecida inicialmente. Estudos encontrados em mais de uma base de dados foram considerados somente uma vez.

Na coleta dos dados, a bibliografia levantada foi escolhida e examinada de acordo com a pertinência em relação ao tema em estudo. De posse das fontes selecionadas, procedeu-se, então, à análise do material, seguindo-se as seguintes etapas: Tradução dos abstract, leitura exploratória, a fim de conhecer todo o material; leitura seletiva, através do qual foram selecionados os artigos pertinentes aos propósitos da pesquisa; leitura analítica dos textos; momento de apreciação e julgamento das informações, evidenciando-se os principais aspectos abordados sobre o tema. Finalmente uma leitura interpretativa das mesmas para a sistematização da reflexão que, apoiada a experiência profissional dos pesquisadores, conferiu significado mais amplo a leitura.

Assim, foi realizada análise de conteúdo da seguinte forma: presença da questão Produção Enxuta; possuíam a proposta para área da saúde; diziam da importância e da necessidade da utilização do Lean.

Aliás, outros artigos além dos que não ficaram selecionados, foram utilizados na contextualização do trabalho, sendo assim, a partir desta revisão de literatura, haverá um acesso rápido e dinâmico para os diversos profissionais da área da saúde, proporcionando-lhes fundamentar suas condutas e tomadas de decisões.

### 3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Dentre os artigos levantados na literatura internacional no período de 2011 a 2015 percebe-se que no ano de 2014, 39,6% dos periódicos apresentaram uma relevância em relação aos outros anos em se tratando da produção enxuta nos cuidados em saúde.

O material selecionado para enfatizar as discussões abordadas totalizaram 84 publicações as quais o critério seletivo ter como indicação no título as palavras “lean” e “Healthcare” com o propósito de especificar as abordagens relacionadas a essas dadas situações.

Ao desenvolver essa seleção, 26 destes foram eliminados uma vez que as palavras definidas como chave não faziam parte do contexto comunicativo, sendo assim, apenas 58 artigos fizeram parte para o embasamento de tais informações.

A totalidade de autores que abordaram esse assunto de maneira persuasiva foram 216, sendo 10,6% escreveram mais de uma publicação e somente 0,9% dissertaram quatro, o que demonstra que há uma necessidade de relatar esse assunto de forma minuciosa.

Johan Thor, médico suíço, especialista em saúde pública da Universidade de Jonkoping foi o autor dentre os demais que apresentou mais publicações sobre o assunto, embora os Estados Unidos representem 50% do total de periódicos publicados.

Nesse contexto comunicativo deve-se ressaltar a revista *Journal Health Organization Management* que representou 22,4% do total de periódicos publicados.

O departamento que mais se preocupou com a temática foi a medicina e a enfermagem, no setor de emergência, com a finalidade de melhorar os fluxos de trabalho e satisfação do cliente.

Em se tratando do objeto de estudo, a equipe que apresentou maior enfoque, a medicina e a enfermagem priorizaram essas ciências no estudo, com isso indica-se a Universidade das mesmas que tiveram maior preocupação com essa temática.

Estes autores utilizaram como palavras-chaves prioritárias: “Patient Care”, “Workflow”, “Supply Chain Management”, “Health care”, “Lean Production” e “Quality Management”.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É convincente que, através desse estudo, a preocupação dos autores está na demanda do fluxo de trabalho, no tempo das atividades no desempenho das equipes, para intervir em uma melhoria funcional na qualidade das organizações de cuidados em saúde, visando aperfeiçoar os fluxos e processos, evitando desperdícios, promovendo pensamento Lean entre os demais envolvidos em busca do aumento da produção e a satisfação do cliente.

Apesar de os resultados do Lean parecerem ser promissores, as implicações até agora não permitem desenhar uma palavra final sobre os seus impactos ou desafios positivos quando introduzidos no setor da saúde. Os estudiosos são chamados a explorar ainda mais a potencialidade e as fraquezas do Lean, acima de tudo, como para a magnitude dos investimentos necessários e para o engajamento de toda a organização que representa escolha cada vez mais estratégica, enquanto profissionais de saúde, gestores e formuladores de políticas podem e devem aprender a partir das pesquisas como desempenhar um papel fundamental para uma execução mais eficaz do lean em diferentes contextos de saúde.

#### REFERENCIAS

ARONSSON Håkan, ABRAHAMSSON Mats, SPENS Karen, (2011), "**Developing lean and agile health care supply chains**", **Supply Chain Management: An International Journal**, Vol. 16 Iss 3 pp. 176 – 183

BALUSHI S. AI, SOHAL A.S, SINGH P.J. A, HAJRI AI Y.M, FARSI AI R, ABRI AI **Readiness factors for lean implementation in healthcare settings – a literature review. Journal of Health Organization and Management** , Vol. 28 Iss 2 pp. 135 – 153

BURGESS Nicola, RADNOR Zoe, (2013), "**Evaluating Lean in healthcare**", **International Journal of Health Care Quality Assurance**, Vol. 26 Iss 3 pp. 220-235  
<http://dx.doi.org/10.1108/09526861311311418>

CIMA, et al. **Use of Lean and Six Sigma Methodology to Improve Operating Room Efficiency in a High-Volume Tertiary-Care Academic Medical Center. J Am Coll Surg** 2011;213:83–94.

D'ANDREAMATTEO A, et al. **Lean in healthcare: A comprehensive review. Health Policy** (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.healthpol.2015.02.002>

DROTZ Erik, POKSINSKA Bozena, (2014), "**Lean in healthcare from employees'**

**perspectives"**, KERD Journal of Health.OrganiZation and Management, Vol. 28 Iss 2 pp. 177-195 <http://dx.doi.org/10.1108/JHOM-03-2013-0066>

FAULKNER Beth. **Applying Lean Management Principles to the Creation of a Postpartum Hemorrhage Care Bundle**. Nursing for Women's Health Volume 17 Issue 5

HAENKE Roger, STICHLER Jaynelle F. **Applying Lean Six Sigma for Innovative Change to the Post-Anesthesia Care Unit**. , JONA Volume 45, Number 4, pp 185-187

HAGAN PAT. **Waste Not, Want Not: Leading the Lean Health-Care Journey at Seattle Children's Hospital**. Global Business and Organizational Excellence • DOI: 10.1002/joe.20375 • March/April 2011

HARWOOD, Jeremy. **Filosofia: um guia com as ideias de 100 grandes pensadores**: [tradução Henrique Monteiro].- São Paulo: Planeta,2013.

HWANG Pauline, HWANG David , HONG Paul , (2014), "**Lean practices for quality results: a case illustration**". International Journal of Health Care Quality Assurance, Vol. 27 Iss 8 pp. 729 - 741

JACOBS Gaby. **Take Control or Lean Back?" Barriers to Practicing Empowerment in Health Promotion**. Health Promotion Practice January 2011 Vol. 12, No. 1, 94-101 DOI: 10.1177/1524839909353739

KERA Jun-Ing, WANGB Yichuan, M. HAJLI Nick c, SONGB Jiahe, Cappi W. **Deploying lean in healthcare: Evaluating information technology effectiveness in U.S. hospital pharmacies**. International Journal of Information Management 34 (2014) 556-560

LILLRANK Paul, GROOP Johan, VENESMAA Julia, (2011), "**Processes, episodes and events in health service supply chains**", Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 16 Iss 3 pp. 194-201  
<http://dx.doi.org/10.1108/13598541111127182>

MARIN, Helamar de Fatima, CUNHA, Isabel Cristina Kowal Olm. **Perspectivas atuais da Informática em Enfermagem**. Rev Bras Enferm, 2006 maio-jun;59(3):354-57.

MARTENS Leon, GOODE Grahame , WOLD Johan F. H , BECK Lionel, MARTIN Georgina, PERINGS Christian, STOLT Pelle, BAGGERMAN Lucas. **Structured Syncope Care Pathways Based on Lean Six Sigma Methodology Optimises Resource Use with Shorter Time to Diagnosis and Increased Diagnostic Yield**. PLOS ONE, 2 June 2014 .Volume 9 . Issue 6

MAZZOCATO Pamela , THOR Johan , BÄCKMAN Ulrika , BROMMELS Mats ,

CARLSSON Jan, JONSSON Fredrik, HAGMAR Magnus, SAVAGE Carl , (2014), "**Complexity complicates lean: lessons from seven emergency services**", Journal of Health Organization and Management, Vol. 28 Iss 2 pp. 266 – 288

MCINTOSH Bryan, SHEPPY Bruce, COHEN Ivan, (2014), "**Illusion or delusion – Lean management in the health sector**", International Journal of Health Care Quality Assurance, Vol. 27 Iss 6 pp. 482-492 [http:// dx.doi.org/10.1108/IJHCQA-03-2013-0028](http://dx.doi.org/10.1108/IJHCQA-03-2013-0028)

MEIJBOOM Bert, SCHMIDT-BAKX Saskia, WESTERT Gert, (2011), "**Supply chain management practices for improving patient-oriented care**", Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 16 Iss 3 pp. 166-175 [http:// dx.doi.org/10.1108/13598541111127155](http://dx.doi.org/10.1108/13598541111127155)

MORROW Elizabeth , ROBERT Glenn, MABEN Jill , (2014), "**Exploring the nature and impact of leadership on the local implementation of The Productive Ward Releasing Time to Care**", Journal of Health Organization and Management, Vol. 28 Iss 2 pp. 154 – 176

PAPADOPOULOS Thanos, RADNOR Zoe, MERALI Yasmin. **The role of actor associations in understanding the implementation of Lean thinking in healthcare.** International Journal of Operations & Production Management Vol. 31 Iss 2 pp. 167 – 191

PANTOUVAKIS Angelos, BOURANTA Nancy, (2014), "**Quality and price – impact on patient satisfaction**", International Journal of Health Care Quality Assurance, Vol. 27 Iss 8 pp. 684-696 <http://dx.doi.org/10.1108/IJHCQA-10-2013-0128>

PEJSA PAUL, RICH ENG. **Lean Strategy Deployment Delivers Customer Satisfaction at GE Healthcare.** Global Business and Organizational Excellence • DOI: 10.1002/joe.20394 • July/August 2011

PERES, Aída Maris, CIAMPONE, Maria Helena Trendy. **Gerência e Competências Gerais do Enfermeiro.** Texto e Contexto Enferm, Florianópolis, 2006 Jul – Set; 15(3):492-9.

PETERLINI, Olga Laura Girdi, ZAGONEL, Ivete Palmira Sanson. **O Sistema de Informação Utilizado pelo Enfermeiro no Gerenciamento do Processo de Cuidar.** Texto e Contexto Enfermagem, Florianópolis, 2006 Jul-set;15(3): 418-26.

ROTTA, Luís Antônio, ANDRADE, Luíz Odorico Monteiro de, **A Estratégia Saúde da Família e as Tecnologias de Informação: O seu uso entre médicos e enfermeiros na Atenção Básica em Sobral/ CE.** Sanare. Ano V, N.1, Jan./Fev./Mar.2004.

STEWART Robinson , Zoe J. RADNOR , BURGESS Nicola , WORTHINGTON Claire.

**SimLean: Utilising simulation in the implementation of lean in healthcare.** European Journal of Operational Research 219 (2012) 188–197

SULLIVAN Peter, SOEFJE Scott, REINHART David, MCGEARY Catherine, CABIE Eric D. **Using lean methodology to improve productivity in a hospital Oncology pharmacy.** Am J Health-Syst Pharm—Vol 71 Sep 1, 2014 1491

TIMMONS Stephen, COFFEY Frank, VEZYRIDIS Paraskevas, (2014), "**Implementing lean methods in the Emergency Department: The role of professions and professional status**", Journal of Health Organization and Management, Vol. 28 Iss 2 pp. 214-228 <http://dx.doi.org/10.1108/JHOM-10-2012-0203>

VATS Atul, GOIN Kristin H, VILLARREAL Monica C, YILMAZ Tuba, FORTENBERRY, James D, KESKINOC AK Pinar. **The impact of a lean rounding process in a pediatric intensive care unit.** Crit Care Med 2012 Vol. 40, No. 2

VATS Atul, GOIN Kristin H., FORTENBERRY James D. **Lean analysis of a pediatric intensive care unit physician group rounding process to identify inefficiencies and opportunities for Improvement.** Pediatr Crit Care Med 2011 Vol. 12, No. 4 421

VRIES Jan de, HUIJSMAN Robbert, (2011), "**Supply chain management in health services: an overview**", Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 16 Iss 3 pp. 159-165 <http://dx.doi.org/10.1108/13598541111127146>

Waqar Ulhassan, Ulrica von Thiele Schwarz, Johan Thor and Hugo Westerlun **Interactions between lean management and the psychosocial work environment in a hospital setting - a multi-method study.** BMC Health Services Research 2014, 14:480 doi:10.1186/1472-6963-14-480

**ABSTRACT:** The study is a brief reflection on the international scientific production, focusing on the use of lean production in health services, identifying their contributions. Held literature in databases International Literature on Health Sciences (Medline) and the Virtual Library Database of Health (Lilacs and SciELO) and journals capes, with the following inclusion criteria: having regard to the purpose ; have the lean words ("healthcare" OR "health care" OR "health-care" OR "health" OR "care") in the title, year of publication from 2011 to 2015; address the issue of Lean Production System under the Health; have the full text available on line; language in Portuguese, English or Spanish. After the search, 84 publications were found, 26 eliminated, analyzed and categorized 58 articles. It highlights the relevance of publications on the subject and concluded that through this study, the concern of the authors is in employees in order to increase production, reduce waste and to start improving customer satisfaction.

**KEYWORDS:** LEAN MANUFACTURING, HEALTH, DECISION MAKING

## **CAPÍTULO XXI**

### **PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DO PROCESSO DE INSPEÇÃO COM BASE NOS CONCEITOS DO LEAN MANUFACTURING: ESTUDO DE CASO EM UM FABRICANTE DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS**

---

**Fernanda Pereira Lopes Carelli  
Larissa Maynara Rôa  
Carlos Manuel Taboada Rodriguez**

# PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DO PROCESSO DE INSPEÇÃO COM BASE NOS CONCEITOS DO LEAN MANUFACTURING: ESTUDO DE CASO EM UM FABRICANTE DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS

## **Fernanda Pereira Lopes Carelli**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC – Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção  
Florianópolis – Santa Catarina

## **Larissa Maynara Rôa**

Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC/PR – Graduada em Tecnologia em Gestão da Qualidade  
Curitiba – Paraná

## **Carlos Manuel Taboada Rodriguez**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC - Professor PhD. no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção  
Florianópolis – Santa Catarina

**RESUMO:** Este artigo apresenta o sistema de inspeção de uma empresa de grande porte, fabricante de produtos agrícolas. A proposta é sugerir melhorias nos processos de inspeção com base na análise dos sete desperdícios, da visão Lean. O artigo classifica-se como um estudo de caso exploratório, em que para coletar os dados foram utilizadas as técnicas de pesquisa de campo, observação e entrevista com o gestor da empresa. A análise dos dados foi qualitativa. Com base nos indicadores de desempenho das inspeções dos produtos, observou-se a oportunidade de uma adequação nos processos industriais e foi sugerido a eliminação de um processo de inspeção chamado de super controle. Constatou-se que este é um processo repetitivo e que gera desperdícios para a empresa, pois trata-se de uma fase de inspeção que não agrega valor ao cliente. Observa-se que com a aplicação de ajustes no seu sistema produtivo e fortalecimento de práticas lean como a ferramenta poka yoke, treinamentos para a equipe e estímulo a produção puxada esta adequação pode ser realizada dentro da empresa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inspeção. Sete Desperdícios. Lean Manufacturing.

## **1. INTRODUÇÃO**

Garantir a qualidade dos produtos possibilita uma melhoria na imagem de mercado das indústrias. Para tanto, faz-se necessário adotar procedimentos que visam aperfeiçoar os processos produtivos. Assim, as empresas produzem mais com menos, diminuem as perdas, reduzem os gargalos e aumentam a eficiência. Um primeiro passo neste sentido é conhecer os processos produtivos, bem como a utilização de ferramentas adequadas para o desenvolvimento de uma proposta de melhoria.

Eliminar desperdícios reduz custos de produção. O Lean Manufacturing visa

essencialmente combater os desperdícios e estes podem ser quaisquer atividades que absorvem recursos e que não agregam valor.

Para Pavini Júnior e Scucuglia (2011) “nada deve interromper ou retardar a cadeia de valor de um processo de manufatura.” Segundo os autores, já que, o cliente paga, pelo processo de criação de valor, este deve ser o mais desobstruído possível, sempre visando à redução máxima de tempo de processamento.

A empresa estudada neste artigo é uma das maiores fabricantes de equipamentos agrícolas, e possui seis fábricas no Brasil. Com uma ampla oferta de produtos e serviços, possui uma linha completa de equipamentos, tratores, colheitadeiras, pulverizadores e plantadeiras, além de equipamentos específicos para biomassa e silvicultura.

Segundo a revista Panorama Industrial do Paraná, 2015, publicada pela Federação das Indústrias do Estado do Paraná – FIEP, seu segmento é um dos mais representativos no estado do Paraná, com 63,4% de participação dos custos em 2012 e 1507 estabelecimentos até 2013.

Atualmente as máquinas fabricadas pela empresa passam por várias inspeções durante o processo produtivo, e, ao final deste, por uma inspeção final. Essa inspeção final, é chamada de super controle e tem por objetivo não permitir que produtos com defeito sejam entregues aos clientes. Atualmente as máquinas permanecem ao final do processo, em um pátio e antes de ser expedida para o cliente passam pela inspeção super controle.

O objetivo geral deste artigo é verificar a possibilidade de adequar o processo de inspeção da empresa e eliminar o super controle, com foco na eliminação de desperdícios e no Lean Manufacturing.

Há uma necessidade em gerar melhorias nos processos produtivos. “Nota-se que existem ainda hoje empresas que investem em modelos sofisticados de inspeção do produto acabado e esse é um caso de custo elevado em ações de discutível reflexo prático.” (PALADINI, 2012).

Sabe-se que a inspeção de produto final é algo que não agrega valor para o cliente, uma vez que, independente de quantas forem as inspeções, o produto final deverá garantir a satisfação do cliente. Adequar o processo, na busca por eliminar etapas repetitivas é ideal para as empresas que buscam um diferencial nos dias atuais.

## **2. LEAN MANUFACTURING / MANUFATURA ENXUTA**

Nenhuma nova ideia surge do vácuo. Pelo contrário, novas ideias emergem de um conjunto de condições em que as velhas ideias parecem não mais funcionarem. Esse também foi o caso da produção enxuta, que surgiu em um determinado país numa época específica, por que as ideias convencionais para o desenvolvimento industrial do país pareciam não mais funcionar. (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

Segundo Dennis (2008), o momento que a Toyota vivenciava em 1950 era

de uma profunda crise, juntamente com todo o Japão. Em seus 13 anos de existência, a Toyota tinha produzido apenas 2.685 automóveis, enquanto a Fábrica Rouge da Ford produzia 7.000 unidades por dia.

A situação da Toyota após a Segunda Guerra Mundial, em 1950 era de uma indústria automotiva que começava a florescer. O país havia sido dizimado por duas bombas atômicas, a maioria das fábricas haviam sido destruídas, a plataforma de abastecimento era nula e os consumidores tinham pouco dinheiro (LIKER, 2005).

Para Ohno (1997), o principal objetivo do Sistema Toyota de Produção - STP foi produzir muitos modelos em pequenas quantidades. A base do sistema se encontra na absoluta eliminação dos desperdícios. Para ele a redução dos custos é essencial para os fabricantes de bens que quiserem sobreviver no mercado atual. Foram em cima dessas necessidades e graças à genialidade, paciência e vontade de quebrar paradigmas de Taiichi Ohno que nasceu o STP.

Womack & Jones (2004) destacam que o pensamento é enxuto porque se refere a uma forma de fazer cada vez mais com menos, menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço, e ao mesmo tempo, aproxima-se cada vez mais de oferecer aos clientes, exatamente o que eles desejam. Cinco princípios, voltados para a eliminação dos desperdícios, sustentam conceitualmente a produção Lean: valor, cadeia de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição.

### **3. OS SETE DESPERDÍCIOS**

A Toyota identificou os sete tipos principais de atividades sem valor agregado em processos empresariais ou de manufatura, os quais são: superprodução, espera (tempo a disposição), transporte ou transferência, super processamento ou processamento incorreto, excesso de estoque, deslocamentos desnecessários, defeitos e não utilização da criatividade dos funcionários. (LIKER, 2007).

No sistema de produção enxuto tudo o que não agrega valor ao produto, visto sob os olhos dos clientes, é desperdício. Segundo Ohno (1997) a verdadeira melhoria na eficiência surge quando produzimos zero desperdício e levamos a porcentagem de trabalho para 100%. Tendo em mente os princípios Lean e as atividades que são consideradas desperdícios.

### **4. INSPEÇÃO**

Segundo Paladini (2012, p. 115),

Por algum tempo, aliás, atribuiu-se à inspeção importância maior do que ela realmente tem, além de ter sido conferida a ela uma função mais ampla do que lhe é própria. Chegou-se mesmo a confundir a inspeção com o controle da qualidade. Na tentativa de mostrar que a inspeção

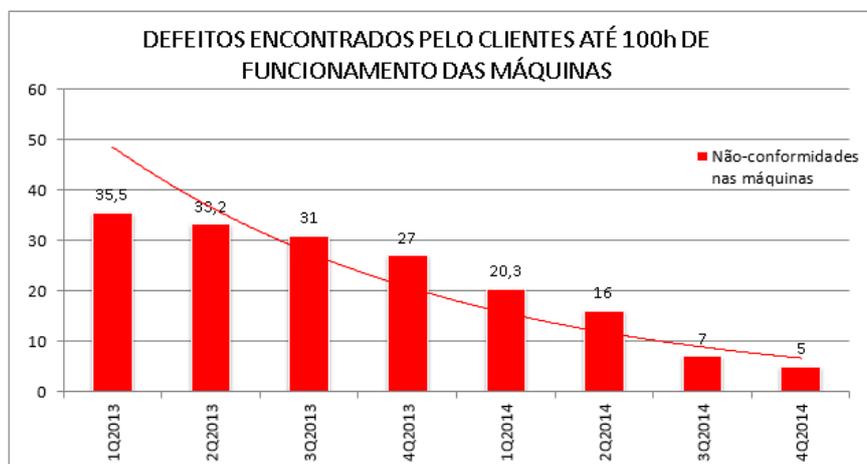
envolvia uma ação mais restrita do que aquela que se atribuía a ela, passou-se a considerar a inspeção como uma prática dispensável nas empresas – condenável, até (sobretudo, nas indústrias). Contudo, ela só faz sentido se for inserida em um processo mais amplo, no qual os resultados da avaliação são considerados como base de decisão.

Inspecionar na fonte, por exemplo, gera uma melhoria nos tempos de inspeção. A inspeção na fonte previne a ocorrência de defeitos e, para tanto, dispositivos à prova de erros devem ser usados. Tais dispositivos, denominados poka yokes, podem ter a função de parar o processo ou de apenas advertir o operador quanto à existência de um problema. (TUBINO, 1999).

## 5. ANÁLISE DO SISTEMA DE INSPEÇÃO

A Empresa tem uma linha produtiva complexa, por ser um produto que engloba muitos componentes, várias células de produção e montado por vários operadores, há possibilidade de problemas serem detectados no produto final. No início, algumas máquinas chegavam aos clientes finais com defeitos, e isso levou a empresa a inserir processos para a detecção dos problemas antes dos produtos serem expedidos. Na figura 1 pode se observar o número de defeitos encontrados pelos clientes no período de até 100h de funcionamento das máquinas.

Figura 1: número de problemas encontrados em campo a cada 100h.



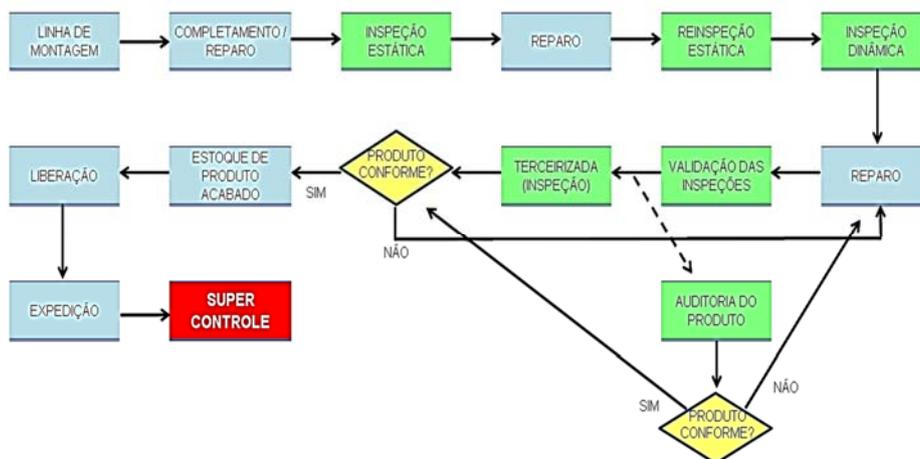
Fonte: A Empresa, 2015.

Para combater a situação de não-satisfação do cliente, a empresa optou por adotar mais uma fase de inspeção, o super controle. Esse processo começou em julho/2013 e ocorre na última fase antes de ser entregue ao cliente. Esta inspeção é realizada por inspetores, mecânicos e pintores.

Em dez meses a empresa conseguiu reduzir o número de não conformidades entregues ao cliente. Entretanto, no presente momento, tal inspeção pode ser considerada um super processamento, que causa tempo de espera e estoque.

Para compreender melhor foi elaborado o fluxograma dos processos da empresa. Verificou-se que existem cinco fases de inspeção do produto final realizadas pela empresa (Figura 2), representados pela cor verde, e o super controle, na cor vermelha, que é o processo analisado neste artigo.

Figura 2: Fluxograma dos processos de Produção



Fonte: Os Autores, 2015

Atualmente, o processo inicia-se na linha de montagem em que há as operações de abastecimento, pré-regulagens, verificação de acendimento das luzes, esterçamento e a primeira avaliação funcional, que consiste na avaliação da máquina em movimento. Ao sair da linha de montagem a máquina vai para uma área de regulagens finais e reparos, se necessário. Após liberada pela produção, a máquina é entregue para a qualidade, a qual realiza a verificação em duas etapas: a inspeção final estática e a inspeção funcional.

Na inspeção final estática, é realizada uma inspeção com a máquina parada, para detectar defeitos estéticos e funcionais. Depois da identificação dos problemas, que são registrados em um check-list, a máquina segue para a etapa de reparo.

Depois de a máquina ser reparada, existe um segundo tipo de inspeção, a funcional, na qual a máquina é submetida a diversos testes em movimento para assegurar a funcionalidade e registrar qualquer tipo de irregularidade que comprometa a segurança do cliente. Da mesma forma, os defeitos são registrados em um check-list e a máquina é enviada para um segundo reparo dos problemas encontrados.

Na validação, que ocorre depois da segunda etapa de reparo, a máquina é avaliada e caso apresente não conformidades ela volta para ser reparada. Se não apresentar problema é encaminhada para uma empresa terceirizada, responsável por armazenar as máquinas no estoque de produto acabado.

Quando a máquina é entregue à empresa terceirizada, a mesma faz uma inspeção estética no recebimento para avaliar se a máquina está conforme com os padrões de qualidade estabelecidos. Se os padrões não estiverem de acordo ela é devolvida a Empresa para que os reparos sejam realizados, se estiver conforme é

encaminhada para o processo seguinte. Essa empresa terceirizada é responsável por assegurar o armazenamento e alocação dos produtos e, também, é responsável por fazer um controle mensal de reinspeção, (avaliar a inspeção realizada pela Empresa) de todas as máquinas que ficam no estoque de produto acabado, independente do tempo que elas precisarão aguardar a expedição. O foco desta verificação são problemas relacionados à degradação gerada pela ação do tempo.

Em paralelo à validação das máquinas ocorre a auditoria do produto final, na qual, realiza-se uma avaliação mais criteriosa de forma aleatória, 2% das máquinas produzidas são escolhidas diariamente para uma avaliação estética e funcional, sob a perspectiva do cliente final, o que delimita os possíveis problemas encontrados em A, B, C e D os quais estão descritos no quadro 1.

Quadro 1: Classificação dos defeitos

Tipo	Descrição
A	Não conformidades que afetam diretamente a segurança do cliente final ou que causem a paralisação do funcionamento da máquina. Exemplo: banco do operador de máquina mal fixado, vazamento nos bicos injetores do motor, etc;
B	Não conformidades que implicam perda de rendimento no funcionamento da máquina durante o trabalho em campo e que com certeza serão detectados para reparo em garantia. Exemplo: vazamento na conexão das válvulas remotas, levantador hidráulico com falha de funcionamento, etc;
C	Não conformidades que chamam a atenção do cliente final em relação à estética da máquina. Exemplo: deformações na carroceria, vidro lento ao levantar, etc;
D	Não conformidades que não chamam a atenção do cliente, mas que afetam a estética da máquina. Exemplo: pequenos riscos na pintura, pulverizações, etc.

Fonte: A Empresa, 2015

Após a máquina ser vendida para o cliente é enviada para a inspeção super controle, onde são realizadas novamente inspeções estáticas e funcionais. Grande parte das não conformidades citadas são decorrentes do tempo que as máquinas passam no estoque, pois a empresa adota a produção mista (empurrada e puxada) e observou-se em visita a empresa um grande número de máquinas em estoque de produto acabado. No quadro 2 esta a descrição de cada uma das fases de inspeção do processo.

Quadro 2: Lista de inspeções de produto final

Fornecedor / Processo	Requisitos	Processos	Responsável	Saída
<b>Inspeção Estática</b>	Máquina liberada pela produção	Checagem de toda a máquina (foco em defeitos estéticos e funcionais sem movimentar a máquina)	Inspetor da Qualidade	Check list com o apontamento dos defeitos encontrados na máquina
<b>Inspeção Funcional</b>	Máquina Reparada	Checagem de toda a máquina (foco em defeitos funcionais com máquina em movimento)	Inspetor da Qualidade	Check list com o apontamento dos defeitos encontrados na máquina
<b>Liberação</b>	Máquina Reparada	Checar se há alguma não conformidade na máquina. Se sim, voltar para o reparo, se não liberar a máquina para ser enviada à terceirizada	Inspetor da Qualidade	Trator conforme, livre de qualquer não conformidade
<b>Terceirizada</b>	Máquina liberada pela Qualidade	Inspeção de toda a máquina (foco em defeitos estéticos e funcionais)	Inspetores da Terceirizada	Se conforme máquina alocada, se não, devolvida à qualidade para realizar os reparos necessários
<b>Inspeção de Envelhecimento</b>	Máquina Alocada por um Mês	Checagem da máquina feita pela empresa x (realizado uma vez ao mês)	A Empresa	Se conforme máquina volta a terceirizada, senão, devolvida à empresa para realizar os reparos necessários
<b>Super Controle</b>	Máquina em Processo de Expedição	Checagem de toda a máquina (foco em defeitos estéticos e funcionais)	Inspetor	Se conforme máquina enviada a expedição, se não, reparada pelo próprio super controle

Fonte: Os Autores, 2015

Para verificar se existe o desperdício de super processamento ou processamento incorreto analisou-se todas as inspeções para identificar a repetição das atividades, por meio dos check lists realizados em cada uma delas.

Os check lists são importantes para verificar o que está dentro da conformidade e o que varia do padrão. No quadro 3 analisou-se os check lists da inspeção estática, funcional, terceirizada e super controle.

Quadro 3: Descrição dos Check Lists

<b>Check list de Inspeção Estática</b>	Dividido entre grupos, onde são alocadas todas as partes da máquina, como transmissão traseira e cabine. Nos subgrupos são alocadas partes secundárias da máquina, como lanternas e lubrificação. No modo de falha, são colocados todos os possíveis erros que possam conter, como danificado, oxidado, etc. No campo de descrição do defeito, é detalhado tudo a respeito de cada defeito, por exemplo: falta de torque nos parafusos.
<b>Check list de Inspeção Funcional</b>	Dividido em subgrupos, onde são analisados todos os itens que implicam diretamente no funcionamento da máquina.
<b>Check list da Empresa Terceirizada</b>	Passam por três fases: recebimento, periódico e expedição. São inspeções iguais as anteriores. Na inspeção de recebimento não há um check list. Quando um problema é encontrado é anotado em uma ficha de verificação. De acordo com informações do Engenheiro da Qualidade, os problemas considerados são: oxidações, proteções plásticas e de papelão, pneus, pintura, componentes quebrados ou danificados, falta de componentes e decalques é uma inspeção superficial porque a máquina acabou de ser liberada pela qualidade. As inspeções mensais verificam os mesmos itens da inspeção estática e funcional. A máquina aguarda a venda, no estoque de produto acabado, por tempo indeterminado.
<b>Check list do Super Controle</b>	Dividida em subgrupos que verificam itens que exigem o funcionamento da máquina, por exemplo: o bloqueio do diferencial, a tração integral, as gamas e marchas de acordo com o modelo da máquina, itens relacionados à cabine, como: cinto de segurança, consoles, botões e monitor, painéis e acabamento. Também é feita a verificação dos itens do lado esquerdo e do

	lado direito da máquina, de forma detalhada.
--	--

Fonte: A Empresa, 2015

Para entender melhor como a máquina chega em cada ponto de inspeção houve a necessidade de analisar os indicadores de desempenho de cada fase, estes indicadores comprovam que os índices vem baixando conforme figura 3 que apresenta os indicadores da inspeção estática.

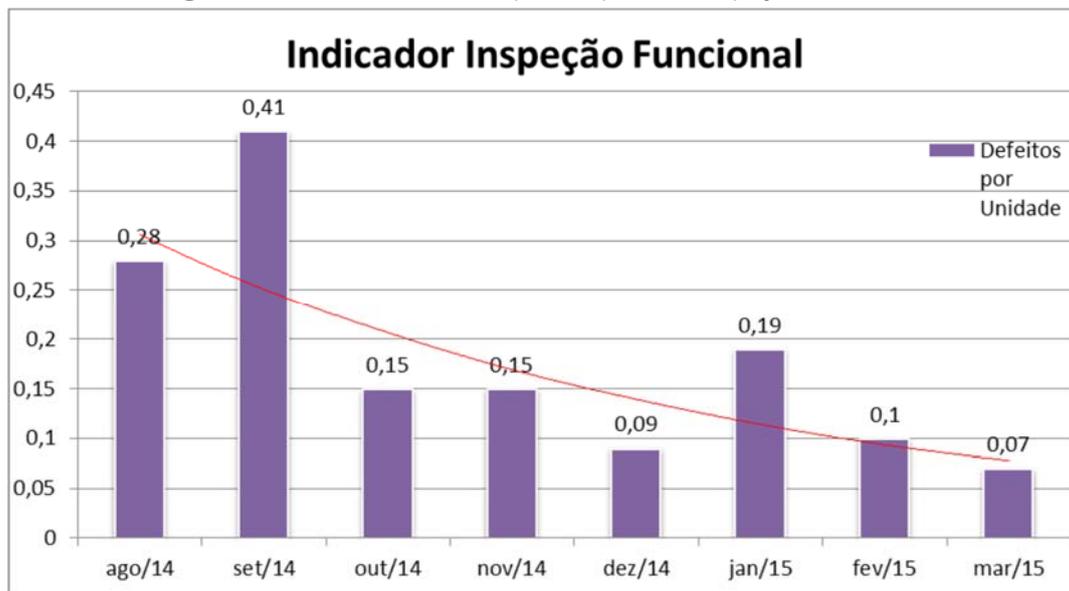
Figura 3: indicador de defeitos por máquina da Inspeção Estática.



Fonte: A Empresa, 2015.

Foi constatado que a quantidade de defeitos detectados pela inspeção estática foi diminuindo gradativamente, assim como o indicador da inspeção funcional apresentado na figura 4.

Figura 4: indicador de defeitos por máquina da Inspeção Funcional.

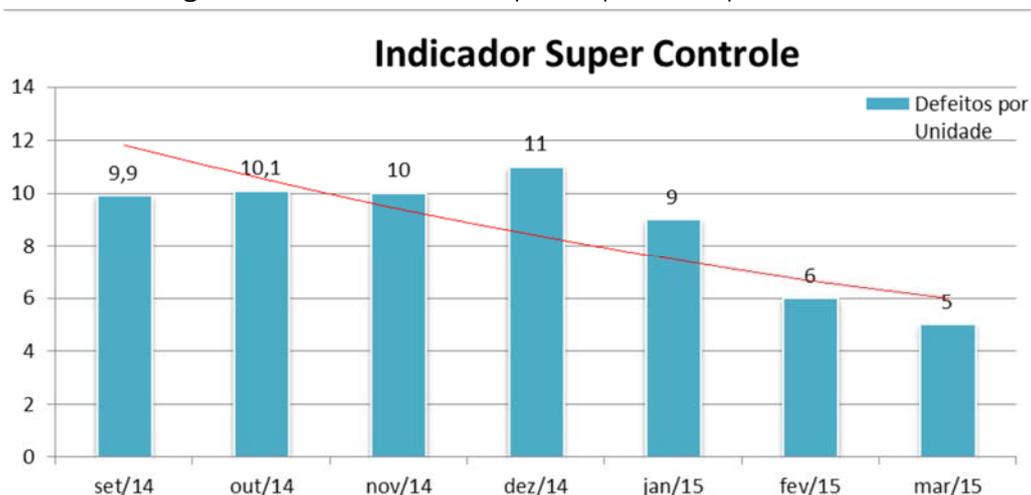


Fonte: A Empresa, 2015.

Observa-se uma melhora nos processos de inspeção estática e reparo, o que faz com que as máquinas cheguem em uma condição melhor na inspeção funcional.

Na figura 5 observa-se o indicador da última fase de inspeção, o super controle.

Figura 5: Indicador de defeitos por máquina do super controle.



Fonte: A Empresa, 2015.

Conforme mencionado, os defeitos classificados como A e B são relacionados a não-conformidades que afetam diretamente a segurança do cliente final ou que causam a paralisação do funcionamento e implicam na perda de rendimento da máquina durante o trabalho em campo e que, com certeza, serão detectados para reparo em garantia.

Foi constatado que no indicador da inspeção super controle, nos últimos

meses, nenhuma das máquinas apresentaram defeitos relacionados à criticidade A e B. Os defeitos encontrados eram do tipo C e D, os quais chamam a atenção do cliente final em relação à estética da máquina, porém, não afetam a funcionalidade do produto. Esses defeitos são riscos, oxidações e pequenas deformações que podem ser detectados nas inspeções anteriores, como vistos nos check lists.

Essas não-conformidades são ocasionadas devido à exposição que as máquinas sofrem no tempo e, também, durante a movimentação no estoque de produto acabado.

Desta forma, com os dados demonstrados percebe que a inspeção super controle é uma etapa que pode ser eliminada do processo, pois a empresa têm recursos que podem conter os problemas durante a linha de montagem e fortalecer os outros processos de inspeção para que não haja a necessidade de continuar com o super controle.

No quadro 4 estão alguns exemplos de pontos de detecção de problemas para a melhoria contínua no processo produtivo que devem ser fortalecidos na Empresa.

Quadro 4: Ações que devem ser fortalecidas na Empresa

<b>Ação</b>	<b>Descrição</b>	<b>Benefício</b>
<b>Inspetor de erro humano</b>	A cada final de linha há um operador responsável por analisar o produto a fim de encontrar algum problema na máquina devido à falta de atenção do operador. Exemplo: falta de peça, não colocar lacres, etc.	Conter problemas para que os mesmos não sejam repassados ao próximo processo.
<b>Check List de erro humano:</b>	Planilha com principais erros humanos encontrados nas inspeções de produto final para o inspetor de erro humano utilizar como base na verificação da máquina.	Focar nos problemas com maior incidência das Inspeções.
<b>Auditoria de Processos</b>	Processo de exame sistemático sobre as atividades desenvolvidas na linha de montagem, com objetivo de verificar se o que está no Procedimento Operacional Padrão - POP é o mesmo do que o praticado na realidade.	Viabilizar uma análise promovendo melhorias nos circuitos e procedimentos vigentes, acompanhamento nas rotinas e indicando melhorias nos processos já existentes e, se necessários, a reformulação.
<b>Matriz</b>	Planilha com principais problemas detectados nas inspeções finais, problemas de campo, auditorias, etc. Os problemas são priorizados pela sua criticidade e atacados para evitar a reincidência.	Disponibilidade em sistema e fisicamente em toda a fábrica para todos verificarem o status das ações de contenção.
<b>Poka Yoke</b>	Ferramentas visuais e físicas que devem ser usadas em conjunto com inspeção na fonte para evitar erros.	Facilitam algumas montagens e diminuem os problemas.

Fonte: Os Autores, 2015.

Estes pontos de detecção de problemas durante a linha de montagem

podem impedir que problemas cheguem até as inspeções, e assim eliminar o risco de algum problema passar despercebido.

Ao analisar as inspeções de produto final, nota-se que alguns desperdícios ocorrem no processo. Com base no Lean Manufacturing, o engenheiro da qualidade da empresa respondeu uma entrevista para identificar os desperdícios e apontou alguns, descritos no quadro 5.

Quadro 5: Desperdícios encontrados na empresa.

Desperdício	O que é	Como ocorre na empresa
<b>Superprodução</b>	Produção de itens para os quais não há demanda, o que gera perda com excesso de pessoal e de estoque e com os custos de transporte devido ao estoque excessivo	A empresa produz máquinas para deixar algumas à pronta entrega. Porém, muitas delas ficam paradas por anos, depreciando no estoque e gerando custos com mão de obra para controlá-las, espaço, reparos, etc.
<b>Super-processamento ou Processamento Incorreto</b>	Etapas desnecessárias ao processamento	O Super Controle é uma inspeção repetitiva que gera custos com mão de obra, espaço, tempo e material para garantir a qualidade das máquinas
<b>Excesso de Estoque</b>	Excesso de matéria prima, de estoques em processos ou de produtos acabados, causando <i>lead time</i> mais longos, obsolescência, produtos danificados, custos de transporte e de armazenagem e atrasos.	Muitas máquinas ficam paradas no estoque, depreciando e gerando custos com reparos mensais, inspeções/ retrabalhos futuros, mão de obra e deslocamento.
<b>Defeitos</b>	Produção de peças defeituosas ou correção. Consertar ou retrabalhar, descartar ou substituir a produção e inspecionar significam perdas de manuseio, tempo e esforço.	As máquinas que ficam no estoque por muito tempo submetidas ao clima, deteriorizam e necessitam de consertos, retrabalhos ou até mesmo ser vendidas como produto de segunda linha, gerando perda de valor e custos desnecessários.

Fonte: Os Autores, 2015.

Estes são os quatro maiores desperdícios, evitá-los é um desafio que a Empresa tem para conseguir ser mais competitiva no mercado e melhorar a qualidade de seus produtos.

## 6. SUGESTÃO DE MELHORIAS

Após a sugestão da eliminação da inspeção super controle por meio da análise dos indicadores e levantamento dos desperdícios que ocorrem na Empresa e, com base na repetibilidade das ações dos check lists, o quadro 6 apresenta as sugestões de melhoria.

Quadro 6: Sugestões de Melhoria

Ação	Descrição
<b>Lean Manufacturing / Manufatura Enxuta</b>	Sugere-se o fortalecimento da cultura do Lean Manufacturing, para que o processo produtivo seja desenvolvido e que o problema não se estenda até a inspeção do produto, nem mesmo ao cliente. O pensamento enxuto é fazer mais com menos, menos processos, menos perda de tempo e investimentos desnecessários e ao mesmo tempo, aproxima-se cada vez mais de oferecer aos clientes, exatamente o que eles desejam. É garantir a qualidade antes de chegar na fase de checagem.
<b>Treinamento</b>	A qualificação dos inspetores de qualidade é um pré-requisito para que a inspeção seja eficiente, por isso sugere-se que haja mensalmente formações para aprimorar os conhecimentos não apenas dos inspetores, mas de todos os envolvidos no processo produtivo.

<b>Ampliar o Sistema de Produção Puxada</b>	Sugere-se avaliar a possibilidade de ampliar o sistema de produção puxada dentro da empresa, que hoje trabalha com um sistema de produção misto. O princípio da produção puxada é viável para empresa, pois ela controlaria as operações fabris sem a utilização de estoque de máquinas acabadas. Assim, a operação final do processo contabiliza a quantidade de produtos vendidos aos clientes, e que, naturalmente, saíram do estoque, e as produz para repor o consumo gerado, logo, o Super Controle seria inutilizado, uma vez que as máquinas não iriam ficar por longo período no estoque de produtos acabados sofrendo degradação.
---	---

Fonte: Os Autores, 2015.

## 7. CONCLUSÃO

O Lean Manufacturing, é um sistema diferenciado de produzir bens, propiciando melhores produtos com maior variedade e custo inferior, além de propiciar um trabalho mais desafiador e gratificante para os colaboradores.

Para obter sucesso com a implementação dessa cultura, é necessária a quebra de muitos paradigmas em todos os níveis da estrutura empresarial. O sistema é utilizado para gerenciar a produção de forma que a operação trabalhe almejando atingir maiores níveis de eficiência, eliminação de desperdícios, redução de custos, agregação de valor ao produto e atendimento as necessidades dos clientes.

Observou-se neste artigo que o Lean Manufacturing engloba uma série de práticas e técnicas para eliminar desperdícios que não agrega valor ao cliente. Os desperdícios observados foram: superprodução, super processamento, estoque e defeitos.

Para isso, foi sugerido a eliminação da inspeção super controle assim como um conjunto de ações de melhoria que suportariam esta proposta e fortaleceriam a empresa no caminho da cultura lean, com evolução, qualidade e redução de custos para a Empresa, o que estimula a competitividade.

## REFERÊNCIAS

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada**: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. Tradução: Rosalia Angelita Neumann Garcia. – Porto Alegre: Bookman, 2008.

FIEP – Federação das Indústrias do Estado do Paraná. **Publicação Panorama Industrial do Paraná**, Curitiba, Sistema FIEP Observatórios Sesi/Senai/IEL, 2015.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota, 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Tradução Lene Belon Ribeiro, revisão Marcelo Klippel. Porto Alegre: Bookman, 2005.

\_\_\_\_ **Modelo Toyota: manual de aplicação** / Jeffrey K. Liker, David Meier; tradução Lene Belon Ribeiro. – Porto Alegre: Bookman, 2007.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção - Além da Produção em Larga Escala**, Porto Alegre, Editora Bookman, 1997

PALADINI, Edson. **Gestão da Qualidade: teoria e prática**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

PAVANI JÚNIOR, Orlando; SCUCUGLIA, Rafael. **Mapeamento e gestão por processos - BPM**. Gestão orientada à entrega por meio de objetos. Metodologia GAUSS. São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda., 2011.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistemas de Produção: A Produtividade No Chão de Fábrica**. São Paulo: Atlas, 1999.

WOMACK, J. P., JONES, Daniel T. **A Mentalidade enxuta nas empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J.P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus Ltda, 2004

## **CAPÍTULO XXII**

### **PROPOSTA DE MELHORIA DO DESEMPENHO DE PROCESSOS EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA**

---

**Thayanne Alves Ferreira  
Byanca Pinheiro Augusto  
Fernando Forcellini  
Maurício Maldonado  
Guilherme Luz Tortorella**

## PROPOSTA DE MELHORIA DO DESEMPENHO DE PROCESSOS EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA

### **Thayanne Alves Ferreira**

Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)  
thayanne.eng@gmail.

### **Byanca Pinheiro Augusto**

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
byancapinheiro1@gmail.com

### **Fernando Forcellini**

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
forcellini@deps.ufsc.br

### **Maurício Maldonado**

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) –  
m.uriona@ufsc.br

### **Guilherme Luz Tortorella**

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
g.tortorella@ufsc.br

**RESUMO:** Objetivo(s): O serviço público é caracterizado por sua complexidade e alta fragmentação. Dado sua importância econômica, existe um interesse crescente em desenvolver ações de melhoria, buscando aumentar a produtividade, eficiência e qualidade dos serviços públicos. Uma vez que toda organização, independente do setor de atuação, tem de gerir um número de processos, o presente trabalho objetiva utilizar a metodologia BPM (Business Process Management ou Gerenciamento de Processos de Negócio), pois possibilita o aumento da eficiência e eficácia alcançado por meio da reestruturação da organização ao longo de processos interfuncionais. A metodologia foi aplicada para otimizar os processos realizados em uma secretaria de uma instituição federal. Metodologia/abordagem: No presente trabalho, foi utilizada a metodologia BPM (Business Process Management ou Gerenciamento de Processos de Negócio) proposta por Dumas et al. (2013). Essa metodologia é composta por seis etapas: identificação do processo, descobrimento do processo, análise do processo, redesenho do processo, implementação do processo e monitoramento e controle do processo. Quanto à natureza, essa pesquisa é classificada como aplicada, uma vez que objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos. Quanto ao objetivo, é classificado como exploratório uma vez que visa proporcionar maior familiaridade com o problema de pesquisa e envolve um levantamento bibliográfico sobre o serviço público e o gerenciamento de processos de negócio. Resultados: Os ganhos alcançados a partir da utilização da metodologia proporcionaram aos responsáveis pelas atividades mais agilidade e uma redução de 33% no tempo de ciclo. O estudo seguiu todas as etapas do ciclo do BPM, buscando o alinhamento dos processos do setor às necessidades dos clientes e servidores, por meio de técnicas de modelagem. Implicações práticas: O objetivo principal da metodologia do BPM, utilizada nesse trabalho, é gerenciar os

processos que adicionam valor à organização, proporcionando melhorias de flexibilidade e eficiência. De modo similar à filosofia enxuta, a metodologia BPM consiste em garantir que os processos forneçam o máximo de valor aos clientes.

**Palavras-chave:** Serviço público, Universidade, Processos de negócio, BPM

## 1. INTRODUÇÃO

A ideia que as organizações são constituídas por um conjunto de processos de negócio preferivelmente a um conjunto de atividades funcionais vem sendo cada vez mais adotada pelas organizações. A razão disso é o fato que em uma organização baseada em atividades funcionais o foco é ascendente. No entanto, na maioria das organizações o cliente é atendido por atividades em processos que permeiam toda a hierarquia. Desse modo, o foco muda para um gerenciamento voltado para processos de negócio (ARMISTEAD, 1996).

No setor público, o benefício mais notável do gerenciamento de processos de negócio é o aumento da eficiência e eficácia alcançado por meio da reestruturação da organização ao longo de processos interfuncionais. É difícil alcançar eficácia nos processos de negócio quando a gestão é baseada em uma estrutura de comando e controle hierárquico, característica encontrada nos serviços públicos (JR; SOMMER, 2012). Nesse sentido, Ongaro (2014) afirma que o aumento da fragmentação do setor público justifica a adoção da gestão de processos.

Antes de remodelar os processos de negócio, é importante que a organização conheça as necessidades do cliente. Baseado nisso, as organizações precisam reconsiderar seus processos de negócio de acordo com a satisfação do cliente (LEE et al., 2010).

Desta forma, a pesquisa iniciou-se por meio um questionário aplicado aos alunos do programa de pós-graduação, que buscou entender suas necessidades. Os resultados do questionário mostraram um desempenho insatisfatório em relação à qualidade. Dessa forma, será utilizada uma metodologia baseada no gerenciamento de processos que busca identificar os processos críticos organizando e gerenciando o trabalho em uma organização de forma a melhorar o desempenho organizacional. A metodologia é aplicada em um processo crítico de uma secretaria de pós-graduação de uma universidade pública que apresentou desempenho insatisfatório.

A questão analisada durante esse estudo é: Como melhorar o desempenho organizacional de um processo do setor público utilizando a metodologia BPM?

## 2. BUSINESS PROCESS MANAGEMENT

Processos são constituídos por um conjunto de atividades e comportamentos desempenhados por humanos ou máquinas para atingir um ou

mais resultados independente de onde as atividades são executadas. Processos são iniciados por eventos específicos e têm uma ou mais saídas que podem resultar na conclusão do processo ou em handoff para outro processo (CBOK, 2013)

De acordo com Davenport (1993), um processo de negócio é um conjunto estruturado de atividades inter-relacionadas que interagem e utilizam recursos para transformar entradas em saídas específicas para o cliente. Ainda segundo o mesmo autor, todo processo relevante para a criação de valor pode ser entendido como um processo de negócio. Lin et al. (2002) definem um processo de negócio como uma série de atividades envolvendo unidades organizacionais e operada por homens ou máquinas com o objetivo de criar valor para o cliente.

De acordo com Gill (1999), a modelagem dos processos de negócio é uma abordagem visual para representar como as operações são conduzidas; definindo e descrevendo os processos de negócio, incluindo entidades, atividades, facilitadores e as relações entre eles. Segundo Eikebrokk et al. (2011), a modelagem de processos de negócio é a atividade de criar representações de processos de negócio existentes ou em planejamento com o objetivo de implementar melhorias.

Dumas et al. (2013) conceituam o Business Process Management (BPM) ou gerenciamento dos processos de negócio como uma metodologia de controle da forma como o trabalho é realizado em uma organização de modo a garantir resultados consistentes e aproveitar oportunidades de melhorias. Nesse contexto, as melhorias buscadas dependem dos objetivos da organização. É importante ressaltar que o BPM objetiva gerenciar cadeias de eventos, atividades e decisões que adicionam valor à organização e aos seus clientes. Dessa forma, não se resume a melhorar a forma como atividades pontuais são realizadas.

Implementar o BPM significa identificar, avaliar e melhorar processos de negócio que acontecem de forma funcional, enfatizando uma forma de pensar orientada nos processos, resultados e clientes, em oposição a processos hierárquicos (MCCORMACK, 2007).

Brocke et al. (2014) identificaram 10 princípios para o BPM mostrados a seguir:

- a) Deve se adequar ao contexto da organização;
- b) Deve ser uma prática permanente em oposição a um projeto pontual;
- c) Deve desenvolver capacidades;
- d) Deve ter um escopo inclusivo, evitando um foco isolado;
- e) Deve ser incorporado à estrutura da organização;
- f) Deve integrar todos os grupos de stakeholders;
- g) Deve ser compreendido por todos;
- h) Deve contribuir para criação de valor;
- i) Deve ser econômico;
- j) Deve fazer o uso da tecnologia oportuna.

Autores como Harmon (2010), Davenport (2005) and Bititci et al. (2010) argumentam que o modo como as organizações configuram e gerenciam seus processos de negócio é o principal impulsionador da flexibilidade e rapidez

organizacional. Abordagens gerenciais orientadas nos processos podem ser de grande importância, uma vez que atendem aspectos relacionados à melhoria da gestão orientada ao cliente, como, por exemplo, a necessidade de aumentar a flexibilidade da organização de forma a adaptar-se a um ambiente complexo e de rápida mudança (NADARAJAH; KADIR, 2014).

Em geral, o propósito de utilizar a metodologia do BPM consiste em garantir que os processos de negócio abrangidos conduzam a resultados positivos e consistentes, e forneçam o máximo de valor aos clientes. Estudos empíricos mostram que as organizações que são orientadas por processos, ou seja, aquelas que procuram melhorar os processos como base para o aumento de eficiência e satisfação do cliente, apresentam resultados melhores que organizações não orientadas por processos (DUMAS et al., 2013).

Quando se utiliza a definição de que um processo é o conjunto de métodos, pessoas e tecnologia, refere-se ao conceito de pessoas seguindo um método suportado por tecnologias para atingir um objetivo. Para o setor de serviços, o componente principal é o cliente. Os clientes estão se tornando cada vez mais envolvidos nos processos de qualquer organização, principalmente em organizações de serviço. Não é mais possível analisar, desenhar e implementar processos orientados aos clientes sem considerá-los como parte integral da geração de valor para eles próprios (CBOK, 2013).

### **3. SETOR PÚBLICO E AS INSTITUIÇÕES DE ENSINO**

O setor público representa entre 20% e 30% do Produto Interno Bruto (PIB) em países economicamente desenvolvidos. Dado seu peso econômico, existe um interesse crescente em desenvolver ações de inovação, buscando melhorar a produtividade, eficiência e qualidade dos serviços públicos (ARUNDELA et al., 2015).

A Universidade sofre pressão em direção à mudança visto que seu papel não é somente de adequar o ensino às exigências do mercado de trabalho, mas proporcionar ao estudante universitário uma visão multidisciplinar, capacitando-o a provocar mudança no contexto social (BUNDT, 2000).

Na visão de Svensson e Hvolby (2012), as universidades são organizações complexas, portanto sua infraestrutura técnica muitas vezes se torna mais difícil. É necessário partir de uma perspectiva de processo, ou seja, uma integração perfeita entre sistemas de processo é pré-requisito para execução de processos eficientes.

Nesse contexto, Meyer Jr. (2005) afirma que nas universidades brasileiras esse processo tem se caracterizado por planos estratégicos elaborados, tendo como base modelos inspirados na realidade das empresas privadas. Esses modelos, quando aplicados em organizações universitárias, não demonstram resultados efetivos, pois as universidades são organizações nas quais o processo gerencial é um conjunto de aspectos racionais e políticos para satisfazer o interesse público.

Birnbaum (2000) ainda afirma que as estratégias importantes para as organizações universitárias como preço, localização e programas acadêmicos não estão sob controle das instituições de ensino. Assim, o resultado da aplicação de ferramentas de gestão que buscam a melhoria do processo tende a ser superficial.

Neste sentido, Mintzberg (1994), afirma que as estratégias organizacionais não devem ser desenvolvidas com base na lógica utilizada na montagem de automóveis. A falta de uma teoria própria de administração universitária tem levado as universidades a buscarem modelos e paradigmas gerenciais no setor empresarial.

A complexidade do ambiente organizacional vem exigindo das instituições públicas maiores responsabilidades perante seus clientes. Portanto, para que essas organizações possam responder aos desafios é preciso uma gestão eficiente. A gestão por processos surge para auxiliar nas decisões gerenciais, possibilitando que as organizações ofereçam serviços de alta qualidade, a fim de promover a satisfação dos clientes.

Segundo Biazzi et al. (2011), quando analisada a estrutura organizacional do setor público brasileiro, é possível observar como uma das características mais evidentes a departamentalização no modo de organização do trabalho, caracterizada por uma hierarquia rígida. Nesse contexto, os processos de trabalho são, tradicionalmente, baseados no modelo burocrático, existindo apego excessivo às normas. Regras utilizadas e elaboradas para determinadas situações passam a ser gerais. O trabalho passa a ser realizado simplesmente por “sempre ter sido feito assim”, sem o questionamento da legislação, do *modus operandi*, ou de outros aspectos envolvidos.

O movimento que defende a adoção de práticas do setor privado no setor público ficou conhecido como Nova Gestão Pública (NGP) ou New Public Management (NPM). A NGP possui foco em resultados em termos de eficiência e eficácia e foco no cliente/cidadão. Defende a substituição de uma estrutura hierárquica e centralizada por uma gestão menos centralizada (BIAZZI et al., 2011).

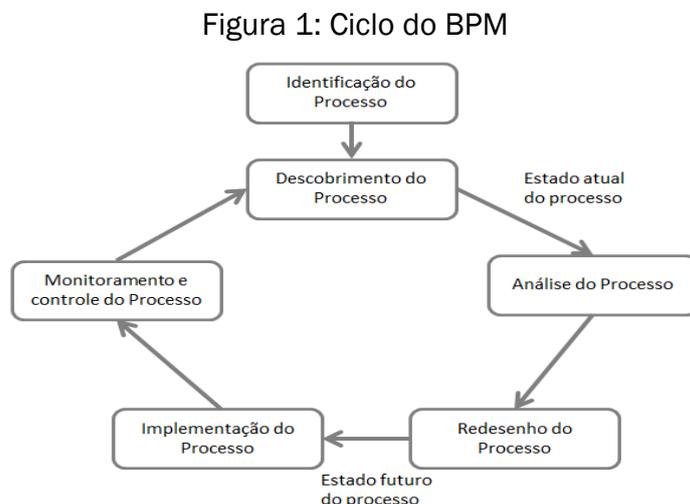
A NGP foi introduzida em muitos países desenvolvidos na década de 1980 para incentivar iniciativas gerenciais e introduzir inovações que melhoram a eficiência. Recentemente, há um aumento do interesse em outras formas de governança para incentivar inovações que melhorem a eficiência e qualidade dos serviços do setor público (Hartley et al., 2013).

Toda organização, seja ela um órgão governamental ou uma organização sem fins lucrativos, tem de gerir um número de processos. Processos de negócio são o que as empresas fazem sempre que entregam um serviço ou um produto aos clientes. A maneira como os processos são concebidos e executados afetam a qualidade de serviço que os clientes percebem e a eficiência com que os serviços são prestados (Dumas et al., 2013).

Os serviços públicos que, de forma tradicional, tiveram seus mercados cativos, passaram a ser alvo de pressões no sentido de alcançarem melhorias de produtividade e desempenho que resultem em maior valor para seus clientes.

## 4. METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente trabalho foi proposta por Dumas et al. (2013) de acordo com a Figura 1:



Fonte: Adaptado de Dumas et al. (2013)

A metodologia do BPM começa pela identificação dos processos relevantes para o problema em questão, delimitando o escopo desses processos e definindo suas relações. Esta fase inicial é chamada de identificação do processo (DUMAS et al., 2013).

Uma vez identificados os processos que irão ser analisados, o próximo passo é entender os processos de negócio de forma detalhada, caracterizando a fase de descobrimto do processo. O principal resultado dessa fase é um modelo as-is (estado atual) do processo. Esses modelos refletem o entendimento existente sobre a forma como as atividades são realizadas (DUMAS et al., 2013). Um modelo é um conjunto de fatos capturados de forma estruturada. O propósito da modelagem determina que características e propriedades dos processos de negócio precisam ser representadas, além do nível de detalhamento necessário (KALPIC; BERNUS, 2006)

Existem muitas linguagens utilizadas para criar modelos de processos de negócio em forma de diagramas. Os fluxogramas são formas antigas para a modelagem que consistem, basicamente, em retângulos para representar atividades e losangos para decisões (DUMAS et al., 2013). O padrão utilizado no presente trabalho para modelagem dos processos é chamado de Business Process Model and Notation (BPMN) ou Notação de Modelagem de Processos de Negócio.

Após o entendimento do processo as-is, o próximo passo é identificar e analisar os problemas encontrados no processo em questão. Avaliar os problemas do estado atual de um processo requer a medição de algumas medidas de desempenho, caracterizando a fase de análise do processo (DUMAS et al., 2013).

Uma vez que os problemas do processo são identificados e um conjunto de

possíveis soluções é apresentado, é possível que uma nova versão do processo seja modelada. Esse processo to-be (estado futuro) é o principal resultado da fase de redesenho do processo. É importante destacar que nesta fase várias opções de processos podem ser apresentadas e se faz necessária uma análise de cada modelo de forma que a escolha seja assertiva.

Na fase de implementação, o processo to-be é colocado em execução. Essa etapa envolve uma fase complementar de gestão da mudança organizacional definida como um conjunto de atividades necessárias à mudança da forma como o trabalho é desenvolvido pelos participantes do processo.

Com o tempo, alguns ajustes podem ser necessários, pois o processo de negócio implementado pode não ter atendido às expectativas. Nesse contexto, os dados recolhidos por meio do monitoramento do processo devem ser utilizados para identificar os ajustes necessários para melhor controlar a execução do processo. Essas atividades são englobadas pela fase de monitoramento e controle do processo. Essa fase é importante, pois resolver problemas em um processo não corresponde ao fim. O gerenciamento de processos de negócio exige um esforço contínuo. A falta de monitoramento e melhoria contínua leva à degradação do processo.

Ao lançarem programas de BPM, muitas vezes as organizações descobrem que as capacidades necessárias já existem em diferentes níveis de maturidade. Compreender e acompanhar o nível no qual a organização se encontra na curva de maturidade em processos, bem como identificar e compreender quais capacidades necessitam ser amadurecidas à medida que a organização avança na curva de maturidade, são considerados por muitas organizações um exercício útil e vantajoso na implementação do BPM (CBOK, 2013).

Frequentemente existe uma desconexão entre o que a organização pode medir e as necessidades de gerenciamento de desempenho. Portanto, para tratar de medição de desempenho de processos, é necessário determinar o nível de maturidade em processos da organização, embora não seja uma tarefa fácil. O principal motivo para essa dificuldade é o fato que muitas organizações possuem noções equivocadas a respeito do que é um processo, o que ele abrange e como os processos interagem (CBOK, 2013).

De acordo com Cbok (2013), uma organização madura em seus processos está mais bem preparada para controlar riscos e problemas por meio de uma visão e entendimento compartilhados, linguagem comum, visibilidade adequada e objetiva baseada principalmente em indicadores quantitativos e práticas em contínuo processo de melhoria. A premissa fundamental é que a qualidade do produto final está diretamente relacionada à qualidade do processo utilizado para produzi-lo. Tudo isso representa uma mudança cultural dentro da organização que transforma positivamente sua maneira de operar para satisfazer melhor as necessidades do negócio e de seus clientes.

A avaliação de maturidade do BPM é um conjunto de técnicas para determinar o nível de pensamento sistemático de processos em uma organização e envolve essencialmente dois aspectos. O primeiro aspecto é avaliar em que medida

uma determinada organização abrange toda a gama de processos que são esperados. O segundo aspecto é entender até que ponto esses processos estão documentados e apoiados. Portanto, uma avaliação de maturidade é destinada a estabelecer uma linha de base para discutir a integralidade e a qualidade do conjunto de processos executados em uma organização. Um dos modelos mais utilizados para avaliação de maturidade é o Modelo Integrado de Maturidade de Capacidade (CMMI) (DUMAS et al., 2013)

Avaliações de maturidade em processos podem ser utilizadas para estabelecer uma linha-base de capacidades existentes e obter consenso sobre o estado atual da organização. As avaliações também são úteis na identificação e tratamento de eventuais lacunas. A avaliação de lacunas (gap analysis) pode, assim, ajudar uma organização na criação de planos de ação ou de um roteiro geral do BPM (CBOK, 2013). A classificação de cinco níveis do CMMI é geralmente menos prescritiva do que outros modelos, mas pode ser usada como um guia na avaliação de áreas de processos específicas e maturidade em processos da organização (CMMI, 2010).

De acordo com Dumas et al., (2013), o grau de maturidade dos processos é avaliado em termos de cinco níveis de acordo com o CMMI:

- Nível 1 (Inicial): Nesta fase inicial, a organização executa seus processos de forma ad-hoc, sem qualquer definição clara desses processos;
- Nível 2 (Gerenciado): Nesta fase, o planejamento do projeto, juntamente com o acompanhamento dos projetos e controle, foram colocados em prática;
- Nível 3 (Definido): As organizações, nesta fase, adotaram um foco em processos. Definições de processos estão disponíveis e treinamento organizacional é fornecido para permitir que as partes interessadas em toda a organização estejam envolvidas no processo de documentação e análise;
- Nível 4 (Gerenciado Quantitativamente): Nesta fase, os processos organizacionais são compreendidos e monitorados de forma quantitativa;
- Nível 5 (Em otimização): Nesta fase de maturidade, a organização estabeleceu uma gestão de desempenho organizacional e foco na melhoria contínua.

A curva de maturidade é extensa, podendo ser simples ou complexa. Cbok (2013) apresentou uma curva de maturidade para facilitar a compreensão de como muitas organizações ordenam o desenvolvimento dos recursos internos de negócio para apoiar o amadurecimento dentro do BPM.

Figura 2 - Curva de maturidade em processos



Fonte: CBOK (2013)

## 5. DISCUSSÃO E RESULTADOS

O Programa de Pós-graduação em estudo faz parte de uma instituição de ensino federal. Esse programa possui uma secretaria na qual são realizadas as atividades administrativas a ele vinculadas. A referida secretaria executa diversas atividades, quais sejam: atendimento, preparação de documentos para defesas de mestrado, qualificação e doutorado, solicitação de diploma, processo seletivo, implementação de bolsas, matrículas, eleições, desligamentos, reuniões, solicitação de passagens, dentre outras.

Neste estudo considerou-se que nem todos os processos são igualmente importantes e por isso não podem receber a mesma quantidade de atenção. Portanto, foram analisados processos que criam riscos aos clientes e possuem maior impacto para a estratégia do departamento.

O método utilizado para coletar informações para identificação do processo a ser analisado se deu por meio de entrevistas com os servidores que participam das atividades realizadas na secretaria. Os entrevistados incluíram dados de entrada e saída dos processos. Os entrevistados alegaram que a validação da disciplina de Produção Científica e Intelectual é o processo mais crítico, pois é de extrema importância e complexo.

Foi necessária a compreensão da operação atual antes de fazer o desenho, levando em consideração que uma mudança em um processo gera impactos em outros processos. O novo processo tem como objetivo resolver problemas existentes e enxergar oportunidades de melhorias que possam beneficiar a organização.

A organização em estudo apresenta uma estrutura departamental e burocrática, o que dificulta a coordenação das atividades. Portanto, foi necessário considerar a cultura da organização, como elemento que influencia na forma como os processos são executados, e o que motiva os servidores.

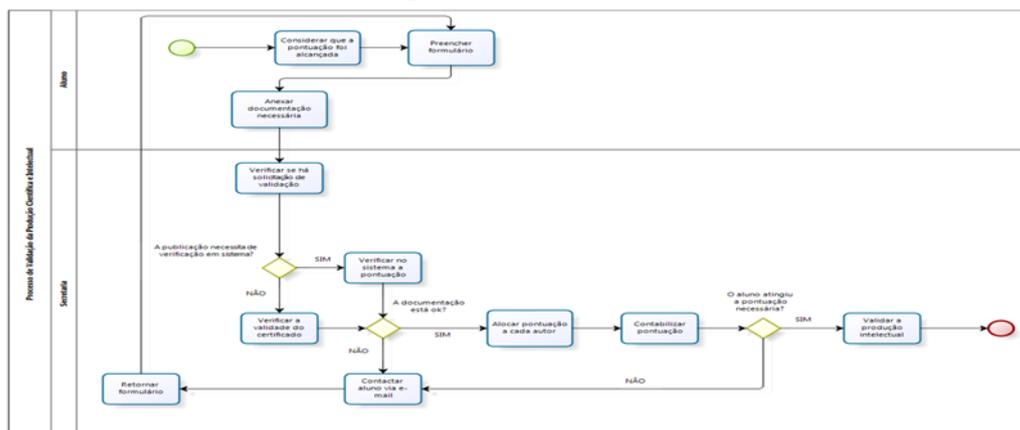
Antes da modelagem do processo as-is foi necessário compreender a curva de maturidade. A análise do estado atual dos processos no contexto da curva de maturidade pode determinar em que grau os processos (individualmente ou em conjunto) estão e onde concentrar esforços de acordo com o desenvolvimento de

capacidades de negócio. Para a construção da curva de maturidade da organização em estudo foram utilizadas como base as diretrizes do CBOK (2013).

O setor analisado encontra-se no nível 1 (inicial) uma vez que possui pouca compressão e definição sobre os seus processos funcionais e não tem visibilidade da entrega de valor ao cliente, embora possua descrição de algumas atividades, por meio de procedimentos operacionais padrão. A instituição em estudo é um órgão público onde os colaboradores possuem baixo poder de decisão. Outros fatores que caracterizam o setor nesse estágio inicial de maturidade em processos é a falta de compreensão do processo ponta a ponta e a falta de entendimento do impacto que as mudanças podem causar nas atividades.

Depois de identificado o processo e o nível de maturidade, partiu-se para o descobrimento do processo. Iniciou-se por pesquisas em documentos e realização de anotações em relação aos processos existentes. Essa fase ocorreu por meio da análise do manual padronizado de atividades e observações do processo sendo realizado. O resultado dessa fase foi modelado como o processo as-is e é demonstrado na Figura 3.

Figura 3 – Modelo as-is



Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

O processo de validação da produção científica e intelectual começa quando o aluno considera que a pontuação exigida para defesa de seu trabalho final foi alcançada. Em seguida, é necessário preencher um formulário disponível na página da universidade. Cada publicação do aluno vale uma pontuação dependendo de certos critérios pré-estabelecidos. No formulário, o aluno informa cada produção anexando o comprovante até que a pontuação total necessária seja alcançada. Uma vez que as servidoras conferem todas as publicações do aluno e certificam-se de que os pontos foram alcançados, a produção científica e intelectual é validada. No entanto, se os comprovantes não estiverem de acordo, estiverem faltantes ou se a pontuação final não for suficiente, o servidor entra em contato com o aluno para a devolução do formulário.

Na modelagem do processo as-is, o fluxo do processo produtivo foi analisado objetivando verificar o tempo de duração de cada atividade. O tempo de ciclo é a duração do processo desde que inicia até que esteja concluído. A análise

do fluxo do processo leva em consideração o tempo de ciclo de um ou vários processos. O tempo de ciclo será igual ao somatório dos tempos unitários de cada processo sequencial (MCGARVEY et al., 2004).

Também conhecida como análise de duração, a análise de tempo de ciclo observa o tempo que cada atividade toma dentro do processo. O tempo de cada atividade é medido a partir da entrada inicial da atividade até o momento em que a saída desejada da atividade é criada. O tempo total para concluir todas as atividades é o tempo que o processo leva para ser concluído. O objetivo dessa análise é examinar o processo em termos do tempo que ele leva para ser concluído com o objetivo de redução de tempo. É também útil para descobrir potenciais gargalos dentro do processo que dificultam sua correta execução. Essa análise ajuda na descoberta de atividades que não agregam valor e que não contribuem para o resultado do processo (CBOK, 2013). O Quadro 1 ilustra o tempo de ciclo do modelo as-is.

Quadro 1 – Tempo de ciclo para o modelo as-is

	<b>Atividade</b>	<b>Tempo de ciclo</b>
1ª	Início da tramitação	0
2ª	Solicitante entrega a solicitação de validação	8 min
4ª	Verificar no Sistema a pontuação	25 min
5ª	Divisão de pontos entre os autores	25 min
6ª	Verificar certificado	10 min
7ª	Contabilizar pontuação	5 min
8ª	Informação via e-mail ao aluno que não atingiu a pontuação	3 min
9ª	Informação ao aluno que não atingiu a pontuação	20 min
10ª	Validar pontuação	5 min
	Total	101

Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

Durante a análise desse processo, percebeu-se que os servidores estavam com dificuldades em relação ao formulário entregue pelos alunos. Não há padronização dos documentos que são entregues, ou seja, cada aluno preenche o formulário e insere os comprovantes que lhes convém. Além disso, algumas informações necessárias, como o ISSN do periódico, critério de pontuação e programa a que os autores pertencem, não são contempladas no formulário, demandando um tempo extra para coletar tais informações. Outro problema que foi verificado durante as entrevistas é relacionado com a verificação dos autores de cada publicação.

Como a pontuação é dividida entre os alunos pertencentes ao programa, é necessário que a servidora identifique a procedência de cada autor. Uma das servidoras relatou que utiliza de sua experiência para realizar tal processo, enquanto a outra servidora mais recente afirmou ter dificuldades nessa atividade. Além disso, se um aluno publica em parceria com alunos do mesmo programa, é

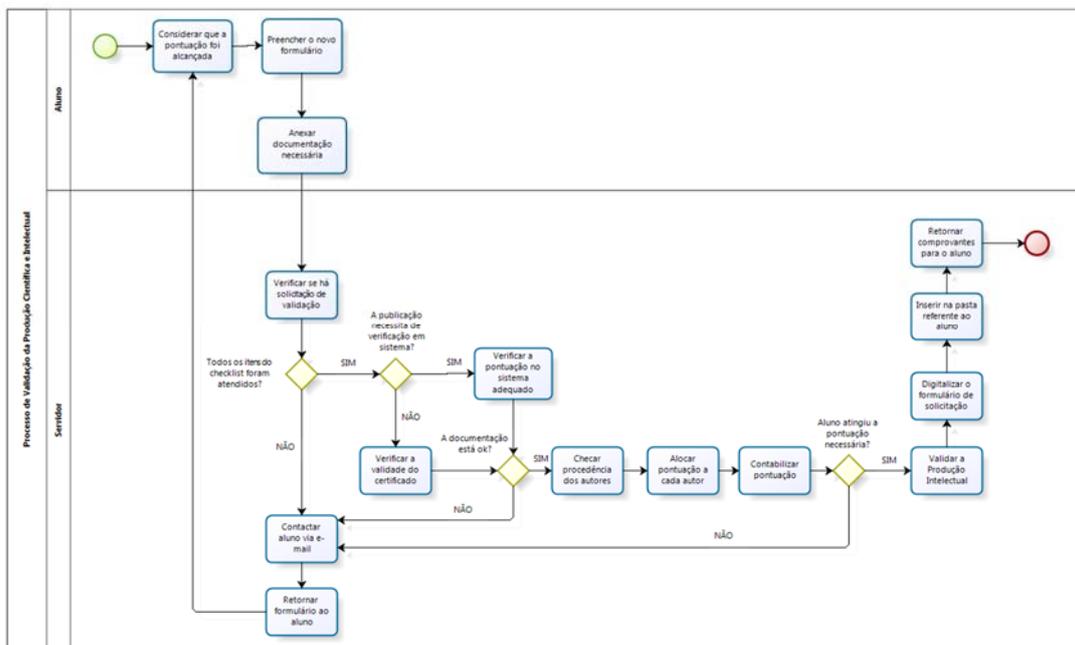
possível que algum dos autores entregue um documento rejeitando os pontos em benefício dos demais. Essa exceção à regra gera muitos problemas para as servidoras no momento da alocação dos pontos. Um último ponto que foi verificado é que as servidoras não estabelecem um prazo definido para retorno do processo de validação aos alunos, gerando interrupções em suas atividades diárias para atendimento a alunos insatisfeitos que procuram saber o status de seu processo a todo momento.

Após análise de todos os problemas encontrados, algumas soluções foram identificadas a fim de amenizar tais problemas:

- Reestruturação do formulário para conter todas as informações necessárias: ISSN do periódico, tipo de critério utilizado para a pontuação do periódico e programa a qual pertence cada autor;
- Criação de um checklist contendo todas as informações e documentação necessárias para o processo de validação da produção científica e intelectual;
- Criação de uma etapa de checagem da procedência dos autores (programa de origem);
- Informar a todos que os artigos publicados em parceria com alunos do programa terão a pontuação dividida, sem exceção;
- Estabelecimento de um prazo de 7 dias para resultado da análise da documentação com o objetivo de disponibilizar uma melhor informação e diminuir interrupções feitas por alunos;
- Retorno dos comprovantes ao aluno a fim de reduzir o acúmulo de papel na secretaria;
- Após a validação, as servidoras devem digitalizar o formulário do aluno e armazenar em uma pasta digital para futuro acesso.

O novo processo foi desenhado levando em consideração as percepções do cliente e agregando as soluções anteriormente identificadas, segundo Figura 4. Foi construído o modelo to-be a partir da eliminação de todo o trabalho considerado desnecessário, objetivando eliminar problemas e aumentar a eficiência. O novo processo passou pela aprovação dos envolvidos nas atividades e segue para a fase de implementação.

Figura 4 – Modelo to-be



Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

O novo tempo de ciclo pode ser observado no Quadro 2 abaixo:

Quadro 2 – Tempo de ciclo para o modelo to-be

	Atividade	Tempo de ciclo
1ª	Início da tramitação	0
2ª	Solicitante entrega a solicitação de validação	8 min
3ª	Verificar itens do checklist	3 min
4ª	Verificar no Sistema a pontuação	10 min
5ª	Checar procedência dos autores	4 min
6ª	Divisão de pontos entre os autores	8 min
7ª	Verificar certificado	10 min
8ª	Contabilizar pontuação	5 min
9ª	Informação via e-mail o aluno que não atingiu a pontuação	3 min
10ª	Informação ao aluno que não atingiu a pontuação	10 min
11ª	Validar pontuação	5 min
12ª	Digitalizar o formulário	1 min
13ª	Inserir formulário na pasta	1 min
	Total	68

Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

A transformação do processo antigo para o novo fluxo mapeado está alinhada às estratégias de gestão do setor em estudo e foi modelado buscando suprir as deficiências existentes no processo. Foi possível observar a melhoria em relação a agilidade e qualidade do serviço prestado. O tempo de ciclo foi reduzido em 33 minutos em relação ao modelo as-is. Além disso, as servidoras relataram

maior facilidade ao realizar o processo.

## 6. CONCLUSÃO

A utilização do BPM como uma metodologia de gerenciamento do trabalho de forma a garantir resultados consistentes e identificar melhorias potenciais forneceu resultados positivos quando aplicado na secretaria do programa de pós-graduação analisado. Os resultados demonstraram que essa metodologia de gestão de processos pode contribuir para a melhoria da qualidade dos serviços no setor público. A realização do estudo é de importância para organizações públicas, uma vez que o setor sofre pressões no sentido de alcançar melhorias de desempenho.

Foi possível, a partir deste estudo, utilizar a metodologia do BPM em uma secretaria de uma instituição federal e ilustrar sua eficácia por meio da identificação e implementação de melhorias. A secretaria em questão encontrava-se em um estágio inicial de maturidade em processos, no qual não há um entendimento profundo dos processos e suas consequências. Os ganhos alcançados a partir da utilização do processo to-be proporcionaram aos responsáveis pelas atividades mais agilidade e uma redução de 33% no tempo de ciclo. O estudo seguiu todas as etapas do ciclo do BPM, buscando o alinhamento dos processos do setor às necessidades dos clientes e servidores, por meio de técnicas de modelagem. É importante destacar que as alterações foram bem aceitas e feitas em conjunto com os servidores responsáveis pelas atividades da secretaria do programa.

Dentre as limitações do trabalho, destaca-se a dificuldade para otimizar certas atividades devido à estrutura burocrática inerente à secretaria, que depende de sistemas engessados. A partir dos resultados obtidos e observações realizadas ao longo desta pesquisa são sugeridos os seguintes pontos para os trabalhos futuros:

- ✓ Criação de um modelo to-be no qual todas as atividades, da solicitação do aluno até a finalização com a validação da pontuação, estivessem inseridas em um software único modelado para facilitar a organização e compartilhamento de informações;
- ✓ Utilização da metodologia do BPM para todos os processos da secretaria do programa de pós-graduação analisado.

## REFERÊNCIAS

ABPMP. **Guide to the Business Process Management Common Body of Knowledge-BPM CBOK**, version 3.0–second release, 2013.

ARMISTEAD, C. Principles of business process management. **Managing Service**

**Quality**, v. 6, n.6, p. 48-52, 1996.

ARUNDELA, A; CASALI, L; HOLLANDERSC, H. How European public sector agencies innovate: The use of bottom-up, policy-dependent and knowledge-scanning innovation methods. **Research Policy**, n.44, p. 1271–1282, 2015.

BIAZZI, M.F; MUSCAT, A.R; BIAZZI, J.L; Modelo de aperfeiçoamento de processos em instituições públicas de ensino superior. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 18, n. 4, p. 869-880, 2011

BIRNBAUM, R. **Management fads in higher education**. San Francisco: Jossey-Bass, 2000.

BITITCI, U.; ACKERMANN, F.; ATES, A.; DAVIES, J.; GIBB, S.; MACBRYDE, J.; MACKAY, D.; MAGUIRE, C.; VAN DER MEER, R.; SHAFTI, F.; BOURNE, M. Managerial processes: an operations management perspective towards dynamic capabilities, **Production Planning & Control**, v. 22, n. 2, 2010.

BROCKE, J.V.; SCHMIEDEL, T.; RECKER, J.; TRKMAN, P.; MERTENS, W.; VIAENE, S. Ten principles of good business process management. **Business Process Management Journal**, v. 20, n. 4, p. 530 – 548, 2014.

BUNDT, C. F. da C. **Universidade: mudanças e estratégias de ação**, 2000. 114f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Centro Sócio-Econômico - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

CARBONE, P. P. Cultura organizacional do setor público brasileiro: desenvolvendo uma metodologia de gerenciamento da cultura. **Revista de Administração Pública**, v. 34, n. 2, p. 133-144, 2000.

CMMI® for Services, Version 1.3, CMU/SEI-2010-TR-034. SEI, Carnegie Mellon University, 2010.

DAVENPORT, T.H. **Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology**, **Harvard Business School Press**, Boston, MA.1993

DAVENPORT, T.H. The coming commoditization of processes, **Harvard Business Review**, 2005.

DUMAS, M.; LA ROSA, M; MENDLING, J; REIJERS, H.A. **Fundamentals of Business Process Management**. Springer-verlag Berlin Heidelberg, 2013.

EIKEBROKK, T.R.; IDEN, J.; OLSEN, D.H.; OPDAHL, A.L. Understanding the determinants of business process modelling in organisations. **Business Process**

**Management Journal**, v. 17, n .4, p.639 – 662, 2011.

GILL, P.J. Application development: business snapshot – business modelling tools help companies align their business and technology goals. **Information Week**, April, 1999.

HARMON, P. Scope and evolution of business process management, Handbook on Business Process Management, **International Handbooks Information System**, Part I, v. 1, Springer, Warren, MI, pp. 37-81, 2010.

HARTLEY, J.; SORENSEN, J.; TORFING, J. Collaborative innovation: a viable alternative to market competition and organizational entrepreneurship. **Public Admin. Rev.** v. 73, p. 821–830, 2013.

JR, T. R. G.; SOMMER, R. A. Business process management: public sector implications. **Business Process Management Journal**, v. 8, n. 4, p. 364-376, 2002.

KALPIC, B.; BERNUS, P. Business process modeling through the knowledge management perspective. **Journal of Knowledge Management**, v. 10, n.3, p. 40 – 56, 2006.

LEE, C.H.; HUANG, S.Y.; BARNES, F.B.; KAO, L. Business performance and customer relationship management: the effect of IT, organisational contingency and business process on Taiwanese manufacturers. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 21, n. 1, p. 43-65, 2010

LIN, F.R.; YANG, M.C.; PAI, Y.H. A generic structure for business process modeling, **Business Process Management Journal**, v. 8, n. 1, p. 19, 2002.

MCCORMACK, K. **Business Process Maturity: Theory and Application**, BookSurge Publishing, Charleston, SC, 2007.

MEYER JR, V; PASCUCCI, L; MANGOLIN, L; Gestão estratégica: um exame de práticas em universidades privadas. **Revista de Administração Pública-RAP** . Rio de Janeiro, v. 46, n.1, p.49-70, jan./fev. 2012.

MCGARVEY, B.; HANNON, B.; HANNON, B. M. **Dynamic modeling for business management: An introduction (Vol.1)**: Springer, 2004.

MINTZBERG, H.; ROSE, A. Strategic management upside down: McGill University, p.1829-1980, 1994

NADARAJAH, D; KADIR, S.L.S.A.. A review of the importance of business process management in achieving sustainable competitive advantage. **The TQM Journal**. v.

26, n.5, p. 522-531, 2014.

ONGARO, E. Process management in the public sector. **International Journal of Public Sector Management**, v. 17, p. 81 – 107, 2004.

SVENSSONA, C; HVOLBYB, H.H. Establishing a business process reference model for Universities. CENTERIS 2012 - Conference on ENTERprise Information Systems / HCIST 2012- **International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies**.

**ABSTRACT:** Aims(s): The public service is characterized by its complexity and high fragmentation. Given its economic importance, there is a growing interest in developing improvement actions, seeking to increase productivity, efficiency and quality of public services. Since every organization, regardless of the business sector, has to manage a number of processes, the present study aims to use the methodology BPM (Business Process Management) because it enables to increase efficiency and effectiveness through the structuring of functional processes. The methodology was applied to optimize the processes performed in an office of a federal institution. Methodology: In this study, the methodology BPM proposed by Dumas et al. (2013) was used. This methodology consists of six steps: process identification, process discovery, process analysis, redesign of process, process implementation and monitoring and process control. As for the nature, this research is classified as applied, since it aims to generate knowledge for practical application and directed to the solution of specific problems. As for the goal, it is classified as exploratory as it aims to provide greater familiarity with the research problem and involves a literature review on public service and BPM. Results: The gains achieved from the use of the methodology provided those responsible for activities a 33% reduction in cycle time. The study followed all stages of the BPM cycle, seeking the alignment of industry processes to customer needs and servers through modeling techniques. Practical Implications: The main objective of the methodology BPM used in this work, is to manage the processes that add value to the organization, providing improved flexibility and efficiency. Similar to the lean philosophy, the methodology BPM aims to ensure that the processes provide maximum value to customers.

**KEYWORDS:** Public service, University, Business processes, BPM

## **CAPÍTULO XXIII**

### **PROPOSTA DE MELHORIA PARA UMA EMERGÊNCIA CARDIOLÓGICA ATRAVÉS DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR**

---

**Mayara Silvestre de Oliveira  
Fernando Antônio Forcellini**

## PROPOSTA DE MELHORIA PARA UMA EMERGÊNCIA CARDIOLÓGICA ATRAVÉS DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

**Mayara Silvestre de Oliveira**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Florianópolis – Santa Catarina

**Fernando Antônio Forcellini**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Florianópolis – Santa Catarina

**RESUMO:** A insatisfação crescente em relação aos serviços de saúde aponta que existe uma demanda por qualidade no fluxo de provisão e consumo. Para sanar o problema de saúde o mais breve possível, oferecendo atenção, conforto e eficiência é necessário realizar um trabalho de melhorias no fluxo dos pacientes. A emergência cardiológica é um ambiente em que a eficiência e a qualidade no atendimento influenciam diretamente na vida do paciente. O presente trabalho tem como objetivo propor melhorias no fluxo de pacientes desde que chegam até receber medicamentos em uma emergência cardiológica da grande Florianópolis através da filosofia Lean. Para tanto, utilizou-se da ferramenta mapeamento do fluxo de valor que proporciona a identificação dos desperdícios e problemas no fluxo de valor resultando em um diagnóstico da situação atual e, por fim, propostas de melhorias através de um mapa do estado futuro. Como resultado através das melhorias propostas, espera-se obter uma redução de 35% no tempo de atravessamento do paciente, 69% no tempo de espera para atendimento médico e 59% no tempo de espera para reavaliação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lean Healthcare; Mapeamento do Fluxo de Valor; Emergência Cardiológica.

### 1. INTRODUÇÃO

Uma pesquisa realizada pelo instituto DATAFOLHA (2014) sobre a satisfação da população quanto à saúde no Brasil mostrou que 60% da população está muito insatisfeita. A avaliação mais negativa se deu em atendimento de emergência, em postos de saúde e em consultas médicas, serviços mais utilizados pela população. Por fim, a pesquisa mostra que a pior imagem percebida pelos brasileiros está em tempos de espera. De acordo com Womack e Jones (2005), o consumo de um serviço é um processo contínuo para resolver um problema, um conjunto de ações empreendidas ao longo de um período e que exige tempo e esforço do consumidor. Trazendo este conceito para a saúde, o consumidor é o paciente que procura o serviço para resolver o problema de saúde. Uma emergência trata-se de um ambiente onde o cliente está fragilizado, muitas vezes em estado de dor e angústia. Nestas condições o tempo para ele se torna um fator importante, além do conforto, pronto atendimento e atenção.

Dentro deste contexto, pode-se inferir que existe uma demanda por qualidade no fluxo de provisão e consumo na atenção à saúde. Para proporcionar satisfação para os clientes, ou seja, sanar o problema de saúde o mais breve possível, é necessário realizar um trabalho de melhorias no fluxo dos pacientes. Um método de transformação que pode levar o sistema a um estado melhor é o que chamamos de lean, que é definido por Forcellini (2014) como “um método de transformação que utiliza modelos, conceitos, ferramentas e por meio de uma abordagem sistêmica busca chegar a uma nova configuração do sistema. Esta nova configuração é caracterizada pela maximização do valor entregue aos clientes, principalmente pela eliminação dos desperdícios e melhoria do fluxo dos processos. Além disso, a gestão do sistema transformado é baseada numa cultura (ou filosofia) de melhoria contínua”. Segundo Womack e Jones (2005), as pessoas consomem para resolver problemas e para elas o valor é relacionado a seis princípios do consumo lean:

1. Resolva meu problema completamente;
2. Não desperdice meu tempo;
3. Forneça exatamente aquilo que eu quero;
4. Entregue valor onde eu quero;
5. Proporcione valor quando eu quero;
6. Reduza o número de decisões que tomo para resolver meus problemas.

Sob a ótica desses princípios, pode-se identificar os pontos durante a provisão que são desperdício, e quando se traz essa perspectiva para healthcare pode-se visualizar o quão pertinente eles são. O cliente em questão é um paciente que atribui valor a resolver seu problema completamente, ou seja, sair de um estado de doença para um estado saudável, não ter seu tempo desperdiçado pois está em um momento de sofrimento. Além disso, o paciente deseja cuidado quando e onde ele quer e necessita. Todas as etapas que não agregam valor e geram incômodo para os pacientes, podem ser agrupadas em sete desperdícios classificados por Graban (2013) como espera, falhas, movimentação, transporte, superprodução, excesso de processamento e estoque.

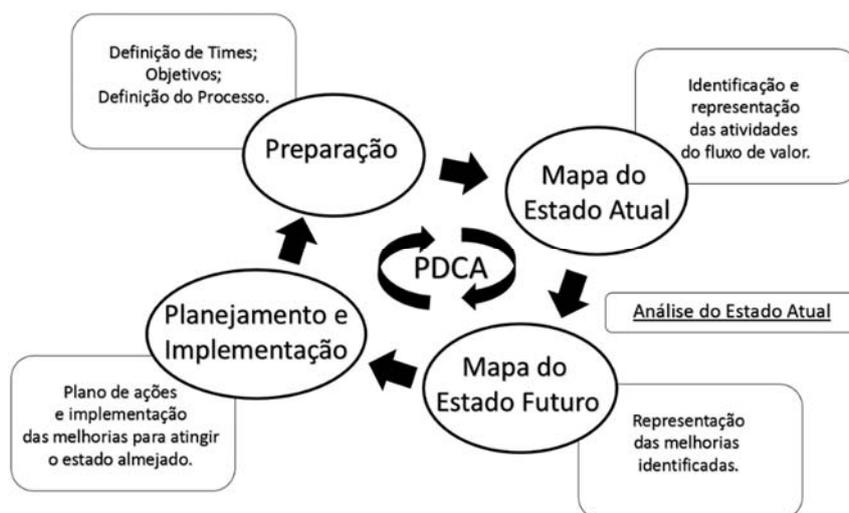
Este conceito está bastante atrelado ao aspecto de aprendizagem organizacional inerente ao lean, cujo grande segredo é atacar estes desperdícios para alavancar esta aprendizagem, enxergar a melhoria como um meio e não um fim. Frente a isso, através da filosofia lean aplicada aos serviços de saúde, o objetivo deste trabalho é a proposição de melhorias no fluxo de pacientes desde a recepção até serem medicados em uma emergência cardiológica da grande Florianópolis.

## **2. METODOLOGIA UTILIZADA**

Jimmerson (2010) aponta que os mapas de fluxo de valor são fundamentais no lean pois permitem a compreensão dos fluxos e processos que levam valor ao consumidor. Portanto utilizou-se essa metodologia conforme as etapas na Figura 1,

no entanto não houve planejamento e implementação das melhorias propostas. Inicialmente, na etapa preparação define-se uma pessoa para ser responsável pelo desenho do mapa. Deve-se formar também um time multifuncional que irá participar do processo de mapeamento, pois diferentes pontos de vista enriquecem a análise e a busca de soluções. A seguir define-se o objetivo da organização quanto ao mapeamento.

Figura 1 – Etapas do mapeamento do fluxo de valor



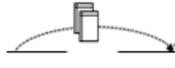
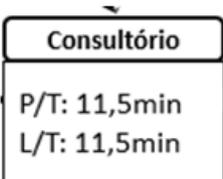
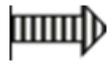
Na etapa mapa do estado atual é representado o estado atual do fluxo de valor. É importante ver as coisas por si mesmo, pois o processo de mapeamento é mais importante do que o mapa em si. A terceira etapa consiste em representar o estado almejado para o fluxo de valor em outro mapa chamado mapa de fluxo de valor do estado futuro. Porém para que isso possa ser feito é necessário realizar uma profunda análise do estado atual, levando em consideração fatores como desperdício, valor, etc. Por fim, elabora-se um plano de ação para chegar ao estado almejado e segue-se com a implementação.

### 3. MAPA DO ESTADO ATUAL

O local do estudo é uma emergência cardiológica dedicada a pacientes que estejam sofrendo de condições cardiológicas em situação de urgência ou emergência, em regime 24h. Ela faz parte de um hospital cardiológico da grande Florianópolis, cuja demanda mensal é em torno de 963 pacientes. Inicialmente, foi realizada uma sensibilização para as pessoas chave através da apresentação dos conceitos de melhoria contínua e os resultados que uma abordagem deste tipo poderia trazer. Foi selecionada uma pessoa referência para o processo de mapeamento. A decisão acerca de qual setor mapear foi feita baseada no volume da demanda que acessava o hospital, ou seja, 60% dos pacientes que consomem os demais serviços do hospital são oriundos da emergência. Na escolha do fluxo a

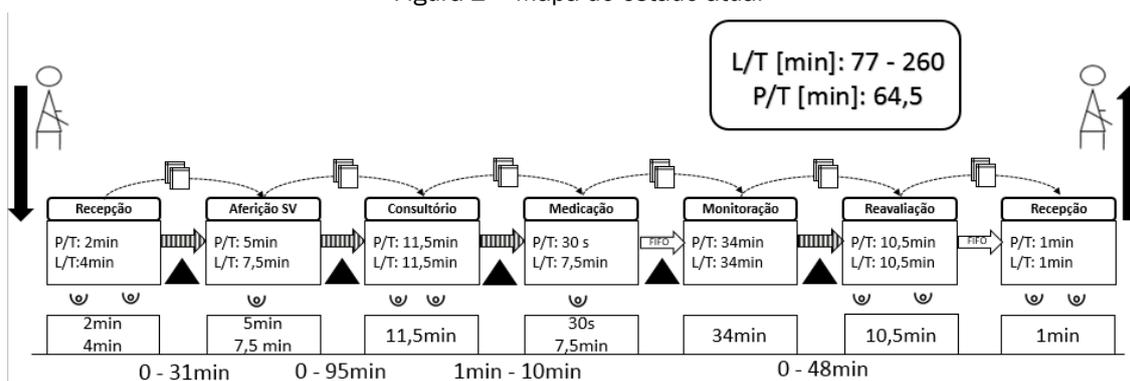
ser mapeado no setor, definiu-se que o fluxo de pacientes que eram medicados seria analisado, pois corresponde a 90% da demanda no setor de emergência. Além disso, foi escolhida também uma simbologia adequada para representar o mapa conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Símbolos utilizados

Símbolo	Descrição	Símbolo	Descrição
	Entrada ou saída do paciente		Sem espera por ordem de chegada
	Fluxo de informação		Indicativo de processo. No primeiro espaço o nome do processo. No segundo espaço o tempo de processo seguido do tempo de atravessamento.
	Espera de pacientes		
	Indicativo do número de funcionários		
	Movimentação do paciente		

Foram levantados dados referentes à demanda e como resultado, obteve-se que os picos de demanda por atendimento são concentrados entre 14h e 16h, motivo pelo qual decidiu-se realizar a coleta de tempos neste período. Ela se deu acompanhando dois pacientes por vez durante todo o processo em questão, o que totalizou aproximadamente 40h de acompanhamento. Com base nos dados coletados foi então desenhado o mapa de fluxo de valor do estado atual, apresentado na Figura 02.

Figura 2 – Mapa do estado atual



A demanda normalmente surge em decorrência de algum mal estar no paciente, levando-o a procurar a emergência. Quando o paciente chega, fornece seus dados na recepção e aguarda. A recepcionista leva a ficha do paciente para uma caixa de fichas para aferição dos sinais vitais localizada na área da enfermagem. Esses dados são pegos pelo técnico de enfermagem e este em posse deles, chama o paciente para o processo de aferição com a finalidade de verificar a gravidade da situação e coletar informações pertinentes para o diagnóstico médico.

Feito isso, o paciente volta para a sala de espera da recepção enquanto o técnico leva a ficha do paciente para a área de consultórios médicos.

O médico irá pegar a ficha e chamar o paciente seguinte para atendimento, analisar o caso e prescrever medicamento ou solicitar exames. Após, o paciente vai até o setor de enfermaria aguardar medicação ou exames, etc. Ao término do tratamento ou chegada de resultados de exames o paciente é novamente encaminhado para o médico para reavaliação, em que o médico decide por alta, internação ou mais procedimentos. Por fim, o paciente volta a recepção para pagar eventuais débitos.

#### 4. ANÁLISE DO ESTADO ATUAL

Ao longo do processo de mapeamento do estado atual, foram percebidos alguns pontos importantes como a excessiva movimentação dos funcionários da recepção, provocada pela distância entre o posto de trabalho e o local em que as fichas para aferição de sinais vitais são depositadas. São percorridos cerca de 1.344m. Ainda na recepção foi visto que existe também excessiva movimentação para fechar a porta da emergência, a qual deve ficar fechada para preservar as instalações internas e os pacientes contra a circulação indevida de pessoas. Pode-se notar que existe um aviso solicitando que a porta permaneça fechada e, de fato, percebe-se que as pessoas procuram fechar a porta. O problema é que para que a porta tranque através da sua trava magnética, os passantes têm de puxar a porta até um pouco mais do que o curso em que estão habituados, portanto na quase totalidade das vezes ela não é travada. Durante a fase de acompanhamento, foi visto que em média a recepcionista percorre cerca de 537,6m por dia para travar a porta.

Além destes pontos, o processo em que o médico escolhe o próximo paciente é bastante variável. Além do atendimento demandado pelo paciente vindo da aferição dos sinais vitais existe também pacientes que estão esperando reavaliação. Ambos os tipos de pacientes têm suas fichas colocadas em caixas ao lado do consultório médico, desta forma, cada médico decide a seu modo qual ficha pegar primeiro, reavaliação ou consulta. Além disso, dentre as fichas da consulta os médicos nem sempre seguem a ordem do FIFO, ou seja, as vezes escolhem pacientes que chegaram depois dos que já estavam aguardando. Isso contribui para que os pacientes não se sintam respeitados na espera, vendo que pessoas que não aparentam estar em estado mais grave e chegaram depois, serem atendidas antes.

Outro ponto é o controle de pacientes na enfermaria. Para tanto o hospital criou um painel em que o enfermeiro coloca os registros dos exames e procedimentos que o paciente deve realizar e quais já estão prontos, assim ele saberia quando enviar a ficha para reavaliação médica. O quadro atual de controle da situação dos pacientes possui um sistema que possibilita erros pois o funcionário pode esquecer de anotar a chegada de algum resultado de exame,

indicando assim que este exame ainda precisa ser entregue. Isso acarreta um tempo de espera do paciente maior do que o necessário. Além disso, as informações não estão muito visuais.

O sistema de abastecimento de materiais no hospital funciona por um processo conhecido como “contagem”, em que uma vez ao dia, o responsável pelo abastecimento vai em todos os setores do hospital para contar quantos itens estão disponíveis nos estoques e comparar com o número adequado. Caso faltem itens ele vai até o estoque central e os traz. Foi percebido também, a quantidade insuficiente de alguns itens críticos à vida, no estoque da enfermagem e na sala de reanimação. Somado a este problema, existe a questão dos prazos de validade que são bastante curtos.

Atualmente, no setor de emergência, vê-se que não só a organização do estoque não favorece a gestão visual, como o processo pelo qual ocorre o abastecimento facilita a ocorrência de problemas e toma muito tempo do colaborador. Realizar o abastecimento apenas uma vez ao dia em um setor de emergência, em que a utilização dos recursos está condicionada às ocorrências imprevistas, pode acarretar em falta de itens quando eles são muito necessários à vida. Uma diretriz do lean healthcare é o uso de gestão visual que possibilita a eliminação de conferências, assegura o FIFO e auxilia os funcionários a utilizarem itens com menor prazo de validade primeiro.

Durante a coleta de tempos também constatou-se que os enfermeiros vão em outros setores buscar macas e cadeiras de rodas que são esquecidas em outros locais. Isto é crítico pois se algum paciente chegasse em estado de parada cardíaca não haveria nenhuma maca. Um enfermeiro pode levar até 20 minutos procurando uma maca. Também, foi notado que técnicos de enfermagem saíam da sala de aferição de sinais vitais para buscar instrumentos que estavam em outros locais. Foi relatado que havia um instrumento para cada parte da emergência, porém as vezes os médicos esqueciam seus instrumentos em outros setores, pegavam outros e não devolviam.

Outros desperdícios de movimentação foram percebidos nos médicos e enfermeiros. O médico para chamar o paciente percorre cerca de 627m por dia, já o enfermeiro, cerca de 1,5km por dia toda vez que um paciente precisa de medicamentos. Quando o médico prescreve medicação o enfermeiro vai até a farmácia, pega o medicamento e volta até a enfermaria para preparar e ministrar a medicação.

Verificou-se ainda que o maior tempo de permanência da maioria dos pacientes da emergência é no setor de enfermaria, podendo ultrapassar 7 horas devido aos resultados de exames. Foi relatado que em momentos de pico de demanda a enfermaria, que dispõe somente de 11 lugares, lota e os pacientes que saem do médico devem aguardar vagas. Isso somado ao fato de que nem sempre fichas de reavaliação são prioridade, faz com que o sistema eleve mais ainda a espera entre processos. Vale ressaltar que muitos pacientes que ficam esperando nestas poltronas apenas aguardam resultados de exames, não necessitam realmente dos aparelhos de monitoramento de sinais vitais disponíveis nelas. Por

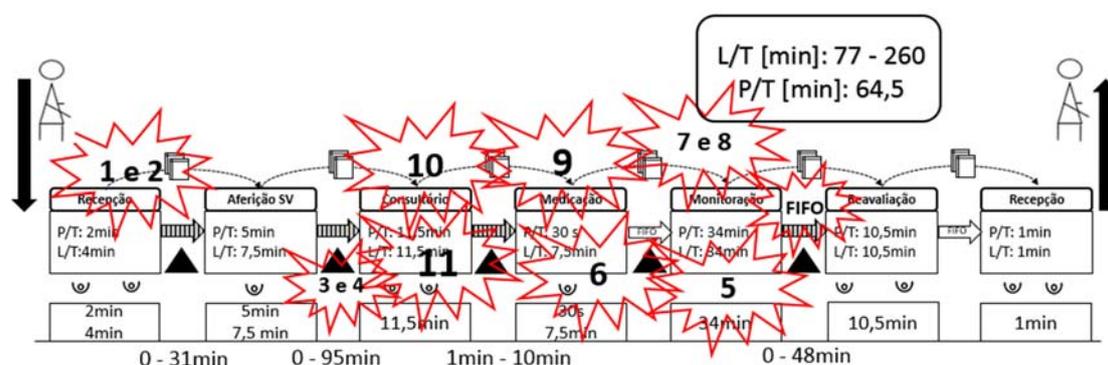
fim, observou-se que nos horários de pico, existem dois médicos de plantão. Porém estes médicos não estão exclusivamente dedicados à emergência. Na maioria do tempo, apenas um médico fica atendendo, e as vezes, nenhum deles está presente. Fazendo um paralelo com os desperdícios no lean healthcare propostos por Graban (2013), e o estado atual na emergência, apresenta-se o Quadro 2.

Quadro 2 – Desperdícios na emergência cardiológica

Desperdício	Onde	Como
<b>Espera</b>	Recepção, Enfermária e Consultório Médico	Pacientes por atendimento e reavaliação, e por resultados de exames, enfermeiros e médicos esperando em horários de pouca demanda
<b>Movimentação</b>	Recepcionista, Enfermeiro e Médico	Recepcionista sai do posto de trabalho para levar fichas e fechar a porta. Enfermeiro buscar medicação. Médico chamar pacientes e encaminhar até enfermária.
<b>Transporte</b>	Da farmácia para Enfermária, Ficha do paciente	Medicamentos transportados de farmácia até enfermária, ficha do paciente da recepção até caixa da aferição de sinais vitais.
<b>Superprodução</b>	Consultório Médico	O médico atende pacientes esperando na recepção, sendo que existem pacientes esperando para reavaliação e a enfermária está lotada.
<b>Estoque</b>	Estoque no armário da enfermária	Ter muito do que não preciso no estoque e não ter o que precisa.

Frente a esses pontos pode-se então relacionar oportunidades de melhoria, as quais são representadas no mapa do estado atual conforme a Figura 3, e suas respectivas contramedidas.

Figura 3 – Pontos de melhoria no mapa do estado atual



## 5. MAPA DO ESTADO FUTURO E RESULTADOS

### 5.1. EXCESSIVA MOVIMENTAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS DA RECEPÇÃO

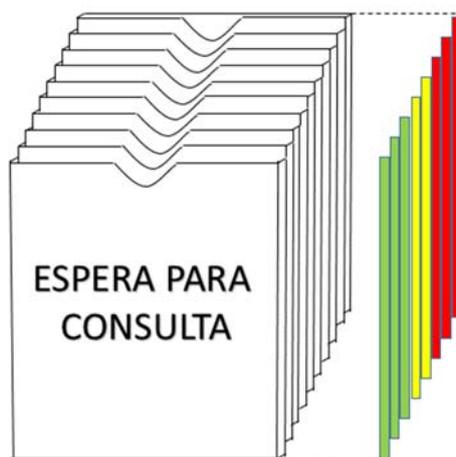
Para reduzir o problema do transporte de fichas procurou-se a configuração de menor movimentação de funcionários, ou seja, uma mudança na posição da caixa de fichas para aferição, trazendo-a para mais perto do ponto de uso. Além disso, buscou-se utilizar princípios de gestão visual, através da ferramenta andon, a qual consiste em um aviso, indicando que algum problema ou algo necessitam de atenção. Esta ferramenta atende a necessidade de notificar o funcionário da enfermaria sobre a demanda por aferição dos sinais vitais, por adotar um simples sinal luminoso na parede da enfermaria, que permanece aceso enquanto houverem fichas para aferição dos sinais vitais. Um interruptor ao lado da caixa de fichas serve como controle, aceso pela recepcionista enquanto a mesma coloca fichas e apagado pelo técnico de enfermagem quando as fichas acabam.

Quanto ao fechamento da porta, sugeriu-se a adoção de um dispositivo de fechamento automático, como uma mola aérea. Este dispositivo juntamente com a trava magnética permitiria que a porta permanecesse trancada.

### 5.2. DESRESPEITO AO FIFO DE PACIENTES EM ESPERA PARA CONSULTA MÉDICA

Para este ponto, sugere-se duas ações: tornar o FIFO visual e realizar uma conscientização com os médicos para que eles o respeitem. Uma sugestão de caixa de fichas é apresentada na Figura 4, pois fornece controle visual do FIFO e do número de pacientes aguardando. Na lateral da caixa, pode-se utilizar um indicativo de cores sinalizando o status da espera na recepção.

Figura 4 – Sugestão para caixa de fichas



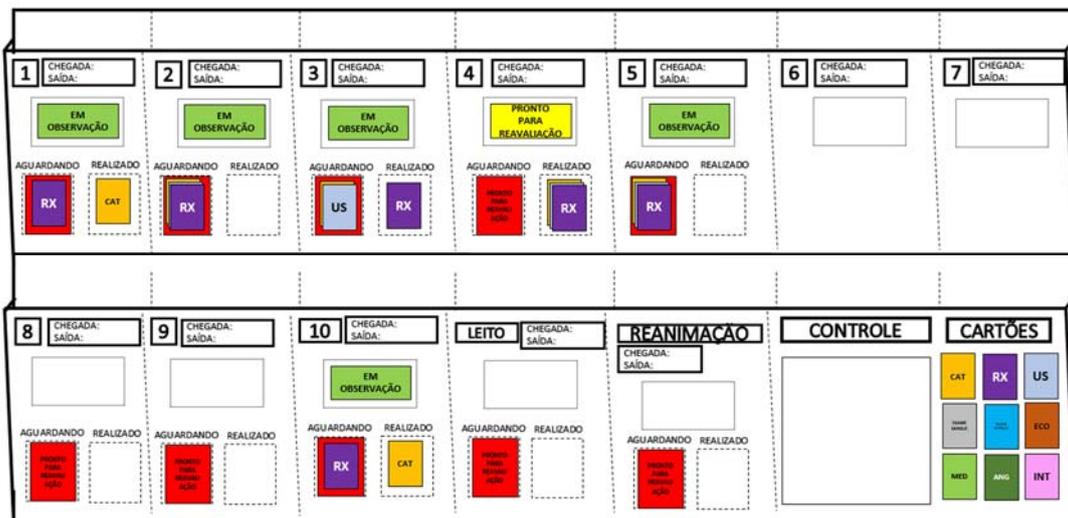
### 5.3. FALTA DE CRITÉRIO DE PRIORIZAÇÃO DE PACIENTES PARA ATENDIMENTO NO CONSULTÓRIO MÉDICO

Atender pacientes de consulta e não os de reavaliação é como produzir sem ter disponibilidade no processo seguinte, pois é formado lote de pacientes em espera sem liberar os pacientes que já estão no processo. Pela ótica do lean a prioridade é liberar pacientes do sistema, ou seja, os pacientes para reavaliação. Portanto sugere-se a adoção de uma política no hospital de priorização de pacientes que estão esperando por reavaliação.

### 5.4. DIFICULDADE DE IDENTIFICAÇÃO DO STATUS DOS PACIENTES EM ESPERA NA ENFERMARIA

Sugere-se um quadro que torne as informações bem visuais para os funcionários e que consiga ser um insumo para indicadores de tempo de atravessamento de pacientes e capacidade da enfermaria. Utilizando gestão visual pode-se sugerir que além de informações escritas existe o potencial para adoção de cores para sinalizar informações. Sugere-se então um novo quadro conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Sugestão para o quadro



Fonte: A própria autora

### 5.5. DIFICULDADE NO CONTROLE DE ESTOQUES DA EMERGÊNCIA

Sugere-se a adoção de supermercados e kanban na forma de cartão, ou binária, tipo: caixa cheia, caixa vazia. Além disso, realizar o abastecimento dos estoques no ponto de uso mais de uma vez ao dia com a utilização do sistema de kanban, tornará o abastecimento mais rápido, o que possibilitaria diminuir os

estoques locais.

## **5.6. EQUIPAMENTOS FORA DO PONTO DE USO**

O lean healthcare busca através da gestão visual, conscientização e disponibilização de recursos adequados ao trabalho, sanar problemas como esse. Inicialmente, percebe-se que no próprio departamento de emergência macas e cadeiras de rodas não tem sinalização de onde devem permanecer. Uma “sombra”, ou seja, a pintura da sombra da maca e da cadeira de rodas no chão, sinalizam o local dos itens, e quando eles estão faltando, salta aos olhos a inadequação no ambiente. Além disso, pode-se pintar de cores diferentes as macas e cadeiras da emergência para que se possa perceber quando elas não estão no ambiente em que deveriam. Além disso, poderia haver no hospital um profissional que seja especializado no transporte de pacientes, muitas vezes chamado de “maqueiro”. Este profissional é responsável pelo agrupamento de todas as macas em um único setor e é o único a realizar o transporte de pacientes entre pavimentos e alas. Desta forma, não existe extravio de macas da emergência para outros setores. Este profissional segue a diretriz lean de retirar o desperdício cada vez mais para fora da cadeia, ou seja, ao invés de ter desperdício de transporte alocado em vários profissionais, aloca-se o desperdício de transporte em apenas um funcionário.

Quanto aos instrumentos retirados dos seus devidos locais, sugere-se que o hospital os identifique a que setor e que local no setor eles pertencem. Além disso, no local de armazenagem do instrumento, pode haver uma marcação indicativa do tipo sombra. Com estes requisitos, já existe a possibilidade de perceber se o instrumento está no lugar e caso alguém o encontre saberá onde deve devolver. Pode-se criar em cada pavimento um espaço de itens e instrumentos esquecidos, onde depositam-se os itens esquecidos para que quem esqueceu venha buscar.

Outra iniciativa sugerida é um trabalho de conscientização no hospital junto aos seus funcionários, fiscalização e treinamento para manter os instrumentos de trabalho nos seus devidos locais.

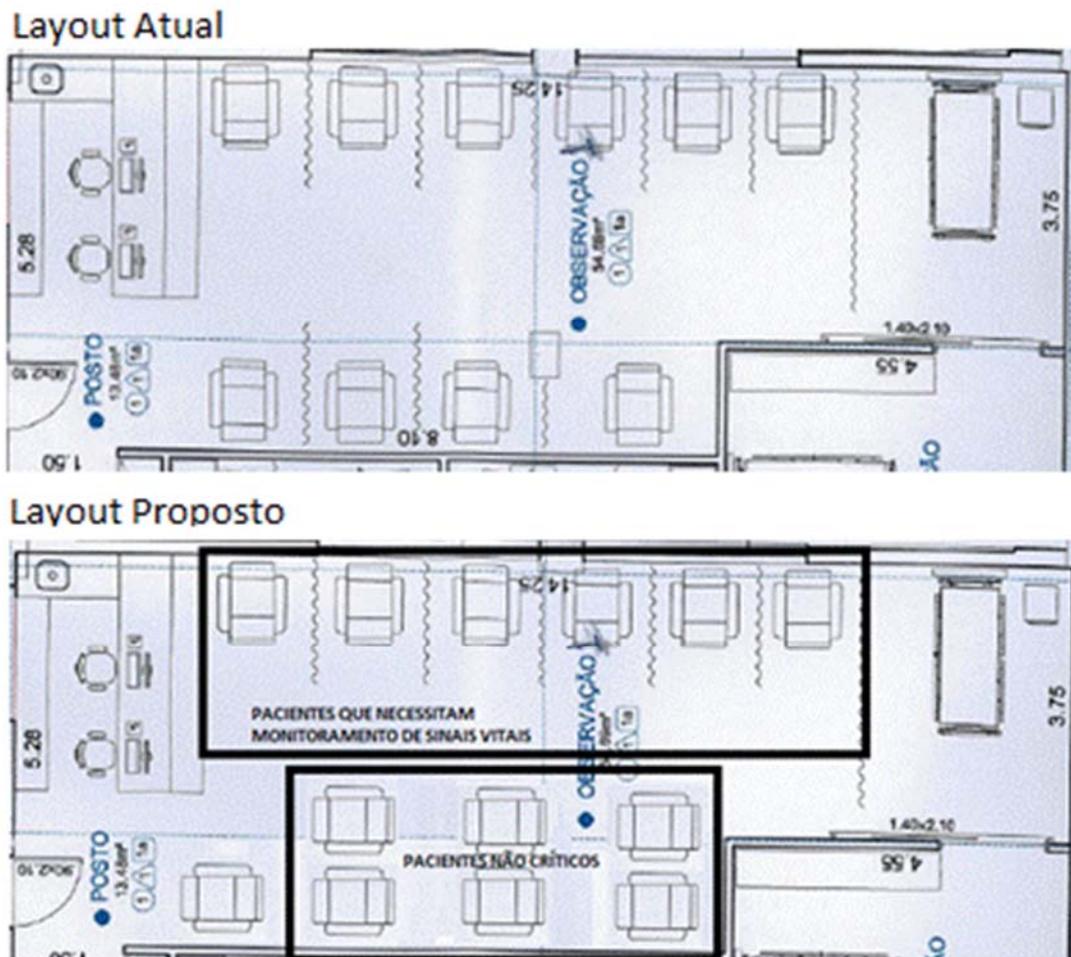
## **5.7. EXCESSIVA MOVIMENTAÇÃO DE ENFERMEIROS E MÉDICOS**

Seguindo a diretriz do lean de tirar o desperdício para fora da cadeia, pode-se considerar que o funcionário da farmácia deveria levar o kit de medicamentos até a enfermaria, enquanto os funcionários da enfermaria dão atenção direta aos pacientes em observação. Isso transferiria a movimentação da enfermaria para a farmácia. A movimentação dos médicos que ocorre quando o paciente é chamado pode ser evitada simplesmente enviando algum sinal para a recepção chamar o paciente e indicar o consultório.

## 5.8. CAPACIDADE INSUFICIENTE DA ENFERMARIA E ATENDIMENTO MÉDICO

A ocupação da sala de enfermaria é pequena demonstrando um potencial para realização de mudanças no layout para aumento da capacidade. Além disso, podem ser adotadas poltronas dedicadas a determinados tipos de pacientes, por exemplo, pacientes que necessitam de monitoramento dos sinais vitais. Também pode-se adotar uma sala de espera, para os casos que estejam apenas aguardando exames e não necessitem de acompanhamento. Um layout proposto é mostrado na Figura 6, acrescentando 3 poltronas na enfermaria e dedicando poltronas de acordo com o caso.

Figura 6 – Layout atual e layout proposto



Fonte: A própria autora

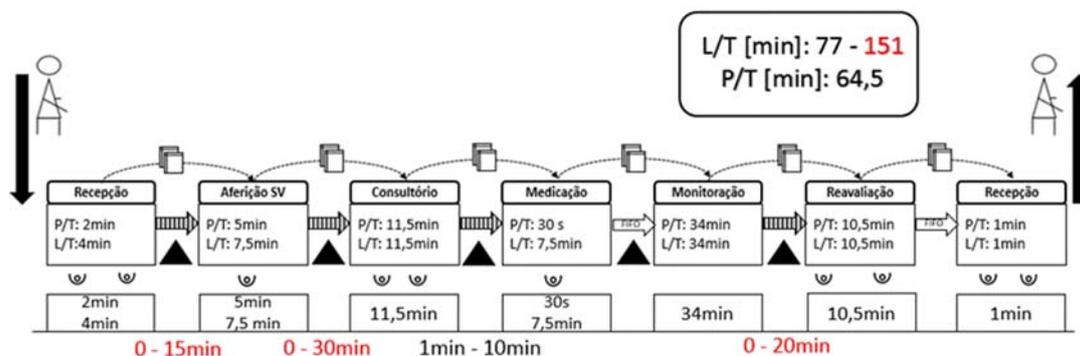
A capacidade do atendimento médico deve melhorar se os médicos que atendem a emergência, fiquem exclusivamente na emergência. Pode-se realizar uma análise semelhante ao trabalho desenvolvido por Peralta (2014) na tratativa do problema de variabilidade e elevado tempo de espera, em que a autora propôs uma nova escala de médicos baseada no histórico de demanda por horário por dias da semana. Uma relação entre as contramedidas e pontos de melhoria é apresentada no Quadro 3.

Quadro 3 – Ações para alcançar o estado futuro

Oportunidade de Melhoria		Contramedida Sugerida
1	Controle pouco eficaz de estoques da emergência	Adoção de supermercados e kanban na forma de cartão, ou na forma binária, caixa cheia caixa vazia. Além disso, realizar o abastecimento dos estoques no ponto de uso mais de uma vez ao dia.
2	Ausência de itens e ferramentas essenciais na emergência	Macas e cadeiras de rodas sinalizadas de onde vêm, sinalização onde devem permanecer. Adoção de um profissional maqueiro. Área de achados e perdidos e concientização.
3	Capacidade insuficiente de médicos em horários de pico	Médicos que atendem a emergência, fiquem exclusivos à emergência e mudança na escala de médicos.
4	Capacidade insuficiente da enfermaria em horários de pico	Mudança no layout da enfermaria.
5	Controle pouco visual da situação de pacientes na enfermaria	Um quadro a prova de erros que torne as informações bem visuais para os funcionários, utilizando os princípios dos dispositivos à prova de erros como o <i>poka yoke</i> e também os princípios de gestão visual.
6	Desrespeito ao FIFO de pacientes em espera para consulta médica	Tornar o FIFO mais visual e realizar uma concientização com os médicos para que eles procurem sempre chamar o próximo paciente, a menos que estejam em presença de um caso especial.
7	Falta de priorização de pacientes para reavaliação	Adoção de uma política no hospital de priorização de pacientes que estão esperando por reavaliação.
8	Excessiva movimentação de funcionários da recepção	Caixa de fichas deveria ficar ao lado da porta de entrada da emergência e adotar um sinal luminoso na parede da enfermaria, que permanece aceso enquanto houverem fichas para aferição dos sinais vitais. Um interruptor ao lado da caixa de fichas serve como controle.
6	Desrespeito ao FIFO de pacientes em espera para consulta médica	Tornar o FIFO mais visual e realizar uma concientização com os médicos para que eles procurem sempre chamar o próximo paciente, a menos que estejam em presença de um caso especial.
7	Falta de priorização de pacientes para reavaliação	Adoção de uma política no hospital de priorização de pacientes que estão esperando por reavaliação.
8	Excessiva movimentação de funcionários da recepção	Caixa de fichas deveria ficar ao lado da porta de entrada da emergência e adotar um sinal luminoso na parede da enfermaria, que permanece aceso enquanto houverem fichas para aferição dos sinais vitais. Um interruptor ao lado da caixa de fichas serve como controle.  Adoção de um dispositivo de fechamento automático de porta
9	Excessiva movimentação de médicos	Enviar sinal para a recepção chamar o paciente.
10	Excessiva movimentação de enfermeiros e técnicos	Funcionário da farmácia deve levar o kit de medicamentos até a enfermaria.

Com base nas melhorias propostas, desenha-se o mapa do estado futuro do fluxo de pacientes a receber medicamentos da emergência cardiológica apresentado na Figura 7, onde as metas de redução são sinalizadas em vermelho.

Figura 7 – Mapa do estado futuro



Espera-se também uma redução no lead time total máximo de cerca de 60% e uma redução do tempo máximo de espera de 50%. Com a nova escala de médicos e alocação de médicos exclusivamente para a emergência, espera-se alcançar uma redução de 30% no tempo de espera máximo de pacientes na recepção. Com a priorização de fichas para reavaliação, espera-se uma redução no tempo de espera para reavaliação em 40%. Também, melhoria na gestão visual da emergência e no atendimento através da redução do tempo de espera e melhorias no controle do status dos pacientes, redução significativa de movimentação de funcionários, melhora no nível de serviço dos estoques no ponto de uso e aumento da capacidade de atendimento da enfermaria. Importante pontuar que as melhorias propostas necessitam de uma base sólida de mudança cultural e comportamental no hospital para que possam não só se sustentar, mas gerar mais melhorias. É preciso que o hospital dedique tempo e esforço à melhoria contínua para atingir sua visão de ser referência nacional pela excelência

## REFERÊNCIAS

DATAFOLHA – Instituto de Pesquisa Datafolha, 2014. Disponível em: <<http://portal.cfm.org.br/images/PDF/apresentao-integra-datafolha203.pdf>> Acesso em: 2 set. 2014.

FORCELLINI, F. A.; **Capacitação em lean. Módulo 2: lean thinking**, Notas de Aula. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

GRABAN, M.; **Hospitais lean: melhorando a qualidade, a segurança dos pacientes e o envolvimento dos funcionários**. Ed. Bookman, Porto Alegre, 2013.

JIMMERSON; C.; **Value Stream Mapping for Healthcare Made Easy** – Ed. CRC Press, New York, 2010.

LIKER, J. K.; MEIER, D.; **O modelo Toyota: manual de aplicação, um guia prático para a implementação dos 4 Ps da Toyota**. Editora Bookman, São Paulo, 2007.

PERALTA, C. B. L; **Lean Healthcare: Pesquisa-ação para implementação de melhorias em um processo de pronto atendimento infantil**. Dissertação de Mestrado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC, Florianópolis, 2014.

WOMACK, J. P., JONES, D. T.; **Lean Solutions: How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together**. Ed. Free Press, New York, 2005.

**ABSTRACT:** The growing dissatisfaction about healthcare services shows that there is a demand for quality in provision and consumption flows. To heal the health problems as fast as possible, offering attention, comfort and efficiency is necessary to work on improvements at the patient's flow. The cardiologic emergency is an environment that the efficiency and quality of the attendance influences directly in patient's life. This work has the goal to propose improvements in a patient's flow, since the moment that they arrive at the emergency until they receive medicines in a cardiologic emergency from the metropolitan region of Florianópolis through lean philosophy. Therefore, value stream mapping was used, which provides the waste identification and value flow problems resulting in an actual state diagnostic and, finally, improvement proposal through a value stream map of future state. As an expected result through the proposed improvements, is expected a reduction of 39% of the lead time of patients, 69% in waiting time for the medical care and 59% in waiting time for reevaluation.

**KEYWORDS:** Lean Healthcare; Value Stream Mapping; Cardiologic Emergency.

## Sobre a organizadora

**PAULINE BALABUCH** Doutoranda em Ensino de Ciências e Tecnologia (UTFPR), mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), especialista em Comportamento Organizacional pela Faculdade União, graduação em Administração pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), e ensino técnico profissionalizante Magistério pelo Colégio Sagrada Família. Na vida profissional, realizou diversos estágios na área administrativa, os quais lhe possibilitaram construir sua carreira dentro da empresa onde atuou por oito anos na área de Administração, com ênfase em Administração de Recursos Humanos, atuando principalmente em relações de trabalho, Recrutamento e Seleção, Treinamento e Desenvolvimento, Organização e Métodos, Gestão da Qualidade e Responsabilidade Social. Na vida acadêmica atuou como monitora das disciplinas de Recursos Humanos e Logística e fez parte do grupo de estudos sobre Educação a Distância - EAD, da UTFPR/Campus Ponta Grossa-Pr.

## Sobre os autores

**ALAN RODRIGUES** Pós-Graduado/Especialista em Sistemas de Planejamento e Gestão Empresarial pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Graduado em Administração pela Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL. Técnico em Transações Imobiliárias pelo Instituto Brasileiro de Educação Profissional – IBREP. E-mail: [alangrb@hotmail.com](mailto:alangrb@hotmail.com)

**ALEX FABIANO BERTOLLO SANTANA** Professor convidado da Universidade do Minho; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação da LeaNorte Pós-graduação; Graduação em Ciências Contábeis na UNICRUZ; Mestrado em Ciências Contábeis na UNISINOS; Doutorado em Engenharia Industrial e Sistemas pela Universidade do Minho; Grupo de pesquisa: Centro ALGORTIMI da Universidade do Minho;

**ALVARO GUILLERMO ROJAS LEZANA** Professor Titular da Universidade Federal de Santa Catarina. Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Química pela Universidad Católica de Valparaiso Chile. Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Doutorado em Ingeniería Industrial pela Universidade Politécnica de Madrid. Grupo de pesquisa: Líder do Grupo de Pesquisa em Empreendedorismo e Inovação da UFSC

**ANA CLAUDIA DE SOUZA BROGNOLI** Assessora de Gestão Organizacional do SESI – Serviço Social da Indústria; Graduação em Ciências Contábeis pela Universidade Federal de Santa Catarina; Curso superior em Gestão Humana nas Organizações pela Universidade do Sul de Santa Catarina; Pós-Graduação em Finanças para Executivos pela Universidade Federal de Santa Catarina; E-mail para contato: [ana.brognoli@sesi.org.br](mailto:ana.brognoli@sesi.org.br)

**ANA CRISTINA DE OLIVEIRA RODRIGUES** Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade de Brasília (UnB); E-mail para contato: [anarodrigues246@gmail.com](mailto:anarodrigues246@gmail.com)

**ANNIBAL AFFONSO NETO** Professor da Universidade de Brasília (UnB); Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (SC); Mestrado em Administração pela Universidade de Brasília (UnB); Doutorado em Administração pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Membro do Grupo de Pesquisa Lean – Grupo de Estudos e Pesquisas Lean Thinking UnB/CNPq; E-mail para contato: [annibal@terra.com.br](mailto:annibal@terra.com.br)

**ANNIBAL JOSÉ RORIS RODRIGUES SCAVARDA DO CARMO** Professor da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro- UNIRIO. Membro do corpo docente do Programa de Pós- Graduação em Enfermagem e Biociências –

PPGENFBIO. Graduação em Engenharia Elétrica de Produção e Engenharia Elétrica de Telecomunicações pela PUC –Rio. Mestrado em Engenharia de Produção pela PUC-Rio. Doutorado em Engenharia de Produção pela PUC-Rio com doutorado sanduiche na University of Minnesota. Pós doutorado na Fundação Getulio Vargas-FGV. Pós doutorado na The Ohio State University. Grupo de pesquisa: em Gestão da Cadeia de Suprimentos, serviço, cuidado tecnologia e Sustentabilidade.

**ANTÔNIO EDÉSIO JUNGLES** Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade federal de Santa Catarina – UFSC. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. E-mail: [ajungles@gmail.com](mailto:ajungles@gmail.com)

**ARLETTE SENHORINHA RÖSE** Coordenadora de Saúde do SESI- Serviço Social da Indústria – Regional Sudeste. Graduação em Fonoaudiologia; Pós Graduação Lato Sensu em nível de Especialização em Fonoaudiologia Hospitalar pela Universidade Estácio de Sá; Pós Graduação Lato Sensu, MBA em gestão Empresarial pela Universidade Cândido Mendes; Pós Graduação Lato Sensu em nível de Especialização em Liderança Estratégica. E-mail para contato: [arlete.rose@sesisc.org.br](mailto:arlete.rose@sesisc.org.br) [brmartins@sc.senai.br](mailto:brmartins@sc.senai.br).

**AUGUSTO DA CUNHA REIS** Graduado em Administração de Empresas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC/RJ (2006) e Mestre em Engenharia de Produção pela PUC/RJ (2009) e doutor em Engenharia de Produção pela PUC/RJ (2013). Professor do curso de graduação de Engenharia de Produção do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ. Email: [augusto@aaa.puc-rio.br](mailto:augusto@aaa.puc-rio.br)

**BYANCA PINHEIRO AUGUSTO** Atualmente é bolsista de mestrado do Programada de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC. Ex-bolsista do Grupo de Engenharia Econômica e do Programa de Educação Tutorial ambos da Universidade Federal do Ceará. Pertencente ao Laboratório de Produtividade e Melhoria Contínua (LPMC) da UFSC. Tem experiência em Engenharia de Produção

**CARLOS FERNANDO MARTINS** Consultor de Empresas do Instituto SENAI de Tecnologia em Logística de Produção; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* do SENAI Santa Catarina; Professor de Graduação do CESUSC; Graduação em Engenharia de Controle e Automação Industrial pela Universidade Federal de Santa Catarina; Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina; Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina; Grupo de pesquisa: Lean Manufacturing. E-mail para contato: [cfmartins@sc.senai.br](mailto:cfmartins@sc.senai.br).

**CARLOS MANUEL TABOADA RODRIGUEZ** Professor Titular da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina

- UFSC. Graduação em Ingeniería Industrial pela Universidad de La Habana. Especialização em Organización de La Producción pelo Instituto Superior Politecnico Jose A Echevarria. Doutorado em em Ökonom Ingenieur pela Technische Universität Dresden. Pós Doutorado em Engenharia pela Universidad Politécnica de Madrid

**CLOVIS NEUMANN** Graduado em Engenharia Civil pela UFSC. Mestrado em Engenharia Civil pela UFSC. Doutorado em Engenharia de Produção pela UFSC. Membro do Grupo de Pesquisa Lean – Grupo de Estudos e Pesquisas Lean Thinking UnB/CNPq. E-mail: clovisneumann@unb.br

**CRISTIANO ROOS** É Professor Adjunto do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas no Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria. É Engenheiro de Produção pela Universidade de Santa Cruz do Sul, Especialista em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria, e Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina.

**CRISTINE DO NASCIMENTO MUTTI** Professor da Universidade Federal de Santa Catarina; Membro do corpo docente do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria; Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina; Doutorado em Construction Management pela University of Reading; Grupo de pesquisa: SEACon –UFSC (dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/2365578656013548)

**DANIEL LUIZ DE MATTOS NASCIMENTO** Professor da Universidade Federal Fluminense, MBA em Gestão pela Qualidade Total, MBA em Gestão Estratégica da Produção e Manutenção e MBA em Lean Six Sigma; Graduação em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; Mestrado em Montagem Industrial (Engenharia Mecânica) pela Universidade Federal Fluminense; Doutorado em andamento em Engenharia Civil e Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; Grupo de pesquisa: BIM, Smart Manufacturing e Lean Systems; E-mail para contato: [danielmn@puc-rio.br](mailto:danielmn@puc-rio.br)

**DANIELA MATSCHULAT ELY** Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais; Membro do corpo docente do Departamento de Engenharia Civil do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina; Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina; Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina; E-mail para contato: [daniela.ely@gmail.com](mailto:daniela.ely@gmail.com)

**DAYSE KELLY BEZERRA SOARES** daysekbs@hotmail.com. Assistente Judiciária no Tribunal de Justiça do Amazonas, formada em Engenharia de Produção pela

Universidade do Estado do Amazonas, formada em Ciências Contábeis pela Universidade Federal do Amazonas e Especialista em Contabilidade e Finanças Públicas - UFAM.

**EDSON PINHEIRO DE LIMA** Graduado em Engenharia Industrial pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (1989), mestre em Engenharia Elétrica - ênfase automação - pela Universidade Estadual de Campinas (1993) e doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2001). Desenvolveu, no período de dezembro de 2006 a novembro de 2007, um projeto de estágio pós-doutorado apoiado pelo CNPq, no grupo de pesquisa em Gestão de Operações da Escola de Negócios da Universidade de Warwick no Reino Unido, no tema gestão estratégica de operações. Atualmente é professor titular da Pontifícia Universidade Católica do Paraná e membro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, professor associado (ensino superior) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

**ELISA SOTELINO** Professora do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio); Coordenadora da Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental da PUC-Rio; Graduação em Engenharia Civil pela PUC-Rio; Mestrado em Engenharia Civil pela PUC-Rio; Mestrado em Matemática Aplicada, Brown University, BROWN, USA; Ph.D. em Mecânica dos Sólidos, Brown University, USA; Grupo de pesquisa: BIM, Estruturas e Lean Systems; E-mail para contato: [sotelino@puc-rio.br](mailto:sotelino@puc-rio.br)

**ELISA CORADIN** Graduação em Engenharia Química pela Universidade de Caxias do Sul; Mestrado em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; E-mail para contato: [elisacoradin@gmail.com](mailto:elisacoradin@gmail.com)

**ESTACIO PEREIRA** Graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Vale do Itajai (UNIVALI); Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina; Doutorado em Construction Engineering and Management pela University of Alberta; Pós Doutorando em Construction Engineering and Management pela University of Alberta; E-mail para contato: [estacio@ualberta.ca](mailto:estacio@ualberta.ca)

**EVERTON LUIZ VIEIRA** Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEPS na UTFPR Campus Pato Branco, possui graduação em TECNOLOGIA EM ELETROMECAÂNICA pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2007), com Especialização em Engenharia de Produção pela UTFPR, Especialização em Lean Manufacturing com certificado 6 Sigma pela PUC-PR. Atualmente é professor do curso de Engenharia da produção e Administração na UNISEP - União de Ensino do Sudoeste do Paraná e professor do curso de Engenharia de Produção da Faculdade Mater Dei.

**FERNANDA PEREIRA LOPES CARELLI** Graduação em Administração de Empresas pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná- PUC/PR; Mestrado em Engenharia

de Produção pela Universidade Federal do Paraná - UFPR; Doutoranda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC; Grupo de pesquisa: Empreendedorismo e Inovação da UFSC. E-mail para contato: [fernanda.pereira.lopes@hotmail.com](mailto:fernanda.pereira.lopes@hotmail.com)

**FERNANDO ANTÔNIO FORCELLINI** Professor Titular da Universidade Federal de Santa Catarina; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina; Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina; Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina; Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina; Pós-Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo; Grupo de pesquisa: Grupo de Engenharia de Produto Processos e Serviços. E-mail para contato: [forcellini@gmail.com](mailto:forcellini@gmail.com)

**FERNANDO JOSÉ AVANCINI SCHENATTO** Possui graduação em Engenharia Elétrica - Hab. Eletrônica pela Universidade Católica de Pelotas (1995), mestrado (2003) e doutorado (2012) em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é professor efetivo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Gestão da Inovação Tecnológica, atuando principalmente nos seguintes temas: gestão de tecnologia; estratégia tecnológica; prospectiva estratégica; arranjos produtivos locais; incubadoras de empresas, parques tecnológicos e desenvolvimento regional sustentado.

**GHISLAINE RAPOSO BACELAR** Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Amazonas (1980) e mestrado em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO pela Universidade Federal do Amazonas (2003). Atualmente é professor de ensino superior do Centro Universitário do Norte, e professora da Pós-Graduação da FUCAPI, atuante como Coordenadora Técnica dos Cursos de Pós-graduação em Engenharia Civil na FUCAPI (Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica)

**GUILHERME LUZ TORTORELLA** Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: [gtortorella@bol.com.br](mailto:gtortorella@bol.com.br)

**HYGGOR DA SILVA MEDEIROS** Professor convidado da Universidade do Minho; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação da LeaNorte Pós-graduação; Graduação em Economia pelo CIESA; Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Amazonas; Doutorando em Engenharia Industrial e Sistemas pela Universidade do Minho; Grupo de pesquisa: Centro ALGORTIMI da Universidade do Minho;

**ILDA CECILIA MOREIRA DA SILVA** Professor do Centro Universitário de Volta Redonda- UniFOA; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente do Centro Universitário de Volta Redonda. Graduação em Enfermagem e Obstetrícia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestrado em Enfermagem pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Doutorado em Enfermagem pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Grupo de pesquisa: Exercício de Enfermagem do Trabalho, Gerência e Educação.

**JANAINA APARECIDA PEREIRA** Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Uberlândia (2006). Possui mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Uberlândia (2009). Atualmente é aluna regular do Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia, doutorado

**JANAINA REGINA DA SILVA BIANCONI** Formação e experiências em gestão e controle de processos, planejamento de cadeias de produção e distribuição com atuação em todos os processos da cadeia produtiva, PCP, Produção, Sistema da qualidade (PBQPH e ISO 9001/2015). Gerenciamento através do uso dos indicadores de desempenho (KPI – Segurança, Qualidade, Custos, Fornecimento, Produtividade, Gestão de Pessoas e Meio Ambiente). Sólido conhecimento sobre as ferramentas do Sistema Toyota de Produção / **Lean Manufacturing** (5S, Kanban, Kaizen, Fluxo de Valores, TPM, Set up rápido), com experiência na aplicação e resultados. E-mail: [bianconijana@gmail.com](mailto:bianconijana@gmail.com)

**JAQUELINE LUISA SILVA** Graduanda em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM (2014 – atual). Possui experiência em pesquisas científicas nas áreas de Engenharia da Qualidade e Gestão por Processos.

**JOAO BENICIO STRAEHL DE SOUSA** Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade de Brasília. Enfoque em Engenharia Organizacional nas sub-áreas de Gestão de Tecnologia (Integração P&D e produção), Gestão da Informação de Produção (Fluxos de informação da produção, Métodos de solução de problemas e processos decisórios, Modelagem de processos e Bancos de dados), Gestão da Informação do Conhecimento (Distribuição e replicação da informação, Mapas de conhecimento e Bancos de dados distribuídos) e Sistemas de Suporte à Decisão. Atua também em Engenharia Econômica (Viabilidade econômico-financeira) e Microeconomia.

**JOSÉ DINIS ARAUJO CARVALHO** Professor Associado da Universidade do Minho; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Produção e Sistemas da Uminho; Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade do Minho; Mestrado em “Computer Integrated Manufacturing”, Loughborough UK; Doutorado em Manufacturing Engineering, Universidade de

Nottingham UK; Grupo de pesquisa: Centro ALGORITIMI da Universidade do Minho;  
E-mail para contato: [dinis@dps.uminho.pt](mailto:dinis@dps.uminho.pt)

**JUAN PABLO SILVA MOREIRA** Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM (2014 – atual). Possui experiência em pesquisas científicas nas áreas de Engenharia da Qualidade, Gestão por Processos, Gestão do Desempenho e Gestão Ambiental com ênfase em Certificações Ambientais e Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

**LARISSA MAYNARA RÔA** Graduação em Tecnologia em Gestão da Qualidade pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC/PR

**LEVI DA SILVA GUIMARÃES** Professor convidado da Universidade do Minho; Professor convidado da Universidade Fernando Pessoa; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação da LeaNorte Pós-graduação; Graduação em Recursos Humanos pela Universidade Paulista; Mestrado em Engenharia Industrial pela Universidade do Minho; Doutorado em Engenharia Industrial e Sistemas pela Universidade do Minho; Grupo de pesquisa: Centro ALGORITIMI da Universidade do Minho; E-mail para contato: [levi.guimaraes@leanorte.com.br](mailto:levi.guimaraes@leanorte.com.br)

**LISIANE ILHA LIBRELOTTO** Professor da Universidade Federal de Santa Catarina; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - PósARQ da Universidade Federal de Santa Catarina; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria; Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina; Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina; Grupo de pesquisa: VirtuHab (<http://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/grupo-de-pesquisa-virtuhab/>) E-mail para contato: [lisiane.librelotto@ufsc.br](mailto:lisiane.librelotto@ufsc.br)

**LUCAS GONÇALVES PAGNOSSIN** É Aluno de graduação no Curso de Engenharia de Produção na Universidade Federal de Santa Maria. Atualmente, é estagiário na empresa Ecolab Química desde outubro de 2015. Foi estagiário na empresa Fuel Tech de janeiro a fevereiro de 2015. Participou como voluntário em Iniciação Científica de 2014 a 2016.

**LÚCIO GALVÃO MENDES** Mestre em Engenharia Mecânica- Posmec (UFSC). Professor Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Pesquisador do GEPPS (Grupo de Engenharia de Produtos, Processos e Serviços) da Universidade Federal de Santa Catarina. Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Maranhão (2013). Tem como foco de pesquisa a melhoria de processos de manufatura e de serviços por meio da Abordagem Lean e no estudo do Toyota Kata. Possui experiência na prática da abordagem em meio ambiente de manufatura e na prestação de serviços hospitalares.

**LUCRÉCIA HELENA LOUREIRO** Doutora em ciências da saúde pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, realizou seu doutorado sanduíche na Università de Bocconi no programa SDA Bocconi School of Management, na cidade de Milão, Itália. Atualmente cursando Pós-doutorado pela UNIRIO. Possui Mestrado em Ciências da Saúde e Meio Ambiente, Especialização em Gerencia de Serviços de Saúde e Tecnologia e Informação em Saúde, Pós-Graduação em Desenvolvimento Gerencial, Qualificação de Gestores do SUS e Filosofia e Sociologia. Graduada em Enfermagem. Tem estado envolvida em projetos de pesquisa, servido como professor visitante e/ou ensinado: Brasil, Itália. Atualmente é Coordenadora do Centro de Doenças Infecciosas no Município de Volta Redonda, professora titular na disciplina de gerência da Atenção Básica no Centro Universitário de Volta Redonda- UniFOA. Docente no Curso de MBA (Faculdade Redentor). Tem experiência na área de Enfermagem, com ênfase em Gerência da Saúde, principalmente: gestão de serviços, gestão da saúde, gestão hospitalar.

**MARIA BERNARDINA BORGES PAES E LIMA** Supervisora de Segurança e Saúde no Trabalho do SESI-SC. Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina; Pós-Graduação *Latu Sensu* em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Federal de Santa Catarina. Pós-Graduação em Gestão em Saúde no Trabalho pela Universidade Regional de Blumenau. E-mail para contato: [badina83@gmail.com](mailto:badina83@gmail.com)

**MAYARA SILVESTRE DE OLIVEIRA** Graduação em Engenharia de Produção Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina; Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina; Grupo de pesquisa: Grupo de Engenharia de Produtos Processos e Serviços. E-mail para contato: [mayarasilvestredeoliveira@gmail.com](mailto:mayarasilvestredeoliveira@gmail.com)

**NADJA POLYANA FELIZOLA CABETE** [poly.cabete@gmail.com](mailto:poly.cabete@gmail.com). Profissional graduada em Engenharia de Produção pelo Instituto de Tecnologia da Amazônia (2004), especialista em Gestão Ambiental e mestre em Engenharia de Produção. É professora efetiva do curso de Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Amazonas. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com conhecimento nas áreas de Projetos, Produto, Processos e Qualidade e Coordenação do Ensino de áreas voltadas à Engenharia de Produção.

**NILTON DOS SANTOS PORTUGAL** Professor do Centro Universitário do Sul de Minas; Graduado em Administração pela FACECA – Varginha – MG; Mestrado em Administração pela FACECA – Varginha – MG; Doutorado em Administração pela Universidade Federal de Lavras; E-mail: [nilton@unis.edu.br](mailto:nilton@unis.edu.br)

**OSWALDO HENRIQUE BAROLLI** Professor do Centro Universitário do Sul de Minas; Graduado em Engenharia Química pelo Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS-MG); Mestrado em Ciência Animal pela UNIFENAS; E-mail: [oswaldo.barolli@unis.edu.br](mailto:oswaldo.barolli@unis.edu.br)

**PABLO LUSTOSA DE OLIVEIRA** Graduado em Engenharia de Produção pela UnB. E-mail: [pablolustosa.eng@gmail.com](mailto:pablolustosa.eng@gmail.com)

**PAULO SÉRGIO MARCELLINI** Professor da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro- UNIRIO. Membro do corpo docente do Programa de Pós- Graduação em Enfermagem e Biociências – PPGENFBIO. Graduação em Farmácia Bioquímica pela Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho. Mestrado em Alimentos e Nutrição pela Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho. Doutorado em Alimentos e Nutrição pela Universidade Estadual de Campinas. Grupo de pesquisa: Desenvolvimento de Novos Alimentos: aproveitamento Integral e Alimentação Funcional.

**PAULO IVSON** Graduação em Engenharia de Computação pela PUC-Rio; Mestrado em Informática pela PUC-Rio; Doutorando em Informática pela PUC-Rio; Grupo de pesquisa: BIM, Computação Gráfica e INFOVIS; E-mail para contato: [psantos@tecgraf.puc-rio.br](mailto:psantos@tecgraf.puc-rio.br)

**PEDRO DOS SANTOS PORTUGAL JÚNIOR** Professor do Centro Universitário do Sul de Minas; Graduado em Ciências Econômicas pela FACECA – Varginha – MG; Mestrado em Desenvolvimento Econômico pela Unicamp; Doutorado em Desenvolvimento Econômico pela Unicamp; Pesquisador do Centro de Empreendedorismo, Pesquisa e Inovação do UNIS-MG; E-mail: [pedro.junior@unis.edu.br](mailto:pedro.junior@unis.edu.br)

**PEDRO SAIEG FARIA** Graduação em Engenharia Civil pela PUC-Rio; Mestrado em Engenharia Civil pela PUC-Rio; Grupo de pesquisa: BIM, Estruturas e Lean Systems; E-mail para contato: [pedrosf@tecgraf.puc-rio.br](mailto:pedrosf@tecgraf.puc-rio.br)

**PEDRO SENNA VIEIRA** Engenheiro de Produção pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ, mestre em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC/RJ. Doutorando em Engenharia de Produção e Sistemas pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ. Professor do curso de graduação de Engenharia de Produção do CEFET/RJ. Possui interesse nas áreas: Estatística, Simulação, Pesquisa Operacional e Cadeias de suprimentos. Email: [pedro.sennavieira@gmail.com](mailto:pedro.sennavieira@gmail.com)

**PRISCILA GISELE ALBINO** Graduada em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS-MG); E-mail: [priengprodunis@gmail.com](mailto:priengprodunis@gmail.com)

**RAFAEL DA COSTA JAHARA** Engenheiro de Produção pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ, com período de mobilidade no Instituto Superior de Engenharia do Porto – ISEP, Portugal. Membro do grupo de pesquisa Desenvolvimento Regional e Sistemas Produtivos. Possui interesse nas áreas: Lean Seis Sigma, Lean Healthcare, Gestão e Controle da Qualidade e Gestão da Produção. Email: [rdcjahara@gmail.com](mailto:rdcjahara@gmail.com)

**RAFAEL DE AZEVEDO NUNES CUNHA** Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. E-mail: [rafaelnunescunha@outlook.com](mailto:rafaelnunescunha@outlook.com)

**RAIMUNDO NONATO ALVES DA SILVA** Mestrado em gestão na UNIVALI (2012), Especialização em Engenharia de Produção UFAM (1993) Sanduiche com a UFSC, graduação em Engenharia de Produção pelo UNINORTE / LAUREATE (2013), graduação em Farmácia - Bioquímica pelo Centro Universitário Nilton Lins (2006), graduação em Ciências Economia pela UFAM (2001), graduação em Tecnologia Mecânica pelo Instituto de Tecnologia da Amazônia (1985). Atualmente é professor/pesquisador Universidade do Estado do Amazonas, UEA na área da Engenharia de Materiais, leciono no Centro Universitário do Norte. Tem experiência na área de Engenharia mecânica e produção atuando principalmente nos seguintes temas: Qualidade (auditorias externas), TPM, Desenvolvimento de novos fornecedores nas áreas de plásticos, metais, subconjuntos, Auditoria da Qualidade e Ambiental, além de novos materiais. Leciona no PPGQP - Programa de Pós-Graduação em Qualidade e Produtividade da FUCAPI (Fundação Centro de Análise e Pesquisa e Inovação Tecnológica).

**REJANE MARIA CANDIOTA TUBINO** Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Escola de Engenharia- Departamento de Metalurgia; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais (PPGE3M) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; Mestrado em Construção Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul- CPGEC/UFRGS; Doutorado em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGE3M/UFRGS). E-mail para contato: [rejane.tubino@ufrgs.br](mailto:rejane.tubino@ufrgs.br)

**RODRIGO BARDDAL** Graduado em Medicina pela UFSC. Especialista em Medicina do Trabalho. Mestre em Engenharia de Produção (Ergonomia). Médico Perito da Unidade SIASS/UFSC

**RODRIGO CAIADO** Graduação em Engenharia de Produção pela UFF; Mestrado em Engenharia Civil pela UFF; Doutorado em andamento em Sistemas de Gestão Sustentáveis; Grupo de pesquisa: BIM, Modelos Matemáticos Multicritério e Lean Systems; E-mail para contato: [rodrigoggcaiado@gmail.com](mailto:rodrigoggcaiado@gmail.com)

**RUBENS LOPES DE OLIVEIRA** Possui graduação em SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA EMPRESARIAL pelo CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE MANAUS (2006), especializa??o em GERENCIAMENTO DE PROJETOS pelo INSTITUTO DADOS DA AMAZONIA (2008) e curso-tecnico-profissionalizante pela Liceu Braz Cubas (1990). Atualmente é SELETISTA do Centro Universitário do Norte.

**SERGIO EDUARDO GOUVEA DA COSTA** Graduado em Engenharia Industrial Elétrica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-1989), com Mestrado em Engenharia Elétrica (Automação) pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP-1993) e Doutorado em Engenharia (Produção) pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP-2003). Realizou Pós-Doutorado no Edward P. Fitts Department of Industrial and Systems Engineering da North Carolina State University, EUA (2009-2010). É Professor Titular (Gestão de Operações) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) e Professor Associado da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). É Professor Permanente dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS) da PUCPR e da UTFPR / Campus Pato Branco.

**TAIRO PINTO DE FREITAS** tairofreitas@gmail.com. Coordenador de Lean Manufacturing e Engenharia de Processos na empresa GA.MA Italy. Formado em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Amazonas, Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Luterano de Manaus, Especialista em Engenharia de Produção pela Universidade Luterana do Brasil, Especialista em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental pela Faculdade Metropolitana de Manaus, MBA em Gerenciamento Lean pela Universidade Luterana do Brasil. Experiência em Lean Manufacturing, atuando principalmente nos temas: Lean Seis Sigma, Metodologia A3 e Redução de Custo. Experiência em Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Atendimento de Requisitos Legais ISO 14001 e Geoprocessamento.

**TERESA TONINI** Professor da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro-UNIRIO. Membro do corpo docente do Programa de Pós- Graduação em Enfermagem e Biociências – PPGENFBIO. Graduação em Enfermagem e Obstetrícia pela Escola de Enfermagem Anna Nery da Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ. Mestrado em Enfermagem pela Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ. Doutorado em Saúde Coletiva pelo Instituto Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro- UERJ. Grupo de pesquisa: Gerência dos Serviços em Saúde: efeitos e mecanismos celulares, macro e micromoleculares do ambiente e do cuidado em saúde.

**THAYANNE ALVES FERREIRA** é Engenheira de Produção pela Universidade Federal do Ceará e Mestrado em Logística e Pesquisa Operacional pela Universidade federal do Ceará. Cursando Doutorado em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Santa Catarina. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, Logística, com ênfase em melhoria do processo. Atualmente é professora da Universidade Estadual do Maranhão no Curso de Engenharia de produção.

**THIAGO ZATTI RODRIGUES** Graduado em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS-MG); E-mail: [thiagozatti@yahoo.com.br](mailto:thiagozatti@yahoo.com.br)

**VENISE BOUVIER ALVES** Graduação em Engenharia Química pela Universidade Luterana do Brasil; Mestrado em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; E-mail para contato: [venise.bouvier@live.com](mailto:venise.bouvier@live.com)

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-93243-50-9

