

A Engenharia de Produção na Contemporaneidade

Marcos William Kaspchak Machado
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2018

Marcos William Kaspchak Machado
(Organizador)

A Engenharia de Produção na Contemporaneidade

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

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

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

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

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-99-4

DOI 10.22533/at.ed.994180912

1. Engenharia de produção. I. Título.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2018

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

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

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

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado

SUMÁRIO

GESTÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS, MANUTENÇÃO E SIMULAÇÃO

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

CAPÍTULO 7 85

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

Eduardo Braga Costa Santos

Denise Dantas Muniz

DOI 10.22533/at.ed.9941809127

CAPÍTULO 8 96

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

João Lucas Ferreira dos Santos

Jessycka Brandão Santana

Afonso José Lemos

Rony Peterson da Rocha

DOI 10.22533/at.ed.9941809128

CAPÍTULO 9 109

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

Lucas Guedes De Oliveira

Paulo Henrique da Silva Campos

André Xavier Martins

John Anthony do Amaral Oliveira

Anderson Paulo Paiva

DOI 10.22533/at.ed.9941809129

CAPÍTULO 10 126

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

Ferdinand van Run

DOI 10.22533/at.ed.99418091210

CAPÍTULO 11 137

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

Alexandro Gilberto da Silva

Eduardo Gonçalves Magnani

Geraldo Magela Pereira Silva

Nelson Ferreira Filho

Ricardo Antônio Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.99418091211

CAPÍTULO 12 152

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

Carina Lemos Piton

Aline Ramos Duarte

José Alfredo Zoccoli Filho

Marcos Cesar da Silva Almeida

DOI 10.22533/at.ed.99418091212

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

CAPÍTULO 20 263

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

Cryslaine Cinthia Carvalho Nascimento

João Victor Nunes Lopes

Paulo Ricardo Fernandes de Lima

Sonagno de Paiva Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.99418091220

CAPÍTULO 21 278

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

Matheus Prado

Fabrcio Alves de Almeida

Bruno Monti Nardini

José Henrique de Freitas Gomes

Thiago Prado

DOI 10.22533/at.ed.99418091221

CAPÍTULO 22 292

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

Fábio Pregararo

DOI 10.22533/at.ed.99418091222

CAPÍTULO 23 306

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

Aylla Roberta Victor Ferreira da Silva

Ana Carolina do Nascimento Gomes

Elga Batista da Silva

DOI 10.22533/at.ed.99418091223

CAPÍTULO 24 318

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

Rodrigo Ribeiro de Oliveira

Fernando Nascimento Zatta

Lirio Pedro Both

Jair Pereira Rosa

DOI 10.22533/at.ed.99418091224

CAPÍTULO 25 330

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

Nayara Caroline da Silva Block

Pedro Henrique Barros Negrão

Andressa Maria Corrêa

Camila Maria Uller

Tainara Rigotti de Castro

DOI 10.22533/at.ed.99418091225

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

REDUÇÃO DO CICLO DE MONTAGEM DE SUBSISTEMAS EM UMA INDÚSTRIA AERONÁUTICA ATRAVÉS DA METODOLOGIA KAIZEN

John Anthony do Amaral Oliveira

PALAVRAS-CHAVE: Lean Manufacturing; Desperdício; Kaizen.

RESUMO: O Lean manufacturing surgiu na Toyota logo após o término da segunda guerra mundial em um momento em que recurso era algo limitado, não podendo ser utilizado de forma descontrolada. Seu objetivo, portanto, era identificar e eliminar os desperdícios encontrados nos processos produtivos tornando-os mais eficientes, para que desta forma produtos com qualidade e com menor preço pudessem ser entregues a seus clientes. No presente artigo objetivou-se o aumento da eficiência do setor de montagem de subsistemas em uma indústria aeronáutica sem a necessidade de contratação de mão de obra. Para tanto foram identificados os desperdícios, bem como o layout do setor de montagem de subsistemas optando-se por dar enfoque no desperdício de movimentação, por obter um maior número de constatações, o qual obteve uma redução de 78%. Como consequência o kit de horas necessárias para realizar todas as atividades também foi reduzido em 22%. Os aspectos metodológicos seguidos foram os da pesquisa ação, uma vez que o autor atuou no projeto modificando a realidade estudada. Destaca-se, para a boa condução do projeto, a grande participação dos líderes e a forte cultura organizacional voltada à melhoria contínua.

1 | INTRODUÇÃO

Em uma sociedade cada vez mais exigente e ávida em ter produtos na hora em que desejam, com maior qualidade e pelo menor preço possível, empresas de todos os segmentos devem se adequar a essas novas exigências. Para tanto se deve não só investir com recursos financeiros, na obtenção de máquinas, mas também se deve investir na obtenção de um maior conhecimento sobre seus processos para manter-se no mercado e atrair novos clientes.

Considerando tais exigências e a grande limitação de recursos, nos anos subsequentes a segunda guerra mundial, uma empresa automobilística japonesa, Toyota, revolucionou com a qualidade superior de seus carros em relação aos do, até então, gigante americano: Ford, que possuía maior mercado, produção e número de vendas. Tal revolução teve como consequência, com o passar dos anos, acréscimo das vendas, maior produção, conquista dos mercados em outros continentes e até mesmo transferência de *know-how* aos, outrora, maiores concorrentes: Ford, General

Motors entre outras.

Sem dúvida o aporte de capital é de suma importância para o aumento da produção, da qualidade e da promoção do produto, entretanto, tendo perdido uma guerra e tendo sofrido com duas bombas atômicas, o capital era algo que os japoneses não poderiam se dar ao luxo de desperdiçar.

Tendo em vista essa escassez de recursos a, até então pequena, Toyota desenvolveu uma metodologia denominada, posteriormente, de Sistema Toyota de Produção (STP) que consiste em uma reestruturação da forma de realizar os processos sem haver grandes investimentos financeiros, atentando-se aos chamados muda (desperdícios) inerentes aos processos. Com a utilização dessa ferramenta, eles aumentaram o tempo disponível para produção, puderam flexibilizar a produção e possibilitaram a redução dos lotes de produção, respondendo, desta forma, mais rapidamente às mudanças do mercado.

Hoje em dia, a utilização dessa ferramenta é amplamente difundida não somente no ramo automobilístico, mas em diversos setores, como por exemplo: metalúrgico, plástico, madeireiro, aeronáutico e até hospitalar.

O presente trabalho se atém na aplicação do Sistema Toyota de Produção (STP) para identificação dos desperdícios no setor de montagem de subsistemas em uma indústria aeronáutica objetivando reduzir o ciclo de montagem do setor de subsistemas de uma indústria aeronáutica sem ter a necessidade de adquirir recurso adicional para cumprir as atividades.

A fim de conduzir o estudo ao máximo entendimento, o desenvolvimento deste trabalho foi organizado em cinco seções: introdução (seção 1); referencial teórico (seção 2) onde são explicitadas as bases do lean manufacturing; a metodologia (seção 3); aplicação do kaizen no setor de montagem de subsistemas (seção 4) e por fim uma breve conclusão com os resultados obtidos (seção 5).

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O termo *Lean manufacturing* ou manufatura enxuta foi popularizado no livro “A máquina que mudou o mundo” (Womack et al., 1990). Apesar de ter sido popularizada nos anos 90, seus conceitos e aplicações remontam à época do pós-guerra na Toyota *Motor Company*, Japão, e estes eram conhecidos como Sistema Toyota de Produção (STP) (Bhamu, 2014).

O STP foi desenvolvido por Taiichi Ohno (PRASHAR, 2014) e está focado na identificação e eliminação dos desperdícios (em japonês muda) o que impede o fluxo efetivo das atividades (FLESHNER et al., 2014). Para tanto, além de identificar e eliminar os desperdícios, o lean propõe a padronização dos processos para que seja criado fluxos de produção mais eficientes (FLESHNER et al., 2014) de modo a fornecer aos clientes tudo aquilo de que necessitam utilizando menos recursos (WOMACK, 1996).

Antes de fornecer, aos clientes, aquilo de que necessitam é necessário identificar o que é valor pela ótica dos mesmos (Womack e Jones, 1996), desta forma a identificação do que não agrega valor (muda) se dá de forma mais precisa, sendo, portanto, eliminado dando espaço às atividades necessárias aos fluxos de produção.

Hines e Taylor (2000) Reconhecem que existem três tipos de atividades, aquelas que agregam valor para o cliente, as que não agregam valor e as que não agregam valor, porém são necessárias:

- a. *Atividades que agregam valor (AV)*: são aquelas que modificam o produto de alguma maneira, tornando-o mais valioso ao cliente final;
- b. *Atividades que não agregam valor (NAV)*: são aquelas que não modificam o produto, não o tornando mais valioso ao cliente final;
- c. *Atividades que não agregam valor, necessárias (NAN)*: são aquelas que não modificam o produto, não o tornando mais valioso ao cliente final, porém são necessárias para o andamento das atividades.

As atividades que não agregam valor e as que não agregam valor, porém necessárias são consideradas desperdícios (muda) na perspectiva do Lean Manufacturing devendo haver um esforço para eliminá-las e, quando não for possível, reduzi-las ao máximo.

Essa preocupação com os desperdícios se dá pelo fato de consumirem recursos e tempo da empresa, sendo percebida pelo cliente através do alto preço do produto. A Figura 1 ilustra a proporção de cada atividade, nota-se que a porção que não agrega valor (NA e NAN) é a maior parte, merecendo atenção para sua eliminação.



Figura 1 - Categoria de atividades

. Fonte: adaptado de Prado, 2006 *apud* Shook, 2002.

É nesta eliminação dos desperdícios que o *Lean Manufacturing* se concentra (JASTI, 2015). Para Shingo (1996) os desperdícios (*muda*) podem ser classificados em sete categorias diferentes. O Quadro 1 abaixo ilustra as categorias.

<i>Muda</i>	<i>Conceito</i>	<i>Consequências</i>
Super produção	Produção além do necessário	Excesso de inventário
Defeitos	Produtos fora do especificado	Alto custo e baixa qualidade
Estoque	Produtos em excesso	Alto custo de manutenção e obsolescência
Procedimentos inapropriados	Execução de processos com ferramentas e/ou procedimentos fora do padrão	Demora na execução e baixa qualidade
Transporte	Movimento de bens e informação	Aumento no tempo de execução e esforço
Espera	Períodos de inatividade de pessoas e máquinas	Longos <i>leadtimes</i>
Movimentação	Movimentações de pessoas para buscar ferramentas, informações ou recursos	Problemas ergonômicos e movimentação excessiva

Quadro 1 - Os 7 desperdícios (*muda*).

Fonte: adaptado de Shingo (1996)

Além de identificar e eliminar o *muda*, a filosofia *Lean* também propõe o nivelamento da carga de trabalho entre os operadores, não permitindo que estes trabalhem com uma carga de trabalho excessiva por longos períodos. Este conceito de sobrecarga é conhecido como *Muri* (LEAN INSTITUTE, 2016). Assim como o *muda*, o *muri* também é uma preocupação do *lean*, pois quando as atividades não estão balanceadas, o fluxo normal dos processos é afetado, havendo uma redução na velocidade e acurácia do serviço executado, prejudicando a qualidade e aumentando os custos para o cliente final.

Ainda na Toyota, os gestores são estimulados a visitar e a sempre melhorar os processos para que possam atingir níveis de excelência cada vez maiores. Esse processo é conhecido como *Kaizen* que em português significa melhoria contínua que foca na eliminação das perdas com um mínimo de investimento.

A busca permanente por incrementos se dá em todas as áreas da organização, onde pequenas alterações no posto de trabalho ou na máquina implicam em melhoria da qualidade, aumento da produtividade e redução de custos (LOYA et al., 2016).

Para se realizar um *kaizen* de sucesso a liderança deve estar engajada apoiando a equipe (LOYA et al. 2016). Desta forma, a equipe se vê motivada, por seus líderes, favorecendo o resultado esperado. Outro fator de sucesso é a total participação dos operadores afetados pela melhoria, pois eles são os maiores conhecedores dos processos e serão os maiores afetados pela mudança proposta (ZAMMORI;

CARMIGNANI E BONACCORSI, 2011).

O kaizen não deve ser uma atitude isolada, pelo contrário, este deve fazer parte de uma cultura organizacional que favorece a cultura da melhoria (LOYA et al., 2016). Para tanto, desenvolvimento profissional e treinamentos devem ser constantemente aplicados para que os programas de mudanças organizacionais possam ser sustentados em longo prazo, fazendo parte da cultura organizacional (ZAMMORI; CARMIGNANI E BONACCORSI, 2011).

Uma série de autores têm documentado os benefícios, tanto quantitativos quanto qualitativos, da implementação do Lean (BHAMU, 2014). A exemplo disso, Tanco et al., (2013) obtiveram sucesso na implementação do lean em uma grande indústria alimentícia, reduzindo o tempo parado de máquinas e otimizando o layout. Analogamente Fleshner et al., (2014) aplicaram os princípios em um hospital e dobraram a agregação de valor de 30.6% para 66.3%, devido ao melhoramento do tempo de estadia do paciente, identificando desperdícios e eliminando atividade que não agregavam valor.

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente artigo foi desenvolvido utilizando a metodologia de pesquisa-ação, uma vez que o autor participou diretamente do projeto (GIL, 2002) como facilitador do kaizen.

A pesquisa-ação é caracterizada por uma produção de conhecimento com uma modificação intencional de uma dada realidade (Mello et al., 2012). De fato, a pesquisa teve cunho modificador na empresa, concomitante com o estudo apropriado sobre o tema e sua forma de aplicação e condução.

Para o desenvolvimento do método, Gil (2002) define nove etapas, das quais se sucederam da seguinte maneira:

- a. *fase exploratória: esta fase foi marcada por uma imersão, por parte dos facilitadores, ao local onde seria realizado o projeto kaizen, com o intuito de observar o modo de trabalho dos operadores e a disposição dos recursos.*
- b. *Formulação do problema: O problema fora definido pela diretoria no início do ano que visava o aumento da eficiência dos setores produtivos havendo, portanto, a necessidade de redução de ciclo sem a necessidade de adquirir novos recursos;*
- c. *Construção de hipóteses: a hipótese definida foi: é possível realizar todo o conteúdo de trabalho do setor de montagem de subsistemas mais rápido, sem a contratação de mão de obra?*
- d. *Realização do seminário: Foi neste ponto em que ocorreu o kaizen, em que todos os participantes foram reunidos em uma sala por 12 dias. Foi neste momento que ocorreu o treinamento, o levantamento das oportunidades e*

as propostas de melhoria;

- e. Seleção da amostra: a amostra selecionada foi todo o conteúdo de trabalho do setor de montagem de subsistemas, o que contemplavam atividades de mecânicos e eletricitistas;*
- f. Coleta de dados: todos os dados, o conteúdo de trabalho e o layout, foram coletados durante os primeiros dias do kaizen (seminário) havendo a participação de todos os operadores do setor, bem como de áreas de apoio;*
- g. Análise de dados: os dados que foram analisados foram os dados da situação atual e os da situação após as melhorias propostas e testadas. Para a situação atual os dados analisados foram o conteúdo de trabalho e o layout (estes foram mapeados na parede – vide próxima seção) e para a situação após as melhorias, foi analisado se as atividades foram executadas conforme planejado no seminário;*
- h. Elaboração do plano de ação: a definição do plano de ação foi feito durante o kaizen (seminário) após ser mapeado e analisado o conteúdo de trabalho do setor e o layout. Para tanto foram utilizados os princípios Lean que visam a identificação e eliminação dos desperdícios;*
- i. Divulgação dos resultados: A divulgação se deu para os diretores e gerentes das áreas envolvidas em dois momentos. O primeiro foi logo após a construção do novo formato de trabalho e layout e o segundo após as melhorias serem testadas e validadas pelo líder.*

A seguir o delineamento de cada fase é feito de forma mais elaborada para que possa ser mais bem entendido pelo leitor.

4 | APLICAÇÃO DO KAIZEN

Nesta seção será apresentada a definição da equipe envolvida, as etapas do projeto

kaizen, com a identificação dos desperdícios encontrados e o teste do novo método.

O Kaizen ocorreu no mês de junho de 2016 e teve duração de 12 dias úteis, tendo como abrangência a área de montagem de subsistemas da aeronave. Este setor continha atividades de duas tecnologias diferentes, mecânica, com 20 operadores e elétrica, com três, totalizando 23 operadores, divididos em bancadas em duplas.

A montagem de subsistemas tinha a particularidade de ser um setor onde só havia atividades realizadas em bancadas, ou seja, os subsistemas eram preparados para que fossem entregues à linha de produção onde seriam instalados no avião por outros operadores, não havendo, portanto, necessidade de grandes movimentações por parte dos operadores para buscar recursos.

Antes do Kaizen ter início, a equipe, o local e as metas foram definidos juntamente com o supervisor, gerente e diretor da área afetada. Foram definidos 14 participantes, dos quais um do setor de logística, PPCP, engenharia de manufatura, segurança do trabalho, o supervisor da área, o agente de melhoria contínua, quatro operadores, e três facilitadores. O local escolhido foi no próprio setor de montagem de subsistemas, facilitando o apoio dos outros operadores da área, bem como facilitando o mapeamento das atividades e do layout.

Para a meta, definiu-se a distribuição do conteúdo de trabalho para 18 operadores ao invés dos 23. O motivo por detrás da meta era o alto absenteísmo que o setor apresentava, acima de 30%. Esse absenteísmo era devido aos operadores com restrição médica, denominados mão de obra indireta. Esse fato acarretava atrasos para a linha de produção e sobrecarga aos demais operadores.

4.1 Mapeamento das atividades

Após a validação dos participantes, do local e da meta, o *kaizen* foi iniciado com um treinamento para nivelar o conhecimento sobre *lean manufacturing*, os 7 desperdícios e nivelamento de atividades (*muri*). O treinamento também continha uma dinâmica visando a aplicação dos conceitos apresentados.

Após o treinamento, todos os participantes foram convidados a ir ao *genba* (local onde acontecem as atividades) por uma hora para verificar os 7 *muda* (desperdícios). No *Genba* proposto foram constatados 52 *muda* (desperdícios) que acarretavam em algum distúrbio na sequência normal das atividades. O Quadro 2 abaixo ilustra alguns dos *muda* e a quantidade encontrada.

Muda	Quantidade	Exemplos
Espera	12	Espera por material
Movimentação	12	Pegar material e ferramenta
Procedimentos inapropriados	10	Desembalar material
Defeitos	10	Retrabalho nas mantas
Super produção	5	Processamento de material para o dia seguinte
Estoque	1	Entrega de material antecipado
Transporte	1	Transporte de ferramentas

Quadro 2 - *Muda* encontrados no *Genba*

Fonte: Autor (2016)

Nos quatro dias subsequentes as atividades da equipe consistiam em mapear todo o conteúdo de trabalho e o *layout* do setor.

O mapeamento das atividades foi feito de 30 em 30 minutos em *post-it* na parede, conforme Figura 2, para que ficasse de fácil visualização para todos. Tendo todas as atividades mapeadas, todos os operadores do setor foram convidados a verificar a acurácia do que estava sendo feito e se requeria, ou não, alguma modificação.



Figura 2 - mapeamento do conteúdo de trabalho

Fonte: Autor (2016)

No mapeamento do *layout* foi observando onde se localizava as ferramentas, os materiais, onde a logística abastecia, assim como as movimentações dos operadores para pegar os materiais. Na Figura 3 é ilustrado o *layout* e as movimentações dos operadores, destacando, com pontos coloridos, os locais das ferramentas, materiais inflamáveis e descarte das caixas.

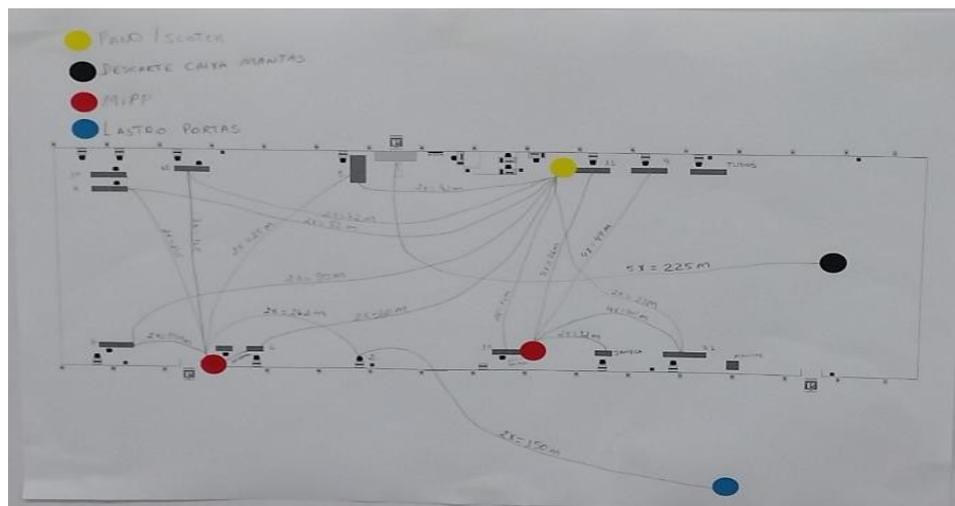


Figura 3 - *Layout* e movimentação dos operadores.

Fonte: Autor (2016)

Foi observado que os operadores realizavam 73 movimentos para pegar ferramentas, materiais e descartar caixas vazias, resultando em 1500 metros caminhados.

Esse mapeamento inicial do sistema era denominado *AS IS* que consistia em diagnosticar a situação atual de trabalho. O próximo passo, que demandou mais dois dias, foi fazer o levantamento das oportunidades para redução dos desperdícios encontrados na fase inicial.

4.2 Levantamento das oportunidades

Neste momento do projeto os facilitadores tiveram um importante papel, pois esses dominavam a metodologia *kaizen*, assim como os 7 desperdícios. Foi neste ponto que os operadores eram instigados a pensar e analisar o conteúdo de trabalho (no *genba*) para achar os desperdícios entranhados nas atividades do dia a dia, objetivando a redução das horas necessárias para suas montagens.

Pela análise dos muda, do layout e da movimentação, decidiu-se por priorizar o desperdício de movimentação, pois esse foi o que obteve maior constatação (12) e por apresentar um alto valor de movimentação (1500 metros). Considerando que eram atividades de bancadas, em que o operador não deveria andar mais de dois metros para buscar todos os recursos, esses valores se mostraram bastantes elevados merecendo atenção especial.

Concomitante com o layout foi feito o levantamento de todos os materiais, ferramentas e recursos de todos os operadores. Foi constatando que não havia todas as ferramentas necessárias para uso, a logística não entregava os materiais nos locais corretos, o descarte das caixas era longe e os materiais vinham embalados, acarretando em mais horas para completar as atividades do setor.

4.3 Balanceamento das atividades

Já no oitavo dia de Kaizen as atividades eram voltadas a achar os desperdícios e reduzir o tempo das atividades, retirando post-its da parede evidenciando lacunas para serem preenchidas.

Para contribuir com a redução das horas das atividades, foi proposto um novo layout, Figura 4, onde os recursos eram melhores distribuídos pela área, o kit de ferramentas foi adequado para cada operador, os materiais iriam vir desembalados e abastecidos, pela logística, na sequência correta de uso e em locais onde era o mais perto dos operadores.

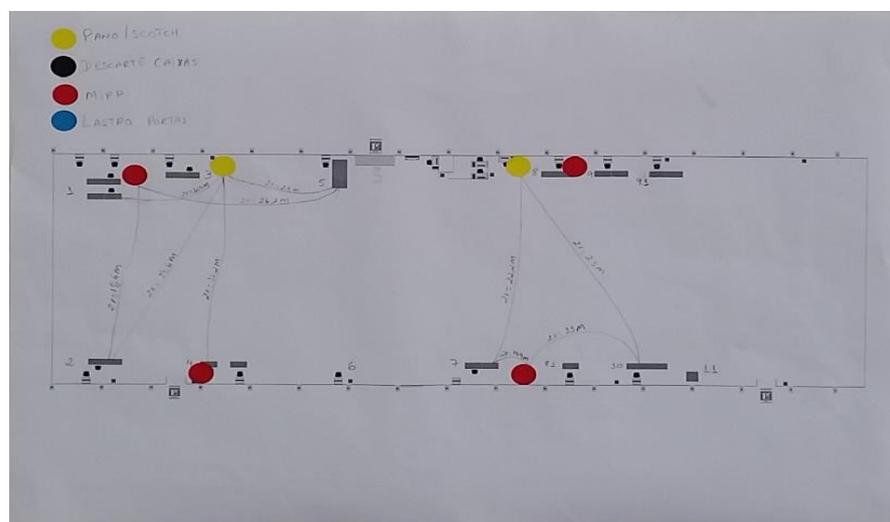


Figura 3 - Novo layout

Fonte: Autor (2016)

Com o novo layout, as movimentações dos operadores seriam reduzidas de 73 para 28, redução de 62% e de 1500 para 325 metros, redução de 78%. O processo de propor um novo estado para o sistema era denominado TO BE.

A redução da movimentação também levou à redução do kit de horas da montagem de segmentos em 22% do total necessário para cumprir todas as atividades, dessa forma lacunas iam aparecendo, havendo a necessidade de balancear as atividades remanescentes para os 18 operadores de acordo com a meta.

Embora no papel tudo estivesse em conformidade e aparentando estar correto ainda era necessário testar o novo método proposto, dando início à próxima fase denominada de tryout.

4.4 Try-out

Os últimos dias do kaizen consistiam em por em prática tudo aquilo que havia sido estudado nos dias anteriores. No dia anterior, ao Tryout, todos os operadores eram instruídos sobre o novo método de trabalho e layout para que não houvesse mau entendimento no momento da execução.

O acompanhamento do tryout era feito de duas em duas horas verificando se cada operador tinha seguido a sequência estabelecida, caso não houvesse, o problema era relatado e seria tratado até o encerramento do kaizen.

O Tryout atingiu 91% de sucesso. Não foi atingido os 100% devido à falta de material e algumas inconformidades em algumas montagens. Esses eventos, de falta de material e não conformidades, foram resolvidos logo após o término do Tryout com alinhamento com o PPCP e ajustadas algumas atividades.

5 | CONCLUSÕES

O presente artigo constatou a eficácia da metodologia kaizen no âmbito do setor aeronáutico, obtendo a redução de 22% do kit de horas necessárias para cumprir todas as atividades do setor e uma redução de 78% na movimentação dos operadores, respondendo positivamente, à questão inicial de que se era possível obter uma maior eficiência sem a contratação de mão de obra.

O kaizen também obteve ganho ergonômico, pois as bancadas foram ajustadas para a altura dos operadores, bem como os locais onde a logística abastecia, que anteriormente era feito no chão havendo a necessidade de abaixar para pegar o material.

É importante destacar que durante todas as fases do kaizen não só os operadores envolvidos no projeto participaram, mas também todos os outros, ora na verificação da sequência correta, ora na construção do layout ou relatando problemas que corriqueiramente ocorriam.

Um fator de sucesso para o kaizen foram as rotinas diárias que consistiam, no

início do turno, em uma rápida reunião em que era estabelecida a meta diária, quem iria fazer cada atividade e para quando e, ao final, em que todos comentavam sobre suas atividades e recebiam feedbacks, isso aproximava a equipe criando um clima favorável para a melhoria dos processos.

Outro fator bastante importante foi a participação dos líderes do setor e do projeto, o gerente e o supervisor da área respectivamente. Esses foram fundamentais no momento de transmitir a mensagem para os demais operadores, bem como incentivar a cultura da melhoria contínua favorecendo para que todos pudessem contribuir de forma harmoniosa com o projeto.

Como a metodologia propõe, o término deste projeto não significa a parada da melhoria, pelo contrário, a melhoria deve sempre existir para que o processo possa ser elevado a patamares mais elevados com sustentabilidade em longo prazo.

REFERÊNCIAS

BHAMU, J.; SANGWAN, K.S. **Lean manufacturing: literature review and research issues**, *International Journal of Operations & Production Management*, v. 34, pp. 876 – 940, 2014.

FLESHNER, N., E.; ZLOTTA, R, A; JEWETT, M, A; FINELLI, A; HERSEY, K; SIMMONS, A; SKELDON

S, C. **Lean Methodology Improves Efficiency in Outpatient Academic Uro-oncology Clinics**, *UROLOGY* 83: pp. 992-998, 2014.

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

HINES, P.; TAYLOR, D. **Going Lean. A guide to implementation. Lean Enterprise Research Center**. Cardiff, UK, 2000.

JASTI, N. V. K.; KODALI, R.; **Lean production: literature review and trends**, *International Journal of Production Research*, pp.867-885, 2015.

LEAN INSTITUTE – **Muda, Mura, Muri**, Disponível em:< <http://www.lean.org/lexicon/muda-mura-muri>> Acesso em: 23 nov. 2016.

LOYA, V. M.; MARCIAS, A. A. M. M.; ALCARAZ, J. L. G.; VENTO, M. O. **The impact of managerial commitment and Kaizen benefits on companies**, *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 27, pp. 692 – 712, 2016.

MELLO, C., H., P.;TURRIONI, J., B.; XAVIER, A., F.; CAMPOS, D., F. **Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução**. *Produção*, v.22(1), pp.1-13. 2012.

TANCO, M.; SANTOS, J.; RODRIGUEZ, J., L.; REICH, J. **Applying lean techniques to nougat fabrication: a seasonal case study**, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v.68, pp.1639-1654, 2013.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**, 2ª edição, Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 1996.

PRADO, C. S., **Proposta de um modelo de desenvolvimento de produção enxuta com a utilização da ferramenta vioneeriong**, 2006, Dissertação (mestrado em engenharia de produção) –

Escola de engenharia de São Carlos, São Carlos.

PRASHAR, A. **Redesigning an assembly line through Lean-Kaizen: an Indian case**, *The TQM Journal*, v. 26, pp. 475 – 498, 2014.

WOMACK, J; ROOS, D.; JONES, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro, Campos, 1992.

WOMACK, J. e JONES, D. **Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation**. Nova Iorque, Simone Shuster, 1996.

ZAMMORI, F.; CARMIGNANI, G.; BONACCORSI, A. **Service Value Stream Management (SVSM): Developing Lean Thinking in the Service Industry**, *Journal of Service Science and Management*, pp.428-439, 2011.

SOBRE O ORGANIZADOR

MARCOS WILLIAM KASPCHAK MACHADO Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-85107-99-4



9 788585 107994