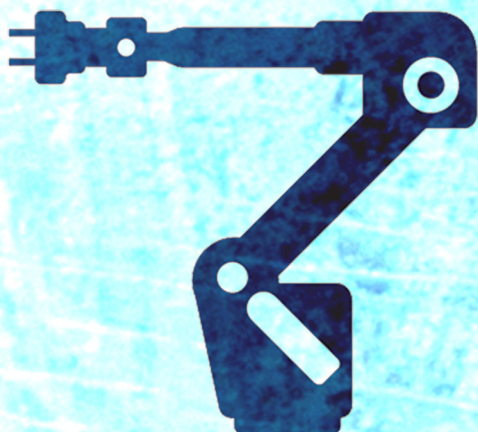


Marcos William Kaspchak Machado
(Organizador)



Engenharia de Produção: What's Your Plan? 2



 **Atena**
Editora

Ano 2019

Marcos William Kaspchak Machado
(Organizador)

Engenharia de Produção:
What's Your Plan? 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

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)

E57 Engenharia de produção: what's your plan? 2 [recurso eletrônico] /
Organizador Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia de Produção:
What's Your Plan?; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-254-8

DOI 10.22533/at.ed.548191204

1. Engenharia de produção – Pesquisa – Brasil. 2. Indústria –
Administração. 3. Logística. I. Machado, Marcos William Kaspchak.
II. Série.

CDD 620.0072

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.

2019

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 “*Engenharia da Produção: What’s your plan?*” é subdividida de 4 volumes. O segundo volume, com 37 capítulos, é constituído com estudos contemporâneos relacionados aos processos de gestão da produção, desenvolvimento de produtos, gestão de suprimentos e logística, além de estudos direcionados à aplicação dos conceitos da Indústria 4.0.

A área temática de gestão da produção e processos aponta estudos relacionados a gestão da demanda, dimensionamento da capacidade produtiva e aplicação de ferramentas de otimização de processos, como o *lean production* e técnicas de modelagem, além de estudos relacionados ao desenvolvimento de novos produtos.

Na segunda parte da obra, são apresentados estudos sobre a aplicação da gestão da cadeia de suprimentos, desde os processos de dimensionamento logístico, gestão de estoque até soluções emergentes provenientes da indústria 4.0 para otimização dos recursos fabris.

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

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE E PREVISÃO DE DEMANDA PARA VENDAS EM UMA EMPRESA DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS	
Loreine Gabriele Martins da Silva Oliveira João Batista Sarmento dos Santos Neto Giovanna Casamassa Tiago Quinteiri Diego Rorato Fogaça Francisco Bayardo Mayorquim Horta Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.5481912041	
CAPÍTULO 2	15
ENGENHARIA DE MÉTODOS: ESTUDO DOS TEMPOS E MOVIMENTOS NA MELHORIA DA PREPARAÇÃO DE FOOD TRUCK NA CIDADE DE REDENÇÃO – PA	
Nayane dos Santos de Santana Ítalo Lopes da Silva Adilson Sousa Miranda Aline Oliveira Ferreira Nayara Cristina Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.5481912042	
CAPÍTULO 3	28
UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA PANIFICADORA EM UM DISTRITO DO MUNICÍPIO DE SERTÂNIA/PE: UM ESTUDO DE CASO	
Marcos Vinicius Leite da Silva Fabiano Gonçalves dos Santos Pedro Vinicius dos Santos Silva Lucena Caio Anderson Cavalcante da Silva Felipe Alves Mendes da Silva Samuel Hesli de Almeida Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.5481912043	
CAPÍTULO 4	39
O USO DE PRÁTICAS DE PRODUÇÃO ENXUTA PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA	
Paulo Ellery Alves de Oliveira William Pinheiro Silva Hellany Cybelle Araujo de Lima Arthur Arcelino de Brito Rafael de Azevedo Palhares Mariana Simião Brasil de Oliveira Felipe Barros Dantas Nathaly Silva de Santana Pedro Osvaldo Alencar Regis Eliari Rodrigues Silva Railma Rochele Medeiros da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.5481912044	

CAPÍTULO 5	55
DEFINIÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA NO PROCESSO DE MONTAGEM DE BOBINAS: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE FIOS E CABOS	
Cryslaine Cinthia Carvalho Nascimento	
Aianna Rios Magalhães Veras e Silva	
Francimara Carvalho da Silva	
Danyella Gessyca Reinaldo Batista	
Priscila Helena Antunes Ferreira Popineau	
João Isaque Fortes Machado	
Leandra Silvestre da Silva Lima	
Paulo Ricardo Fernandes de Lima	
Pedro Filipe Da Conceição Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.5481912045	
CAPÍTULO 6	68
AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE TEMPERATURA EM UMA UNIDADE DE FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE CIMENTO DA REGIÃO CENTRO-SUL DE MATO GROSSO	
Eduardo José Oenning Soares	
Elmo da Silva Neves	
Alexandre Gonçalves Porto	
Alexandre Volkmann Ultramar	
Francisco Lledo dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.5481912046	
CAPÍTULO 7	81
UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA MUNDIAL SOBRE OHSAS 18001 PUBLICADA EM PERIÓDICOS INDEXADOS PELA SCOPUS E WEB OF SCIENCE	
Thales Botelho de Sousa	
Gustavo Ribeiro da Conceição	
Franklin Santos Loiola	
Larissa Roberta Jorge França	
Wilson Juliano Lemes Sumida de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.5481912047	
CAPÍTULO 8	93
PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO DE ESTOQUE PARA UMA LOJA DE ROUPAS	
Éder Wilian de Macedo Siqueira	
DOI 10.22533/at.ed.5481912048	
CAPÍTULO 9	105
MELHORIAS NO ARRANJO FÍSICO VISANDO O AUMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA MONTADORA DE VEÍCULOS	
Jeferson Jonas Cardoso	
Joanir Luís Kalnin	
DOI 10.22533/at.ed.5481912049	

CAPÍTULO 10 116

A APLICABILIDADE DE FERRAMENTAS ESTRATÉGICAS DO LEAN MANUFACTURING - UM ESTUDO DE CASO DA INDÚSTRIA TÊXTIL DE CUIABÁ – MT

Andrey Sartori
Bruna Vanessa de Souza
Claudinilson Alves Luczkiewicz
Ederson Fernandes de Souza
Esdras Warley de Jesus
Fabrício César de Moraes
Moisés Phillip Botelho
Rosana Sifuentes Machado
Rosicley Nicolao de Siqueira
Rubens de Oliveira
William Jim Souza da Cunha

DOI 10.22533/at.ed.54819120410

CAPÍTULO 11 132

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO WOOD FRAME E A ALVENARIA CONVENCIONAL PARA UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE DE DOURADOS - MS

Cíntia da Silva Silvestre
Filipe Bittencourt Figueiredo

DOI 10.22533/at.ed.54819120411

CAPÍTULO 12 150

APLICAÇÃO DO DMAIC E TÉCNICA DE MODELAGEM PARA MELHORIA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SAPATA

Taís Barros da Silva Soares
Camilla Campos Martins da Silva
Fredjoger Barbosa Mendes
Jarbas Dellazeri Pixiolini
Rodolfo Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.54819120412

CAPÍTULO 13 166

APLICAÇÃO DO *QUICK RESPONSE MANUFACTURING* (QRM) PARA A REDUÇÃO DO TEMPO DE MANUTENÇÕES PROGRAMADAS EM UMA SUBESTAÇÃO TRANSMISSORA DE ENERGIA ELÉTRICA

Jader Alves de Oliveira
Fernando José Gómez Paredes
Tatiana Kimura Kodama
Moacir Godinho Filho

DOI 10.22533/at.ed.54819120413

CAPÍTULO 14 180

ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL: ESTUDO DE UMA MICROCERVEJARIA EM NOVA LIMA - MINAS GERAIS

João Marcelo Soares Bahia
Rafael Assunção Carvalho de Paula
Eduardo Romeiro Filho

DOI 10.22533/at.ed.54819120414

CAPÍTULO 15	192
EFEITO DA APLICAÇÃO DO OEE EM UMA INDÚSTRIA LÁCTEA GOIANA	
Darlan Marques da Silva	
Angélica de Souza Marra	
Jordania Louse Silva Alves	
DOI 10.22533/at.ed.54819120415	
CAPÍTULO 16	206
ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS: UM ESTUDO DE CASO	
Bruno Henrique Phelipe	
Walther Azzolini Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.54819120416	
CAPÍTULO 17	218
AS ETAPAS CRÍTICAS PARA MELHORIA DOS PROCESSOS PRODUTIVOS INTERNOS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO SERIADA	
Manoel Gonçalves Filho	
Clóvis Delboni	
Reinaldo Gomes da Silva	
Sílvio Roberto Ignácio Pires	
DOI 10.22533/at.ed.54819120417	
CAPÍTULO 18	235
PROPOSTA DE REDUÇÃO DE <i>LEAD TIME</i> NA LINHA DE PRODUTOS TERMOELÉTRICOS DE UMA PEQUENA EMPRESA FAMILIAR DO INTERIOR PAULISTA	
Fernanda Veríssimo Soulé	
Nayara Cristini Bessi	
Luana Bonome Message Costa	
Ana Beatriz Lopes Françoso	
Tatiana Kimura Kodama	
Luís Carlos de Marino Schiavon	
Moacir Godinho Filho	
DOI 10.22533/at.ed.54819120418	
CAPÍTULO 19	253
CONSTRUÇÃO NAVAL BRASILEIRA: PERSPECTIVAS E OPORTUNIDADES A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE OPERACIONAL	
Maria de Lara Moutta Calado de Oliveira	
Sergio Iaccarino	
Elidiane Suane Dias de Melo Amaro	
Daniela Didier Nunes Moser	
Eduardo de Moraes Xavier de Abreu	
DOI 10.22533/at.ed.54819120419	
CAPÍTULO 20	266
AVALIAÇÃO DE UMA MARCA DE REMOVEDOR DE ESMALTE A BASE DE ACETONA BASEADA EM QUATRO DIMENSÕES DO <i>BRAND EQUITY</i>	
Felipe Zenith Fonseca	
Flávia Gontijo Cunha	
Gabriela Santos Medeiros Madeira	
Valdilene Gonçalves Machado Silva	
DOI 10.22533/at.ed.54819120420	

CAPÍTULO 21 277

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DAS FERRAMENTAS REVESTIDAS COM PVD NA USINAGEM DO ALUMÍNIO 6351-T6

Rodrigo Santos Macedo
Marcio Alexandre Goncalves Machado
Vanessa Moraes Rocha de Munno
Ricardo Felix da Costa

DOI 10.22533/at.ed.54819120421

CAPÍTULO 22 291

MIX DO MARKETING EM DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: ESTUDO DE CASO EM EMPRESA DE LATICÍNIOS

Rafael de Azevedo Palhares
Rogério da Fonsêca Cavalcante
Thyago de Melo Duarte Borges
Evaldo Soares de Azevedo Neto
Natalia Veloso caldas de Vasconcelos
Rodolfo de Azevedo Palhares

DOI 10.22533/at.ed.54819120422

CAPÍTULO 23 303

A RELAÇÃO ENTRE A GESTÃO DO CONHECIMENTO E A LOGÍSTICA: FATORES RELEVANTES E NOVAS PERSPECTIVAS COM BASE NA LOGÍSTICA 4.0

Davidson de Almeida Santos
Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas
Carlos Francisco Simões Gomes
Sheila da Silva Carvalho Santos
Marcius Hollanda Pereira da Rocha
Rosley Anholon

DOI 10.22533/at.ed.54819120423

CAPÍTULO 24 318

ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS COM ESPECIFICIDADES DE TEMPERATURA E UMIDADE: UM ESTUDO DE CASO

Clayton Gerber Mangini
Claudio Melim Doná
Julio Cesar Aparecido da Cruz
Wagner Delmo Abreu Croce

DOI 10.22533/at.ed.54819120424

CAPÍTULO 25 331

ESTUDO DO PROCESSO PRODUTIVO E COMERCIAL DO QUEIJO MINAS ARTESANAL CANASTRA DE UMA FAZENDA EM MEDEIROS-MG

Rafael Izidoro Martins Neto
Humberto Elias Giannecchini Fernandes Rocha Souto
Bárbara Andrino Campos Silva
Marcelo Teotônio Nametala

DOI 10.22533/at.ed.54819120425

CAPÍTULO 26	346
GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS EM SERVIÇOS POR MEIO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES: CASO DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO GETÚLIO VARGAS	
Manoel Carlos de Oliveira Junior Sandro Breval Santiago Saariane Arruda Bastos	
DOI 10.22533/at.ed.54819120426	
CAPÍTULO 27	358
GESTÃO DE RISCOS DE RUPTURAS E ESTRATÉGIAS DE RESILIÊNCIA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS	
Márcio Gonçalves dos Santos Rosane Lúcia Chicarelli Alcântara	
DOI 10.22533/at.ed.54819120427	
CAPÍTULO 28	373
SELEÇÃO DE MODAL DE TRANSPORTE ATRAVÉS DE UM MÉTODO DE APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO	
Myllena de Jesus Fróz da Silva Mônica Frank Marsaro Mirian Batista de Oliveira Bortoluzzi	
DOI 10.22533/at.ed.54819120428	
CAPÍTULO 29	385
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE PRESTADORES DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS UTILIZANDO A ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS	
Isabella russo vanazzi Luís Filipe Azevedo de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.54819120429	
CAPÍTULO 30	398
PROPOSTA DE MELHORIA COM ENFOQUE NA GESTÃO DE ESTOQUE EM UM SUPERMERCADO	
Rafael de Azevedo Palhares Evaldo Soares de Azevedo Neto Samira Yusef Araujo de Falani Bezerra Camila Favoretto Laura Maria Rafael Dellano Jatobá Bezerra Tinoco Leila Araújo Falani Lílian Salgueiro Azevedo	
DOI 10.22533/at.ed.54819120430	
CAPÍTULO 31	410
DESAFIOS DA SUPPLY CHAIN 4.0	
Felipe de Campos Martins Alexandre Tadeu Simon Fernando Celso Campos Renan Stenico de Campos	
DOI 10.22533/at.ed.54819120431	

CAPÍTULO 32	423
CUSTOMCOLOR: UMA SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO CUSTOMIZADA APLICANDO OS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0	
Nicole Sales Libório	
Yrlanda de Oliveira dos Santos	
Jorge Luis Abadias Barbosa	
Vandermi João da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.54819120432	
CAPÍTULO 33	433
IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 SOBRE O FUTURO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	
Caio Zago Cuenca	
Caio Marcelo Lourenço	
Raquel Lazzarini dos Santos Françoso	
Fernando César Almada Santos	
DOI 10.22533/at.ed.54819120433	
CAPÍTULO 34	444
O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA 4.0 E SEU ALINHAMENTO COM OS PARADIGMAS ESTRATÉGICOS DE GESTÃO DA MANUFATURA	
Paulo Eduardo Pissardini	
José Benedito Sacomano	
DOI 10.22533/at.ed.54819120434	
CAPÍTULO 35	457
UM MODELO DE PROCESSOS DO PROJETO DE ADAPTAÇÃO EMPRESARIAL AO PARADIGMA DAS INDÚSTRIAS 4.0	
Thales Botelho de Sousa	
Fábio Müller Guerrini	
Carlos Eduardo Gurgel Paiola	
Márcio Henrique Ventureli	
DOI 10.22533/at.ed.54819120435	
CAPÍTULO 36	469
ESTIMANDO A RECIPROCIDADE DO MODAL DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO BRASILEIRO	
Ronan Silva Ferreira	
Priscila Caroline Albuquerque da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.54819120436	
CAPÍTULO 37	482
ESTUDO DE OPERAÇÃO DA COLETA SELETIVA NO BAIRRO URCA, RIO DE JANEIRO	
Frederico do Nascimento Barroso	
Marcelle Candido Cordeiro Lino Marujo	
Leonardo Mangia Rodrigues	
Lino Guimarães Marujo	
DOI 10.22533/at.ed.54819120437	
SOBRE O ORGANIZADOR	494

PROPOSTA DE REDUÇÃO DE *LEAD TIME* NA LINHA DE PRODUTOS TERMOELÉTRICOS DE UMA PEQUENA EMPRESA FAMILIAR DO INTERIOR PAULISTA

Fernanda Veríssimo Soulé

Universidade Federal de São Carlos,
Departamento de Engenharia de Produção
São Carlos-SP

Nayara Cristini Bessi

Universidade Federal de São Carlos,
Departamento de Engenharia de Produção
São Carlos-SP

Luana Bonome Message Costa

Universidade Federal de São Carlos,
Departamento de Engenharia de Produção
São Carlos-SP

Ana Beatriz Lopes Françoso

Universidade Paulista, Instituto de Ciências
Sociais e Comunicação
São José do Rio Pardo- SP

Tatiana Kimura Kodama

Universidade de São Paulo, Departamento de
Engenharia de Produção
São Carlos-SP

Luís Carlos de Marino Schiavon

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia
de São Carlos
São Carlos-SP

Moacir Godinho Filho

Universidade Federal de São Carlos,
Departamento de Engenharia de Produção
São Carlos-SP

(*QRM*) é uma maneira de empresas manufatureiras alcançarem flexibilidade. Esta é um elemento-chave para diferenciação e potencialização da competitividade. Há poucas pesquisas empíricas cujo tema permeia micro e pequenas empresas (MPEs) e flexibilidade da produção, o que pode impactar a apropriação dessa abordagem por esses importantes atores da nossa economia. Este artigo objetiva demonstrar os resultados de uma pesquisa de campo que utilizou o *QRM* para propor ações capazes de reduzir o *lead time* da linha de termoeletrônicos de uma pequena empresa familiar do interior de paulista. Propôs-se a) o equilíbrio dos *throughputs* das operações lentas, reduzindo 50% dos lotes de produção seguido de reduções gradativas; b) a implementação da manufatura celular e melhorias da gestão dos estoques intermediários, utilizando o sistema *POLCA* e gestão visual; c) a implementação de um planejamento integrado de vendas e operações e regras para priorização de pedidos. Identificou-se que a proposta geraria uma redução do caminho crítico de 39 para 21,3 dias e uma redução inicial de 51% no custo do estoque de matéria prima, podendo chegar até 69%. Notou-se: a) problemas de gestão, capacidade de investimento e relação com fornecedores, frequentes em MPEs familiares; b) adequação do *QRM* para as necessidades de MPEs; c) a importância da interação entre o

RESUMO: O *Quick Response Manufacturing*

conhecimento desenvolvido na academia e as pequenas empresas familiares.

PALAVRAS-CHAVE: pequena empresa familiar. redução de *lead time*. *quick response manufacturing*

ABSTRACT: Quick Response Manufacturing (QRM) is a way manufacturing companies may increase their flexibility. Manufacturing flexibility is a key to differentiation and enhancement of competitiveness. There is few empirical research on the topic of how micro and small enterprises (MSEs) may benefit from QRM, what may impact the appropriation of this approach by these important actors of our economy. This article aims to present the results of a project which applied QRM to reduce the lead time of the thermoelectric line of a small family business located in the state of Sao Paulo. It was proposed to a) balance the throughputs of slow operations, reducing 50% of production batches followed by gradual reductions; b) implement cellular manufacturing and improvements in the management of intermediate stocks, using the POLCA system and visual management; c) implement an integrated sales and operations planning and rules for prioritization of orders. It was identified that the proposal would generate a reduction of the critical path from 39 to 21.3 days and an initial reduction of 51% in the raw materials stock costs and may even reach 69%. The following conclusions were drawn from the research: a) problems in management, investment capacity and relationship with suppliers, which are frequent in family MSEs; b) the QRM is suitable for this context; c) the importance of interaction between the knowledge developed in academia and family MSEs.

KEYWORDS: small family business. reduction of lead time. quick response manufacturing

1 | INTRODUÇÃO

Em 1998, Rajan Suri (1998) cunhou a abordagem *Quick Response Manufacturing (QRM)* (GODINHO FILHO, 2004), em um contexto no qual se consolidava a preocupação das empresas com a flexibilidade, velocidade e pontualidade de produção. Essa abordagem infere que a gestão da produção deve ser mais cautelosa com o tempo e capaz de remover continuamente desperdícios ou atividades que não agregam valor (SIM; CURATOLA, 1999). O *QRM* é definido como uma estratégia para redução de *lead time* em toda a empresa, de modo a buscar, simultaneamente, baixos custos, alta qualidade, entrega rápida e flexibilidade em curto prazo (SURI, 1998).

A atividade prática e científica dessa abordagem é relativamente recente e atualmente relevante. No entanto, ambas atividades estão concentradas em grandes empresas ficando às margens as micro e pequenas. Serrão e Dalcol (2001) afirmam que há poucas pesquisas científicas cujo tema permeie MPEs e flexibilidade da produção, o que pode retardar a elevação da competitividade dessas. Para os autores, as micro e pequenas empresas (MPEs) ganham especial importância no contexto de reestruturação industrial, que gerou a desverticalização das operações e terceirização

dos sistemas produtivos de grandes empresas, gerando uma necessidade de se refletir também sobre a atuação dessas organizações menores.

No Brasil, também pouco se pesquisa sobre este tema sendo possível citar poucos autores que aplicaram a abordagem *QRM* em MPEs (BONANDI; COPPINI; VIEIRA JÚNIOR, 2010; FAVONI; LOPES; NADALETO, 2011; GODINHO FILHO; HAYASHI; RUFO, 2013; THURER; GODINHO FILHO, 2012). Verificou-se ainda que os estudos não expõem possíveis especificidades que MPEs brasileiras enfrentariam ao aplicar essa abordagem.

Este artigo tem potencial de contribuir para o desenvolvimento da literatura científica e também como de modelo de aplicação do *QRM* para outras pequenas empresas que desejam reduzir o *lead time* e se tornar mais flexíveis e competitivas. O objetivo consistiu em demonstrar os resultados de um estudo de caso que utilizou a abordagem *QRM* para propor ações com potencial de reduzir o *lead time* da linha de produção de termoelétricos de uma pequena empresa familiar atuante nos setores de estética, informática e utilidade doméstica do interior paulista. A aplicação do estudo se faz especialmente relevante para a empresa estudada, auxiliando na reflexão sobre novas estratégias produtivas frente a uma situação futura vislumbrada, de maior demanda e variedade no portfólio de produtos.

2 | QUICK RESPONSE MANUFACTURING

O *QRM* visa *reduzir o lead time* em todas as áreas das empresas desde a produção, cadeia de suprimentos, escritório, desenvolvimento de produtos entre outras, visando melhorar a qualidade, reduzir custos e eliminar desperdícios, que não agregam valor.

Suri (1998) defende que as empresas que implementam com sucesso a estratégia *QRM* tornam-se competidores formidáveis nos seus mercados de atuação, entregando produtos de alta qualidade de forma mais rápida do que seus concorrentes, o que faz com que seus clientes fiquem satisfeitos. De fato, a flexibilidade é uma estratégia produtiva fundamental para a competitividade das MPEs, no contexto de reestruturação industrial apontado por Serrão e Dalcol (2001). Em consonância com essa ideia, Thurer et al. (2013) demonstram que as pequenas empresas brasileiras têm como umas de suas prioridades competitivas a flexibilidade. Infere-se que a aplicação da abordagem *QRM* ganha destaque na redução do *lead time* e, conseqüentemente, no desenvolvimento dessa prioridade competitiva.

2.1 Ferramentas e técnicas utilizadas para a redução do *lead time*

A abordagem desenvolvida por Suri (1998) propõe algumas ferramentas específicas para a redução do *lead time*. No entanto, qualquer ferramenta que auxilie na redução do *lead time* pode ser aplicada em projetos de *QRM*. A seguir, são apresentadas as ferramentas e técnicas utilizadas nessa pesquisa. São elas: a)

Manufacturing Critical-path Time (MCT); b) *Manufatura celular QRM*; c) *Paired cell Overlapping Loops of Cards with Authorization (POLCA)*; d) Tamanho de lote ideal e) Gestão visual de estoques.

O *MCT* é uma métrica para *lead time* que foca nos resultados e na forma como esses são alcançados; é a típica quantidade de tempo no calendário (ou seja, de dias corridos) do caminho crítico, a partir da criação de uma ordem até a primeira parte da ordem ser entregue (SURI, 2010). O objetivo do *MCT* é promover uma estimativa razoável para identificar as melhores oportunidades de melhoria, demonstrando onde estão os maiores *leads times* e, provavelmente, os maiores desperdícios (ERICKSEN et al. 2007).

A manufatura celular busca um fluxo de materiais rápido e suave na fábrica, simplificando as operações (NAHMA et al., 2003) a partir do processamento de uma coleção de peças similares (família de peças) em um conjunto dedicado de máquinas ou processos de fabricação (células) (SINGH, 1993). No contexto do *QRM*, de acordo com Suri (2010), as células são mais flexíveis do que as células tradicionais, e em particular, elas não precisam ter um fluxo celular. Esta flexibilidade, sem afetar o seu desempenho, é um dos pontos fortes das células *QRM*. Para coordenar o fluxo entre as células de forma efetiva, utiliza-se a estratégia de controle de materiais denominada *POLCA*.

O *POLCA* é um sistema para controle e reposição de materiais que busca restringir a quantidade de trabalho em processo no chão de fábrica, a fim de alcançar uma média baixa do tempo de atravessamento (*throughput time*). O cartão *POLCA* puxa a produção, mas apenas quando autorizada pelo *High level MRP (HL/MRP)*, ou seja, apenas quando há demanda para o produto a ser fabricado. O sistema *POLCA* é, portanto, híbrido, incorporando técnicas dos sistemas empurrado e puxado. Para o cálculo da quantidade inicial de cartões *POLCA* em cada célula, utiliza-se a Fórmula (1), com as respectivas variáveis apresentadas no Quadro 1. Pode-se adicionar uma margem de segurança de, por exemplo, 10% à quantidade obtida. A quantidade deve ser refinada com o sistema em operação.

$$NAB = (LA + LB) \times \left(\frac{FAB}{D}\right) \dots\dots\dots(1)$$

NAB: Número de cartões *POLCA* A/B
 LA: *Lead time* (em dias) da célula A
 LB: *Lead time* (em dias) da célula B
 FAB: Total de tarefas que vão de A para B no período D
 D: número de dias de trabalho (horizonte de planejamento)

Quadro 1- Variáveis para cálculo da quantidade de cartões *POLCA* em cada célula.

Fonte: Suri (2010, p. 8)

Os altos *lead times* podem ainda ser causados por excesso de estoque em processo, que irão acarretar em atrasos nas entregas e afetar diretamente na qualidade do produto final (LAMBERT et al, 1998). Assim, uma das formas de diminuir o *lead time* é por meio de uma gestão de estoque mais eficiente.

A literatura sobre o *QRM* contribui para encontrar o tamanho do lote que leve à maior redução de *lead time* possível. As equações propostas por Suri (1998) para dimensionamento de lotes e programação da produção representam dois estágios. Um primeiro estágio contribui para determinar o tamanho do lote ideal a partir de algumas variáveis. O segundo visa a calcular o impacto do tamanho do lote em relação à sua utilização. As variáveis disponíveis no Quadro 2 são utilizadas nos cálculos de dimensionamento do lote e verificação do impacto que o lote causa na utilização. A Fórmula (2) é utilizada para calcular o dimensionamento dos lotes e a Fórmula (3) e (4) são utilizadas no segundo estágio, que se refere ao cálculo do impacto do tamanho do lote em relação à sua utilização.

D = Demanda por período (dia)
H = Horas trabalhadas por período (dia)
L = Tamanho médio do lote
TA1 = Tempo entre pedidos de 1 peça = H/D
TA = Tempo entre pedidos de 1 lote médio = L x TA1
TSU = Tempo de set up para uma ordem
TJ = Tempo médio para concluir um trabalho
TJ1 = Tempo para se fazer uma peça, após o set up

Quadro 2- Variáveis utilizadas no cálculo de dimensionamento dos lotes e impacto na utilização.

Fonte: Suri (1988, p. 160-161)

$$TJ = TSU + LxTJ1 \dots\dots\dots(2)$$

$$U = \frac{TJ}{TA} \dots\dots\dots(3)$$

$$U = (TSU + L x TJ1) / (L x TA1) = TSU/ (L x TA1) + TJ1 / TA1 \dots\dots\dots(4)$$

O gerenciamento visual dos estoques também pode ser um aliado na busca pela redução de *lead times*. Entende-se por gerenciamento visual o uso de artifícios que são capazes de tornar visíveis os estoques em processo, tornando possível uma melhor administração e controle das prioridades do chão de fábrica mediante sinalizadores visuais. Esse mecanismo habilita qualquer pessoa, até mesmo que não conheça detalhadamente a rotina da fábrica, a compreender o processo produtivo por meio da simples observação (HALL, 1988; RECH, 2004), e no alinhamento da visão dos problemas e do andamento das atividades (RECH, 2004).

3 | MÉTODO E PROCEDIMENTOS

A proposição e aplicação do *QRM* segue a lógica da pesquisa de campo, compreendida por Lakatos e Marconi (2004) como uma investigação *in loco* do objeto de estudo, sendo realizada a partir de entrevistas dirigidas, questionários e observações sistêmicas. O método adotado foi o estudo de caso. Utilizou-se uma amostra não probabilística e intencional, que contemplou a empresa descrita na seção a seguir. Os procedimentos adotados seguiram os primeiros dez passos do procedimento metodológico proposto por Suri (1998) dispostos no Quadro 3.

Passos	Atividades	Detalhamento
1. Obtenção do comprometimento da alta gerência	a) Duas reuniões de preparação entre autores; b) Reunião dos pesquisadores com alta gerência e presidência.	Foram realizadas reuniões de preparação a fim de se estabelecer a agenda e elaborar material para reunião com alta gerência e presidência. Nessa reunião, foram apresentados o método QRM, suas possibilidades de aplicação e seu potencial de apoiar a melhoria de desempenho em diversos setores da empresa. Nesse momento, já foi definido o foco do projeto como sendo as atividades produtivas.
2. Estabelecimento da equipe e "campeão" QRM	a) Reunião dos pesquisadores com alta gerência e presidência.	O papel de "campeão" QRM ficou sob responsabilidade do engenheiro responsável pela fábrica. A equipe de trabalho foi formada pelo mesmo engenheiro, por uma analista de negócios e pelos pesquisadores, contando-se ainda com o apoio da alta gerência e da presidência no estabelecimento e aprovação das questões mais centrais e estratégicas do projeto.
3. Escolha de um produto potencial e objetivos grosseiros	a) Reunião com equipe de trabalho, alta gerência e presidência	Definiu-se como foco de atuação a linha de termoeletrônicos, tendo-se como objetivo a redução de lead time dessa.
4. Reunião do time de planejamento	a) Duas reuniões com equipe de trabalho; b) Validação de escopo com alta gerência e presidência	Nessas reuniões, foram construídos cronograma de trabalho macro e detalhado, matriz de reuniões e escopo do projeto. O material construído foi validado pela alta gerência e presidência.
5. Apoio na construção de um grupo	a) Treinamento de "campeão" QRM e analista de negócios em QRM	A fim de se obter um maior comprometimento da equipe de trabalho com o projeto, foi realizado um treinamento individualizado à distância tanto com o "campeão" QRM quanto com a analista de negócios que integrou a equipe de trabalho. O treinamento teve como objetivo aprofundar o conhecimento sobre o método QRM.
6. Obtenção de medidas grosseiras do desempenho atual do sistema	a) Levantamento de tempos de setup, tempos produtivos, work in process (WIP), etapas do processo produtivo e fluxos de materiais, layout; b) Construção de MCT; c) Mapeamento do gargalo; d) Desenho do processo, com layout e seus tempos produtivos, de setup e de espera	Foram levantados e sintetizados os dados previamente coletados. Em seguida, verificou-se a necessidade de levantamento de dados complementares, em diversas etapas do processo, que foram medidos <i>in loco</i> . Com esses dados, foram desenvolvidos o gráfico MCT, o mapeamento do gargalo e o desenho do processo, conforme citado nas atividades.
7. Refinamento do escopo e objetivos	a) Duas reuniões com equipe de trabalho	A partir de análises do desempenho prévio do sistema, foram refinados o escopo e objetivos do projeto. Verificou-se um excesso de capacidade ociosa no sistema, definindo-se como base para o trabalho a projeção de crescimento de 50% para o ano seguinte. Vislumbraram-se 3 oportunidades de redução do lead time, apresentadas na seção 4.
8. Condução da coleta e análise de dados detalhadas	a) 7 entrevistas b) Três reuniões com equipe de trabalho c) Análise documental	Foram conduzidas entrevistas individuais com o engenheiro responsável pela linha de termoeletrônicos, quatro operadores da linha, analista de compras e uma coletiva com analista de negócios, alta gerência e presidência. Os documentos analisados foram relatórios de vendas, listas de materiais e fluxogramas. Os dados coletados foram analisados utilizando-se a Árvore da Realidade Atual (ARA) em reuniões de equipe.
9. Elaboração de um "brainstorm" de soluções	a) Três reuniões com equipe de trabalho	A partir da análise dos dados, dos mapeamentos realizados e da ARA, foram pensadas possíveis soluções com a equipe de trabalho. As soluções foram classificadas de acordo com a ordem cronológica de implantação e as ferramentas necessárias para cada uma, conforme descrito nas seções de Sugestões de Melhorias e Resultados Esperados deste artigo.
10. Apresentação das recomendações	a) Uma reunião entre equipe de trabalho, alta gerência e presidência	As soluções desenvolvidas foram apresentadas à alta gerência e presidência para validação e <i>feedback</i> .

Quadro 3 - Passos do procedimento metodológico e atividades associadas a cada um

Fonte: Elaborado pelo autor

3.1 Unidade de caso: a empresa e escopo do estudo

O objeto deste estudo é uma pequena empresa familiar atuante nos setores de estética, informática e utilidade doméstica. A empresa foi fundada na década de 1970 na cidade de Vinhedo-SP, e desde então possui uma única unidade produtiva localizada na cidade. O escopo adotado foi o processo produtivo dos produtos termoelétricos. Este foi definido juntamente ao corpo técnico e executivo da empresa e se deve à importância da linha, que representa cerca de 40% da receita total da empresa. Além disso, também há planejamento de inserção de novos produtos para a linha, o que torna a redução dos tempos não produtivos ainda mais relevante.

A linha de produtos termoelétricos da organização é formada por catorze produtos diferentes, sendo eles: i. Almofada térmica; ii. Cinta térmica; iii. Manta termoelétrica Corporal 29 x 50 cm; iv. Manta termoelétrica Corporal 40 x 133 cm; v. Manta termoelétrica Corporal 40 x 85 cm; vi. Manta termoelétrica Corporal Estética; vii. Máscara/ Sauna facial, todos com as opções de voltagem de 127V e 220V.

O processo produtivo da linha é constituído por cinco operações principais, cada uma englobando múltiplas atividades, sendo elas: a) Fio da resistência; b) Circuito da resistência; c) Confecção e estamparia; d) montagem; e) Armazenagem. Consideraram-se as operações dessa forma, pois cada uma delas conta com um estoque intermediário disponibilizado para a operação seguinte. A operação “Fio da Resistência” consiste no acoplamento de aramida com um fio metálico, cujo tipo de metal e espessura dependem do produto a ser feito. A operação “Circuito da Resistência” consiste no corte dos fios da resistência no tamanho determinado para cada produto e na instalação dos protetores termoelétricos (termostatos e termorretráteis). A operação “Confecção e Estamparia” consiste no corte, prensagem e junção dos plásticos, seguidos pela *silkgagem*. Por último, a montagem constitui-se de testes da resistência, passagem dos circuitos e viés, controle de temperatura e embalagem, etiquetagem e prospecto.

A próxima seção discorre sobre o diagnóstico de problemas que fundamentaram a proposta de melhoria. Para isso, inicialmente foi elaborado o mapeamento do processo produtivo e do caminho crítico da linha, detectando onde se encontravam os maiores *lead times*. Em seguida, foi construída uma árvore da realidade atual (ARA) a fim de se compreender as causas dos problemas encontrados.

4 | ANÁLISE E DESCRIÇÃO DO CASO

4.1 Mapeamento do processo produtivo e caminho crítico da linha

O mapeamento do processo produtivo e caminho crítico da linha foi realizado a partir dos tempos produtivos fornecidos pela empresa e coletados na pesquisa. Esses tempos foram transformados em dias de calendário (SURI, 1998). Também foi considerado o *time slicing* (SURI, 1998) nos casos da extrusora, prensa, máquina

de corte e mão de obra, uma vez que esses recursos são compartilhados com outras linhas. Identificou-se que o caminho crítico da linha de termoeletrônicos corresponde à seguinte sequência de operações: Pedido; Fio da Resistência; Circuito da Resistência; Montagem; Produto Acabado; Logística

Foi calculado o *throughput* de cada operação, verificando-se que a operação gargalo é a montagem, com um *throughput* diário de 57 unidades. Apesar do gargalo produtivo, ainda há capacidade ociosa em excesso, dado que a demanda é de 17 produtos por dia. De qualquer forma, a redução de *lead time* é relevante para a empresa, por haver intenção de diminuição do prazo de entrega, que gerará uma vantagem competitiva, de aumento na família de produtos termoeletrônicos e de crescimento de 50% nas vendas.

Para a classificação dos tempos produtivos em *touch time* e não *touch time*, foi construído o MCT apresentado na Figura 1. O *lead time* total de produção é de 39 dias (tempo relativo ao caminho crítico), sendo 8,5 dias de *touch time*. Isso significa que durante 30,5 dias não existe agregação de valor ao produto, sendo que a maior parte desse *lead time* é causada por estoques em processo. Para diminuir os tempos em que não há agregação de valor, foi necessário identificar as principais causas do alto *lead time*. Para isso, construiu-se a ARA apresentada na seção a seguir.

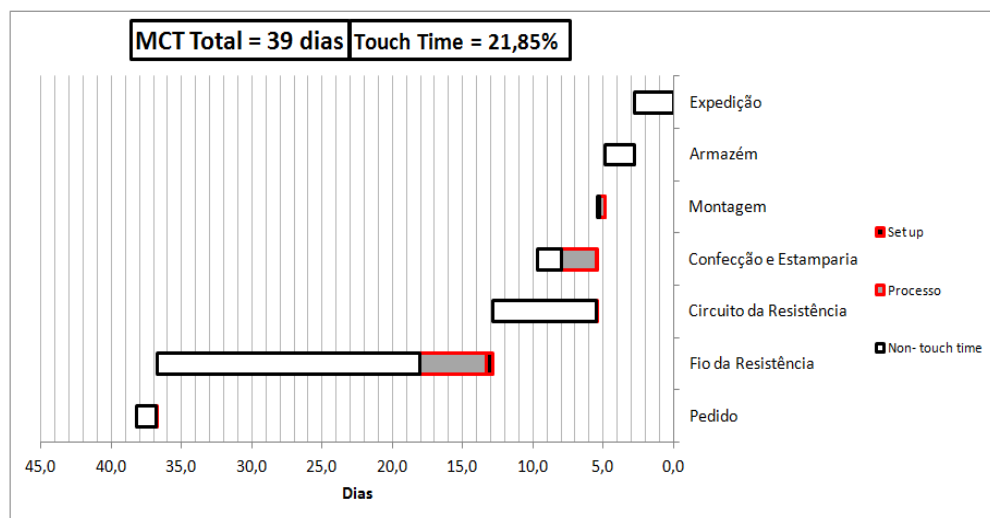


Figura 1 - MCT do processo produto da linha de produtos termoeletrônicos da empresa

Fonte: Elaboração própria

4.2 Identificação das causas do alto *lead time*

Por meio da ARA, disponível na Figura 2, foi possível identificar os *efeitos indesejados principais* verificados no momento da pesquisa, destacados em verde. Em rosa, na parte inferior da árvore, está a *causa-raiz*, que foi associada ao fato de a empresa ser pequena e ter pouco capital para investimentos. Nesse caso, a causa-raiz foi considerada como um fato e não um problema a ser atacado. Os outros efeitos indesejados em amarelo são considerados intermediários, que foram o foco

das propostas de melhoria, a fim de que os efeitos indesejados principais não ocorram mais.

A ARA destaca os três problemas mais visíveis (em verde): os altos volumes de estoque e os longos *lead times* de processamento e de fornecimento. As questões associadas ao longo *lead time* de fornecimento foram deixadas para estudos futuros focando-se nos tempos de processamento e nos volumes de estoque.

Há três questões centrais geradoras de problemas relacionados à gestão de estoques. Primeiro, a empresa adota o sistema de produção empurrada puro, que acaba por ser um problema para o *lead time*, na medida em que ocasiona um fluxo desordenado de materiais e trabalhos, aumentando os volumes de WIP e um desequilíbrio no *throughput* em todas as operações.

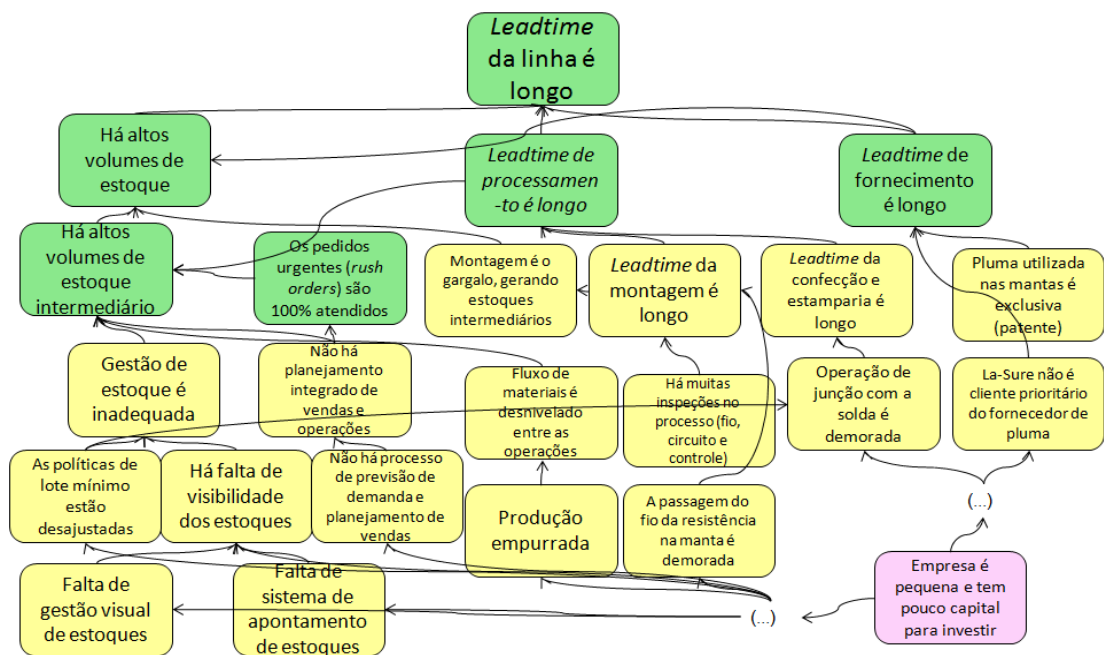


Figura 2 - Árvore da Realidade Atual para processo produtivo da linha de termoeletrônicos da empresa

Fonte: Elaboração própria

Segundo, a reposição de estoques é realizada a partir do julgamento individual de funcionários, sem nenhum alinhamento sobre como isso deve ser realizado. Essa forma de reposição acarreta, em alguns momentos, excesso de estoques intermediários e, em outros, a falta deles, gerando aumento do *lead time* em qualquer uma das situações. O excesso aumenta os tempos de espera e a falta acaba por gerar *rush orders*. Além disso, há pouca visibilidade dos níveis de estoque, dificultando seu acompanhamento pelos operadores que acabam notando a falta desses apenas quando há necessidade de utilizá-los.

O último problema associado aos estoques é a ausência de um planejamento integrado de vendas e operações que geralmente causa má interpretação entre a produção demandada e a produzida gerando excesso ou falta de produtos finais,

estoques intermediários e *rush orders*.

Em relação ao *lead time* de processamento, a principal causa de lentidão nas operações são lotes produtivos muito grandes. Nas atividades de *junção dos fios e extrusão*, realizadas durante a produção do fio, cada lote produz material para 800 unidades de manta. Na atividade de *junção com solda*, realizada durante a confecção e estamparia, lotes de 100 unidades causam a lentidão da atividade. Por último, há um gargalo na operação de montagem, cujo *throughput* é de 57 unidades/dia, enquanto a das demais é em média de 200 unidades/dia. Dado as questões apresentadas, foi desenvolvida uma proposta de melhoria apresentada na seção 5.

5 | PROPOSTA DE MELHORIA DE LEAD TIME

A proposta de melhoria considera um aumento de 50% na demanda, conforme projeção de crescimento elaborada pelo corpo executivo da empresa, resultando em uma demanda de 26 unidades/ dia. Com o aumento da demanda e do portfólio de produtos, a complexidade da linha de produção aumentará e ficará inviável manter grandes quantidades de estoque por produto, como as atuais, e será necessário que a linha tenha uma maior responsividade à demanda real. As sugestões estão hierarquizadas cronologicamente em etapas de implementação (etapa 1, etapa 2 e etapa 3).

5.1 Etapa 1- Equilíbrio dos *throughputs*

O equilíbrio dos *throughputs* é uma condição para a implementação de todas as outras soluções propostas. Esse equilíbrio pode ser obtido a partir da diminuição dos lotes de fabricação das operações lentas. A diminuição do lote de fabricação é proposta para as operações nomeadas “Fio da resistência” e “Confecção e estamparia”. Sugere-se uma diminuição progressiva dos lotes, para que a organização se adapte às mudanças. A seguir, realizou-se o detalhamento dessa solução. Para a análise dos tamanhos de lote atuais, ideais e propostos, utilizaram-se como referência as Fórmulas (2), (3) e (4).

A operação “Fio da resistência” foi analisada. Essa operação conta com lote de fabricação de 800 unidades. Inicialmente, propõe-se uma redução de 50% no tamanho de lote da operação de junção dos fios. O *lead time* da operação mudará de 9,1 dias para 5,4 dias, com uma redução de 41%, e a utilização cairá pela metade. Para o lote teórico ideal de 30 unidades, o *lead time* é de 2,2 dias, o que significaria uma redução de 76% e a utilização será de aproximadamente 18%.

Considera-se que a organização deve realizar inicialmente essa redução de 50%, passando por um período de adaptação e que possa verificar empiricamente o impacto da redução inicial, antes de uma redução maior. Vale ressaltar que lote de 300 unidades pode ser considerado um ponto de inflexão em relação ao *lead time*, pois a

partir dele o *lead time* aumenta mais rapidamente. Para um lote de 300 unidades, o *lead time* atual diminuiria em 51%. Assim, recomenda-se que a próxima redução do tamanho de lote seja de 400 para 300 unidades, reduzindo-se nessa situação 17% do *lead time*.

A operação “Confecção e estamparia” foi analisada. Essa operação conta com lote de fabricação de 100 unidades. Inicialmente, propõe-se uma redução de 50% no tamanho de lote da operação de junção dos fios. Isso significa um lote de 50 unidades. O *lead time* da operação mudará de 12,1 dias para 6,7 dias, com uma redução de 48%, e a utilização cairá pela metade. Para o lote ideal de 5 unidades, o *lead time* é de 1,2 dias, o que significaria uma redução de 90%, e utilização 42%.

Nota-se que o impacto no *lead time* passa a aumentar mais substancialmente para lotes acima de 20 unidades. Considera-se um lote de 20 unidades adequado, tendo uma diminuição de 76,7% em relação ao *lead time*

atual e utilização de 30%. Conforme explicitado anteriormente, a redução do lote deve ser progressiva. Atenta-se à importância de manter um pequeno estoque antes da operação de montagem, uma vez que é gargalo, não sendo aconselhável que fique parada esperando a conclusão de trabalhos de atividades anteriores.

Para a análise dos resultados esperados com a Etapa 1 – Equilíbrio dos *throughputs*, foram calculados os *WIP*, os *throughputs* e os *lead times* em dias de calendário de cada operação a partir das propostas realizadas. Considerou-se a redução de 50% nos tamanhos de lote das operações Fio da Resistência e Circuito da Resistência e a inserção de dois operadores na estação de trabalho de passagem do fio na manta, que pertence à operação de Montagem. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 3. Com essas medidas, o caminho crítico da linha passaria de 39 para 21 dias.

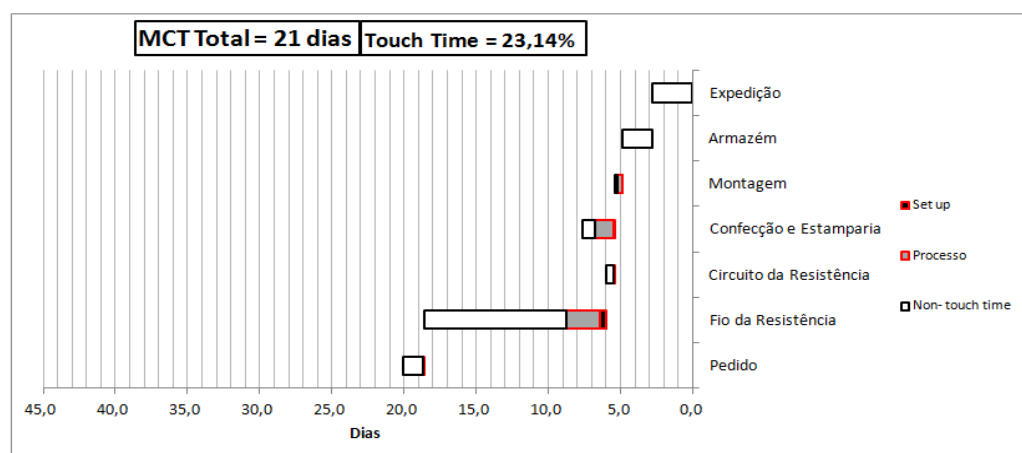


Figura 3 - MCT do processo da linha de produtos termoeletrônicos da empresa apenas com redução de tamanho de lote

Fonte: Elaboração própria.

5.2 Etapa 2- *Layout* celular e melhoria da gestão dos estoques intermediários

Na segunda etapa de implementação de melhorias para redução de *lead time*, propõe-se a organização da linha de produção em *layout* celular e uma revisão da gestão dos estoques intermediários.

A implementação do *layout* celular é um pré-requisito para a utilização do sistema *POLCA* proposto. No *layout* inicial, todas as estações de trabalho da linha estão concentradas no Andar 3. Algumas atividades estão próximas e em sequência como, por exemplo, as atividades de corte e a decapagem do rabicho e a instalação do protetor térmico e as atividades de embalagem, teste e controle. Porém, a maioria delas se encontra distantes e dispostas não sequencialmente. Além disso, os estoques intermediários de todas as operações se encontram no Andar 3.

Para a elaboração da proposta de *layout*, foi considerado que a prensa e a extrusora não podem ser movidos do Andar 1, dado o peso delas. Assim, as estações de trabalho responsáveis pela produção do fio para o Bloco A- Andar 1, a fim de facilitar o uso da extrusora. Dessa forma, o trabalho se iniciará no Bloco A - Andar 1, na célula responsável pela operação de Fio da Resistência. A produção do fio seguirá a sequência de atividades: rebobinadora; resistência e aramida; inspeção e contagem; extrusão. Quando finalizada a operação, as caixas de fio deverão ser carregadas para o estoque intermediário da célula responsável pela operação de circuito da resistência no Bloco B-Andar 3.

Com o material na célula Circuito da Resistência, inicia-se a atividade instalação do protetor térmico e corte e decapagem do rabicho. Quando um conjunto de circuitos estiverem finalizados, deverão ser carregados para o estoque da célula de montagem. A célula de Confecção e Estamparia, localizada no Bloco C – Andar 2, operará paralelamente às demais, o trabalho iniciará na operação corte dos plásticos, após esta operação o material seguirá para prensa localizada no Andar 1 e volta para o Andar 2 para a junção com solda e silkagem. Quando um conjunto de mantas estiverem finalizadas, deverão ser levadas ao estoque intermediário da operação de montagem.

A célula de Montagem, localizada no Bloco D- Andar 3, iniciará testando o circuito proveniente da célula Circuito da Resistência, logo após, passará o fio nas mantas trazida pela célula de Confecção e Estamparia, testará novamente o circuito, passará o viés na manta, testará novamente o fio, o controle de temperatura deverá ser inserido e por fim, o produto deverá ser embalado. Assim que finalizada a montagem a manta térmica deverá ser levada para o estoque de produtos acabados e depois expedida.

Como primeiro passo para a gestão de estoques intermediários recomenda-se a implementação de ferramentas de gestão visual dos estoques para as operações de fio e circuito da resistência. Para a primeira, recomenda-se a utilização de uma caixa transparente com um sistema de cores e, para a segunda, uma prateleira também com um sistema de cores.

No sistema proposto a cor verde se refere à quantidade máxima que deve constar

no estoque, a amarela se refere à reposição e a vermelha ao estoque mínimo para que o sistema não entre em colapso. No Quadro 4, são apresentados os níveis de estoque que deverão manter cada operação e seus pontos de reposição.

	Mínimo 80%	Reposição 95%	Máximo 99,80%
Fio da resistência	62,2	66,4	82
Circuito	16,8	21,0	37

Quadro 4 - Níveis de estoques em unidades de produto final propostos em cada operação.

Fonte: Elaboração própria.

O custo total do estoque atual gira em torno de R\$ 5.627. Com a proposta de redução dos lotes a redução do custo do estoque será de 51%, já com a proposta de lote ideal o custo reduziria em torno de 69%. Nas condições atuais, a necessidade produtiva é percebida apenas no momento da necessidade de utilização. Com a elevada capacidade ociosa, é possível produzir de forma relativamente rápida quando há demanda sem atrasar outros pedidos. Porém, quando a capacidade estiver com maior ocupação, essas *rush orders* internas serão ainda mais prejudiciais, podendo levar ao atraso dos pedidos normais. Nessa situação, faz-se fundamental ter um maior planejamento e controle do ambiente produtivo. A gestão visual dos estoques é proposta, então, nesse sentido.

Para a gestão de estoques intermediários, também se indica a adoção do sistema *POLCA*, inicialmente nas operações de Confecção e Estamparia e Montagem, cujas matérias-primas têm maior valor agregado. Isso porque os custos de estoque estão majoritariamente associados a essas operações.

Nas operações em que se indicou o uso de ponto de reposição, há as maiores capacidades ociosas, menor custo de estoque e os produtos que não exigem grande espaço de armazenagem. Porém, elas são responsáveis por 31 dos 39 dias do *throughput* atual, justificando que essas operações sejam tratadas como críticas. A diminuição do tamanho de lote já tem um impacto significativo na operação fio da resistência, conforme apresentado na seção 5.1. O sistema *POLCA* seria outra forma adicional de diminuir esse tempo, pois ele garante que não se produza itens para os quais não se tem demanda. Assim, o sistema de cores deve ser transitório para a futura utilização do *POLCA* também nessas operações.

A adoção inicial do *POLCA* nas operações de Confecção e Estamparia e Montagem permite que a organização tenha um período de adaptação a esse sistema, juntamente com o sistema de cores das operações de Fio e Circuito da Resistência. Após a organização conhecer melhor o sistema e vislumbrar suas vantagens, indica-se a sua adoção nas quatro operações da linha.

No Quadro 5, estão os valores das variáveis para cada operação. Cada cartão

POLCA deve liberar a produção do lote de produção de cada operação (*Quantum*) e deve conter o roteiro do material. Para a confecção e estamparia, o cartão *POLCA* deve liberar, inicialmente, a produção de 50 mantas para a célula de Confecção e Estamparia e 10 para a de Montagem. A autorização da produção deve vir do sistema *HLI MRP*. A quantidade de cartões *POLCA* em cada célula foi calculada a partir da Fórmula (1) apresentada na seção 2.2. Para a Confecção e Estamparia, indica-se iniciar com dois cartões e para a Montagem, 16 cartões.

	Confecção e estamparia	Montagem
L _A	1,4	0
L _B	0,4	4
D	31	31
F _{AB}	32	127
Quantum	50	10
N _{AB}	2	16

Quadro 5 - Valores obtidos para as variáveis para cálculo da quantidade de cartões *POLCA* nas operações de Confecção e Estamparia e Montagem, respectivamente.

Fonte: Elaboração própria

5.3 Etapa 3- S&OP e regras de priorização de pedidos

Em relação ao planejamento, considera-se fundamental que a empresa realize planejamento de médio prazo. No nível mensal, indica-se a implementação sistemática do Planejamento Integrado de Vendas e Operações, a fim de se obter maior visibilidade da demanda, da estratégia de vendas no médio prazo e integrar as restrições operacionais às decisões de vendas. Com isso, pretende-se reduzir os estoques sem demanda, preparar a capacidade produtiva para as vendas a serem realizadas e evitar vendas que não possam ser atendidas pela fábrica.

Para a operacionalização do processo, inicialmente, propõe-se um horizonte de planejamento de três meses, dado que o maior *lead time* de fornecimento é de 35 dias, com ciclos mensais. Vale ressaltar que é ideal que se busque um horizonte maior, para maior visibilidade das operações internas. Também é necessário definir um responsável pelas análises a serem realizadas para a reunião. Essas análises devem conter: a) previsão de demanda; b) capacidade das operações (produção; fornecimento; logística) com respectivos cenários; c) indicadores. Indica-se seguir o modelo proposto por Bremer et al. (2008),

Para a programação da produção, considera-se importante ter regras de atendimento de clientes, evitando-se *rush orders*. Em entrevista, foi detectado que todas as *rush orders* são atendidas, com pouca avaliação do impacto que isso gera na linha produtiva. Isso se justifica por haver grande capacidade ociosa, o que permite que se atenda as *rush orders* sem se prejudicar a produção que não é urgente, mas com a qual a empresa já se comprometeu. Quando a demanda aumentar, o nível de ociosidade tende a diminuir. Assim, será necessário ter políticas mais claras de *rush*

orders a serem atendidas, com regras de atendimento e os procedimentos a serem tomados para verificação de viabilidade, a fim de não prejudicar o prazo da produção não urgente. Alguns exemplos de critérios para priorização de pedidos são: a) Clientes: Curva ABC de clientes; b) Produtos: Curva ABC de produtos; c) Valor do pedido; d) Forma de pagamento do pedido; etc.

Essa etapa faz-se relevante principalmente em uma situação de crescimento de demanda e, conseqüentemente, da empresa. O crescimento pode gerar maior dificuldade de comunicação interna e diminuição da flexibilidade e responsividade das atividades operacionais, com a diminuição da capacidade ociosa. Com isso, torna-se mais importante adotar estratégias de integração funcional e regras de atendimento de pedidos.

6 | CONCLUSÕES

Com as propostas apresentadas, o caminho crítico passaria de 39 para 21,3 dias e haveria uma diminuição de 51% nos valores em estoque. Vale ressaltar que diversos custos de estoque são difíceis de ser calculados e previstos, tendo uma tendência a, na prática, uma melhor gestão de estoques trazer ainda mais benefícios do que os calculados teoricamente.

A gestão de estoques por sistema de cores possibilitará à organização estudada uma melhoria na qualidade dos estoques de fio e circuito da resistência, uma vez que ficam mais transparentes as necessidades produtivas e há maior clareza dessas para os operadores. A implementação do sistema *POLCA* contribuirá também para essa melhoria da qualidade dos estoques, diminuindo o estoque de itens sem demanda e as taxas de não atendimento de demanda por falta de estoque.

A implementação do *layout* celular tem um potencial de reduzir as movimentações na fábrica, com destaque à operação de Fio da Resistência, que atualmente é a mais afetada pelas movimentações. Além disso, também tende a trazer uma maior autonomia e responsividade para possíveis problemas na fábrica. O *S&OP* e as regras de priorização de pedidos trarão maior visibilidade a questões estratégicas, buscando garantir que elas sejam desdobradas para as áreas de vendas, produção, logística e compras. Com isso, tende a ocorrer uma diminuição nas *rush orders*, com atendimento focado no que é prioritário estrategicamente para a organização.

A partir do caso estudado, foram identificados problemas comuns à MPEs associados à gestão, capital para investimento e ao fornecimento. Entre os problemas de gestão, destaca-se aqueles relacionados à capacidade de planejar e integrar as diversas áreas e funcionários e ao grau de profissionalização da empresa. Como visto na literatura, MPE familiar tende a ter uma gestão centralizada no gestor, dificultando a estruturação e a sistematização das questões estratégicas e de um planejamento integrado e participativo. No caso estudado, essa questão impacta diretamente nos

altos volumes de estoque, na existência de *rush orders* em excesso e na falta de alinhamento entre as áreas de vendas e as de operações.

Outra limitação encontrada na MPE familiar estudada foi o grau de profissionalização da empresa, o que é recorrente nesse tipo de organização. Assim, há falta de acesso a técnicas de gestão mais atuais. Além disso, esse conhecimento fica centralizado em figuras específicas. A centralidade das decisões no gestor também dificulta que o conhecimento tácito seja explicitado e, assim, difundido na organização. Verificaram-se também limitações para investimento em novas tecnologias, que poderiam ajudar na diminuição dos tamanhos de lote e na adequação do *layout*, o que poderia auxiliar na redução do *lead time*.

As questões de fornecimento não foram analisadas detalhadamente no estudo. Mas vale ressaltar que há uma questão que tende a aparecer em MPEs, que é a capacidade de negociação com clientes e fornecedores. No caso de grandes organizações centrais em cadeias de suprimentos, essas muitas vezes têm o poder de impor aos seus clientes e fornecedores a forma de funcionamento da cadeia. No caso de organizações menores e não centrais, essa negociação vai depender da habilidade do responsável em criar sentido da sua proposta para seus clientes e fornecedores.

Para a implantação da proposta, os gestores da empresa entendem que a principal dificuldade está na falta de recursos da organização. No entanto, o *QRM* pode ser considerado adequado a esse contexto, pois possibilita que se utilizem os recursos já existentes na organização, sem grandes necessidades de investimento, e que as propostas sejam aplicadas progressivamente. Para o caso estudado, adotou-se uma estratégia de propostas intermediárias antes de se implementar o que é tido teoricamente como ideal. Assim, é possível que a organização se adapte progressivamente e vislumbre na prática o que é adequado à sua realidade.

Para estudos futuros, destaca-se a possibilidade de aplicação do *QRM* ao longo de toda a cadeia e a implantação das propostas apresentadas, com o acompanhamento dos resultados obtidos na prática de forma a confrontá-los aos teóricos. Além disso, também é importante que se estudem outras MPEs, de forma a trazer uma visão mais abrangente sobre as particularidades da adoção do *QRM* nessas organizações, lembrando que há grande heterogeneidade entre MPEs e que se deve ter especial cuidado ao se fazer generalizações sobre as dificuldades de implementação.

REFERÊNCIAS

BONANDI, M.; COPPINI, N. L.; VIEIRA JÚNIOR, M. Aplicação do mapeamento do fluxo de valor (MFV) para profissionalização de uma empresa familiar. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17, 2010, Bauru. **Anais...**Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2010. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=5> Acesso em: 10 ago. 2015.

BREMER, C. et al. O retrato do processo de Sales & Operations Planning (*S&OP*) no Brasil – Parte 1. **Revista Mundo Logística**, v. 5, n. 1, p. 68-74, jul./ago. 2008.

- ERICKSEN, P. D. et al. **Manufacturing critical-path time (MCT): the QRM metric for lead time.** Madison: University of Wisconsin-Madison, 2007. Disponível em: < <https://qrm.engr.wisc.edu/index.php/research/mct4/manufacturing-critical-path-time-mct-definition>> Acesso em: 05 ago. 2015.
- FAVONI, C.; LOPES, T. A. L.; NADALETO, T. A. Nivelamento da produção: aplicação em uma indústria metalúrgica de autopeças. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18, 2011, Bauru. **Anais...**Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2011. Disponível em: < http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=6> Acesso em: 06 ago. 2015.
- GODINHO FILHO, M. **Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura:** configuração relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados. 2004. 267 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004. Disponível em:< http://www.bdtf.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_arquivos/1/TDE-2004-07-05T06:46:54Z-130/Publico/TeseMGF.pdf> Acesso em: 29 jul. 2015.
- GODINHO FILHO, M.; HAYASHI, A. P.; RUFO, C. R. Uso da abordagem quick response manufacturing para a redução do *lead time* em uma empresa do setor calçadista. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 33, 2013, Salvador. **Anais...**Rio de Janeiro: Abepro, 2013. Disponível em:< http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STP_177_008_23231.pdf> Acesso em: 09 ago. 2015.
- HALL, R. W. **Excelência na manufatura.** São Paulo: IMAM, 1988.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M.A. **Metodologia científica.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- LAMBERT, D. M. et al. **Fundamentals of logistics management.** Nova Iorque: McGraw-Hill, 1998.
- LA-SURE. **La-Sure:** a marca da qualidade. 2011. Disponível em: < <http://www.lasureonline.com.br/>> Acesso em: 23 abr. 2014.
- NAHMA, A. Y. et al. The impact of organizational structure on time-based manufacturing and plant performance. **Journal of Operations Management**, v. 21, n.3, p. 281–306, 2003. Disponível em:< <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272696302001079>> Acesso em: 25 jul. 2015.
- RECH, G. C. **Dispositivos visuais como apoio para a troca rápida de ferramentas:** a experiência de uma metalúrgica. 2004.107 p. Trabalho do Curso (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em:< <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5017/000463280.pdf?sequence=1>> Acesso em: 28 jul. 2015.
- SERRÃO, R. O. B.; DALCOL, P. R. T. Percepção da importância de dimensões da flexibilidade de manufatura em micro e pequenas empresas. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2001, Salvador. **Anais...**Rio de Janeiro: Abepro, 2001. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEp2001_TR12_0539.pdf> Acesso em: 29 jul. 2015.
- SIM, K. L.; CURATOLA, A. P. Time-based competition. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 16, n. 7, p. 659-674, 1999. Disponível em: < <http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/02656719910268215>> Acesso em: 11 ago. 2015.
- SINGH, N. Design of cellular manufacturing systems: an invited review. **European Journal of Operational Research**, v. 69, n.3, p. 284-291, 1993. Disponível em: < http://ac.els-cdn.com/037722179390016G/1-s2.0-037722179390016G-main.pdf?_tid=3fc4a57a-4050-11e5-8030-00000aacb361&acdnat=1439315091_ba90ca42540062b8af60e32bd78f7717> Acesso em: 10 jul. 2015.
- SURI, R. **Quick Response manufacturing:** a companywide approach to reducing *lead times*. Portland: Productivity Press, 1998.

SURI, R. **It's about time**: the competitive advantage of quick response manufacturing. Madison: Productivity Press, 2010.

THURER, M.; GODINHO FILHO, M. Redução do *lead time* e entregas no prazo em pequenas e médias empresas que fabricam sob encomenda: a abordagem Worload Control (WLC) para o Planejamento e Controle da Produção (PCP). **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 19, n. 1, p. 43-58, 2012. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/gp/v19n1/a04v19n1.pdf>> Acesso em: 10 jul. 2015.

THURER, M. et al. **Competitives priorities of small manufacturers in Brazil**. *Industrial Management & Data Systems*, v. 133, n. 6, p. 856 – 874, Mar. 2013. Disponível em: < <http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/IMDS-01-2013-0049>> Acesso em : 5 jul. 2015.

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 978-85-7247-254-8

