

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

AUMENTO DA PRODUTIVIDADE NO SETOR DE TRATAMENTO TÉRMICO ATRAVÉS DA METODOLOGIA KAIZEN

John Anthony do Amaral Oliveira

RESUMO: O sequenciamento da produção se dá de fundamental importância em indústrias, uma vez que é através dessa metodologia que se constrói a melhor sequência de produção respeitando as restrições técnicas, gargalos, carga e capacidade de produção. De posse desses conceitos o presente artigo objetiva responder à seguinte questão: é possível aumentar a produtividade, no setor de tratamento térmico, sem ter a necessidade de contratar recurso extra, realizando um evento *Kaizen*? Como ferramenta fundamental ao projeto, o sistema APS (Advanced Planning Scheduling) foi utilizado, sendo necessário alimentá-lo com informações precisas e confiáveis sobre o processo. Os aspectos metodológicos seguidos foram os da pesquisa-ação e quanto a abordagem, esta foi quantitativa, por se basear em informações numéricas para as tomadas de decisões. Como resultado foi obtido uma redução de dois dias de ciclo de produção no setor resultando em um ganho de 250 mil dólares.

PALAVRAS-CHAVE: Sequenciamento da Produção; *Kaizen*; APS

ABSTRACT: The sequencing of production is fundamental in industries; through this

methodology the best sequence of production is built, respecting the technical restrictions, bottlenecks, load and production capacity. With these concepts in mind, the present article aims to answer the following question: Is it possible to increase productivity in the heat treatment sector, without having to hire extra resources, performing a *Kaizen* event? As a fundamental tool for the project, the APS (Advanced Planning Scheduling) system was used, and it was necessary to feed it with accurate and reliable information about the process. The methodological aspects followed were those of action research and the approach was quantitative because it was based on numerical information for decision-making. As a result a reduction of two days of production cycle in the sector was obtained resulting in a gain of 250 thousand dollars.

KEY WORDS: Sequencing of Production; *Kaizen*; APS

1 | INTRODUÇÃO

Hoje em dia, um gestor dispõe de várias ferramentas para auxiliá-lo na melhoria de seu negócio, a saber: *Lean manufacturing*, *Six sigma*, Teoria das restrições (TOC) dentre tantas outras, porém o gestor deve ter uma visão holística da organização e informações não

enviesadas para que possa direcionar ações objetivando o crescimento da empresa.

Uma estratégia bastante interessante é o mapeamento do fluxo de valor do produto tal qual ele se dá, para que desta forma possa ser identificado onde valor é agregado ao produto e onde há oportunidades de melhoria. Para John Shook (2002), o fluxo de valor é toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a ele.

Além do mapeamento dos processos é necessário também se atentar ao bom gerenciamento da produção, ou seja, devem-se determinar corretamente os recursos principais para a produção como máquinas, mão de obra, restrições técnicas, *mix* de produção etc., para que esses recursos possam ser utilizados em suas capacidades máximas.

Assim sendo, a administração da produção se apresenta como um método indispensável na gestão da produção, pois este objetiva diminuir os desperdícios e aumentar o valor agregado ao produto. De maneira análoga, Slack, Chambers e Johnston (2009) fomentam que as empresas devem utilizar seus recursos eficientemente de maneira que satisfaça seus consumidores, garantindo, assim, vantagem competitiva sobre seus rivais.

De posse dos conceitos acima, o presente trabalho visa aumentar a produtividade do setor de tratamento térmico através da otimização do sequenciamento da produção sem ter a necessidade de adquirir recurso adicional. Para tanto a metodologia *Kaizen* serviu como base fundamental para a condução do projeto proposto.

Em termos metodológicos, o procedimento seguido foi a pesquisa ação caracterizado pela participação e modificação do objeto de estudo por parte do autor. Quanto à abordagem, esta foi a quantitativa por buscar resultados quantificáveis por meio de coleta de dados.

O desenvolvimento deste trabalho foi organizado em cinco seções: introdução (seção 1); procedimentos metodológicos (seção 2); conceituação teórica (seção 3); o projeto (seção 4) e por fim uma breve conclusão com os resultados obtidos (seção 5).

2 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Quanto aos procedimentos técnicos utilizados, o presente artigo fez o uso da pesquisa ação. A pesquisa-ação é a produção de conhecimento guiada pela prática, com a modificação de uma dada realidade ocorrendo como parte do processo de pesquisa (Mello *et al.*, 2012). Analogamente Thiollent (2007) e Gil (2002) pontuam que neste tipo de pesquisa há ação por parte dos pesquisadores simultaneamente à pesquisa sobre o tema. De fato, houve a implantação, por parte das pessoas que estavam estudando o problema, de ações que visaram à modificação da realidade dos processos estudados.

Quanto à abordagem este se caracteriza por ser quantitativa, uma vez que os

resultados e análises foram pautados em dados numéricos. Para (Denzin; Lincoln, 2005), a pesquisa quantitativa permite a mensuração de opiniões, reações, hábitos e atitudes, por meio de uma amostra que o represente estatisticamente.

Inicialmente foi proposto um diagnóstico da área como um todo para poder ter uma visão holística da mesma, bem como para ter uma real noção de onde havia as principais perdas de produtividade. Em seguida, três grandes projetos foram propostos visando a eliminação de desperdícios e uma melhora no sequenciamento da produção.

O trabalho se desenvolveu entre os meses de setembro e outubro no setor de tratamentos especiais onde foram contemplados três principais processos, tratamento térmico (projeto piloto), banhos e conformidade e pintura.

3 | PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

Slack, Chambers e Johnston (2009) sustentam que “o planejamento e controle diz respeito à conciliação entre o que o mercado requer e o que as operações podem fornecer”. Para tanto, se faz necessário administrar diversas informações, como: estrutura do produto, roteiros de fabricação, *lead times*, previsão de demanda, materiais em estoque entre outros (TUNIBO, 2007, p.2). Ishii et al. (2011) fomentam, ainda, que empresas que utilizam esse tipo de gestão possuem processos mais eficazes, acarretando produtos mais confiáveis e padronizados.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009) as atividades de planejamento e controle da produção estão sujeitas às seguintes limitações:

- a. Limitações de custos – os produtos e serviços devem ser produzidos dentro de custos determinados;
- b. Limitações de capacidade – os produtos devem ser produzidos dentro de limites de capacidade projetados para a operação;
- c. Limitações de tempo – os produtos devem ser produzidos em um intervalo de tempo no qual ainda têm valor para o cliente; e
- d. Limitação de qualidade – os produtos devem ter conformidade aos dados limites de tolerância projetados para o produto.

Tendo em vista a quantidade de restrições que o planejamento tem de lidar como: produtos com muitos níveis de componentes e personalização, demanda irregular, tamanhos diferentes de lotes, estratégias de fabricação sob encomenda, montar sob encomenda e fabricar para estocar, volumes mais baixos e intermediários com fluxos flexíveis (KRAJEWSKI et al., 2009, *apud* Guerra 2014), realizar a tarefa de planejamento e programação sem o uso de uma ferramenta computacional seria uma tarefa árdua e imprecisa.

Ao longo dos anos sistemas computacionais cujo funcionamento está atrelado a algoritmos para calcular essas limitações estão sendo usados. A exemplo desses

sistemas o MRP e APS (Material Requirements Planning e Advanced Planning Scheduling) são bastante usados nas indústrias, estes foram evoluindo para atender a essas limitações de planejamento, integrando necessidade de materiais e capacidade das operações (GIROTTI. MESQUITA, 2016, p.1).

O MRP se difere do APS em relação à lógica de cargas, ou seja, as limitações dos processos produtivos. No MRP, considera que os recursos produtivos têm capacidades infinitas, já no APS, considera uma carga finita (GIROTTI. MESQUITA, 2016, p.2).

Por não fornecer planos de produção confiáveis, o MRP causa sérios problemas no chão de fábrica, como cargas de trabalho imprecisas, alterações de gargalos, alto níveis de estoques intermediários, baixa utilização das máquinas e entregas atrasadas (ÖZTÜRK; ORNEK; 2014, p.1).

Por lidar com uma quantidade considerável de produtos e restrições, o APS constitui uma interessante solução para os problemas de planejamento para indústria (DAVID; PIERREVAL; CAUX; 2006, p.2), entretanto para suportar tais sistemas, a organização deve ter uma infraestrutura de TI de alto desempenho (LINEA, PATRIK; 2014).

David; Pierreval; Caux; (2006, p.3) elencam três funções do APS:

- a. Parâmetros de entrada: característica dos produtos, requisito dos clientes, ordens de produção planejadas, lista de materiais necessários (BOMs), estoques, custos, restrições de processos etc;
- b. Parâmetros de saída: a saída do APS é o planejamento que contém das datas de todas as operações, atribuições de cargas aos postos de trabalho, a sequência correta, hora de uso dos equipamentos; e
- c. Parâmetros de controle: Para que o APS dê soluções confiáveis, as entradas do sistema também devem ser confiáveis, para isso é necessário inserir a disponibilidade de materiais, capacidade de máquinas e homens, nível de serviço para o cliente, estoque de segurança, custos etc.

Nos últimos anos, os sistemas APS tornaram-se ferramentas de suporte à decisão do planejamento de capacidade finita ao planejamento baseado em restrições (DAVID; PIERREVAL; CAUX; 2006), sendo assim os sistemas APS proporcionam às empresas uma visão da capacidade viável e planos de produção em diferentes níveis de decisão cada vez mais confiáveis (ÖZTÜRK; ORNEK; 2014, p.2).

3.1 Evento *Kaizen*

Kaizen é uma palavra japonesa que significa mudança para melhor. Este termo foi bastante usado pela Toyota no meados dos anos 50 e elevou a empresa a níveis jamais vistos anteriormente.

O *Kaizen* é considerado uma metodologia que visa a melhoria dos processos de forma gradual objetivando a maximização da produtividade sem aumento do custo,

se valendo para isso de pessoas de várias áreas da empresa (CAMPOS *et al.* 2016).

Chiavenatto (2000) sugere algumas etapas fundamentais para a boa condução do *Kaizen*, são elas: escolha de equipe, definição da área a ser aplicada, verificação do processo atual e implementação das melhorias, para posterior medição da eficácia.

Durante o *kaizen* a equipe, dedicada, identifica e estuda as causas-raíz dos problemas encontrados, desenvolve soluções criativas, prioriza e executa, imediatamente, as ações propostas (CHAVES, 2010).

Na etapa de identificação do processo atual são mapeadas as atividades que agregam ou não valor, Hines e Taylor (2000) Reconhecem que existem três tipos de atividades:

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

Ainda na etapa de identificação dos processos, identificam-se os desperdícios em cada um, devendo estes ser eliminados. Shingo (1996) preconiza que os desperdícios (*muda*) podem ser classificados em sete categorias diferentes. O Quadro 1 abaixo ilustra as categorias.

Desperdício (<i>Muda</i>)	Consequência
Movimentação	Movimentação excessiva e problemas ergonômicos
Transporte	Aumento no tempo de execução e esforço
Defeitos	Alto custo de não qualidade
Estoque	Obsolescência e alto custo de manutenção
Superprodução	Excesso de inventário
Espera	Longos <i>lead times</i>
Procedimentos inapropriados	Baixa qualidade e produtividade

Quadro 1 - Os sete desperdícios

Fonte: adaptado de Shingo (1996)

Por ser um projeto que envolve mudanças operacionais de curto prazo e engajamento das pessoas, Liker (2009) defende que a liderança exerce fundamental influencia no sucesso do *kaizen*, devendo esta sempre apoiar esses eventos.

Variados são os setores e processos cuja aplicação é possível. A exemplo disso Glover *et al.* (2013) descrevem, em seu artigo, os resultados positivos de 16 empresas que utilizam a metodologia *kaizen* nos setores industriais, eletrônicos, aeroespacial, financeiro, entre outros.

Analogamente Barril *et al.* (2016) também reportaram resultados satisfatórios pela utilização do *kaizen*, não no setor industrial e manufatureiro, mas em um hospital, sendo observado uma redução do atraso do tratamento dos pacientes em 74%.

4 | O PROJETO

A empresa estudada é do ramo industrial aeronáutico, possui aproximadamente 600 funcionários e faz parte de um grupo, multinacional, mais amplo. Por ser de grande porte, a cultura de melhoria contínua já é bastante enraizada havendo, assim, um grande patrocínio da alta liderança.

A empresa é dividida em tratamentos especiais (que engloba a área estudada), usinagem, montagem e processos de apoio como engenharias, planejamento e controle da produção e logística.

O diretor da unidade demandou um diagnóstico objetivando a identificação dos principais pontos a serem melhorados visando aumento da produtividade para absorver a demanda futura dos novos produtos.

As áreas de usinagem, montagem e logística haviam tido projetos de melhoria em seus processos recentemente. Portanto, o setor de tratamentos especiais foi o escolhido para ser realizado o diagnóstico.

4.1 O diagnóstico

O tratamento especial é composto por três principais processos que são: tratamento térmico, banhos (cádmio, níquel, prata entre outros) e pintura e conformidade final. Esta área contempla 74 operadores em sua maioria em dois turnos.

Para compor o diagnóstico, foi reunido dez pessoas durante uma semana, das quais faziam parte: engenharia de processos e qualidade, operadores, supervisores, logística, planejamento da produção e especialistas *lean*.

A intenção primeira foi mapear o fluxo de valor dos produtos mais representativos, coletar todos os indicadores pertinentes aos processos e identificar os principais *gaps* dos mesmos, para então analisar e identificar os pontos a serem melhorados.

Duas famílias, de aço e alumínio, foram escolhidas por serem responsáveis pela maior demanda. Para a família do aço foram mapeados 25 processos e para a família do alumínio, 13 processos. Para todos os processos 16 Indicadores foram coletados e mapeados. Os dados foram plotados em dois painéis, na parede, de forma que ficasse de fácil visualização para todos.

A identificação dos pontos de agregação de valor se deu no *genba (in loco)*, ou seja, todos os 74 operadores, e todos os processos, foram acompanhados e suas atividades foram registradas nas categorias: agrega valor, não agrega valor e não agrega valor, porém necessário.

Depois de mapeado todos os processos, uma análise sobre os dados se fez

necessário. Para isso, todos os integrantes foram reunidos e cada processo foi analisado os *gaps* existentes entre o real e planejado. Os indicadores que apresentavam maiores discrepâncias foram os tempos de ciclo, os quais estavam excedendo o planejado afetando o restante da fábrica.

Para a família do alumínio os dados mostravam que o tratamento térmico estava praticando um ciclo acima do planejado (3,8 dias ao invés de 3) e que 68% dos materiais que passavam pelo tratamento térmico saiam com atraso, sendo assim responsável por aumentar em 26% o atraso para o restante dos processos da fábrica.

Para a família do aço os dados mostravam que o setor dos banhos também estava praticando um ciclo acima do planejado (3,7 dias ao invés de 1) e que 74% dos materiais saiam com atraso.

Como conclusão foi decidido que era necessário um projeto nas áreas de tratamento térmico e banhos e conformidade final (uma vez que mais materiais chegariam à essa etapa), cujo objetivo era a redução do ciclo de fabricação das peças. Outro fator importante era o sequenciamento da produção. Os recursos apresentaram uma baixa taxa de utilização havendo a oportunidade de utilizá-los em sua totalidade, assim, aumentando a produtividade.

Por ser de menor complexidade, se comparado aos banhos, o tratamento térmico foi o escolhido como o projeto piloto

4.2 Aplicação do *Kaizen*

O setor de tratamento térmico trabalha em três turnos e possui cinco funcionários responsáveis por seis fornos e duas estufas. Nesta área são feitos os processos de têmperas, revenimento, austenitização, alívio de tensão entre outros, sendo responsável pela entrada de toda a matéria prima que é enviada para a usinagem e de algumas peças enviadas para subcontratos.

Os fornos são circulares, fixos ao chão, onde as peças que são colocadas precisam de amarrações de arames para que possam ser içadas ao final do processo. Toda vez que é colocada alguma peça no forno é obrigatório um registro, por parte do operador, da hora, temperatura, quem o fez e as características da peça.

Para o *kaizen* os mesmos participantes do diagnóstico participaram durante duas semanas e foi dividido em três principais frentes:

- a. Planejamento da produção, analisando como era feito o sequenciamento dos fornos.
- b. Produção que analisou os desperdícios dos operadores em suas atividades diárias; e
- c. Qualidade, que mapeou os processos com maiores não conformidades.

Para a frente de planejamento, dois principais problemas tiveram destaque, foram eles: utilização dos fornos e estufas (sequenciamento do produção) e falta de

padronização das temperaturas.

As peças que entravam nos fornos tinham que seguir uma mesma receita, ou seja, devia respeitar certa temperatura, tempo de aquecimento, tipo de liga, tempo de resfriamento.

Antes ao *Kaizen* quem escolhia qual peça iria entrar no forno era o operador. Ele tinha que procurar a peça e agrupar de acordo com a receita. Muitas vezes por não completar o forno, o operador deixava a peça “esperando” até que outra da mesma receita chegasse para que o forno fosse utilizado em sua totalidade. Isso acarretava em fornos parados e consequentemente aumento do ciclo de produção.

O segundo principal problema eram as temperaturas. Entre as cargas, os fornos deviam esfriar ou aquecer e isso consumia um tempo considerável de produção. Como o operador montava as cargas com o que tinha disponível, ele não se atentava aos resfriamentos ou aquecimentos, perdendo tempo de *setup*. O tempo máximo mapeado chegou a quatro horas de resfriamento entre uma carga e outra.

A Figura 1 ilustra a variação de temperatura dos fornos entre os processos. Por não haver uma padronização, ora o processo é em uma temperatura elevada, ora em temperatura baixa, assim, havendo um tempo considerável de *setup* por conta dos aquecimentos e resfriamentos do forno.

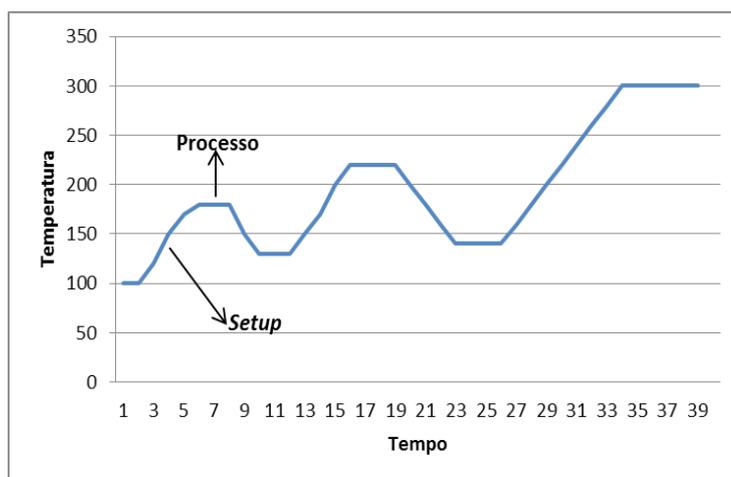


Figura 1 - Exemplificação das mudanças de temperatura

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados coletados

As ações de planejamento foram todas voltadas ao sequenciamento da produção para que esta não dependesse do operador. Para isso o sistema APS foi utilizado. Ele é capaz de calcular 35 restrições simultaneamente para realizar a priorização das peças a serem trabalhadas, bastando, portanto, alimentá-lo com informações relevantes e atualizadas.

Com relação às restrições encontradas e adicionadas ao sistema APS, estas foram: tamanho da peça, tamanho do forno, quantidade de cada peças nos fornos, liga dos materiais, tipo de material, tempo de processamento, tempo de resfriamento, sequencia de processos e dispositivos de inserção nos fornos.

Para todas as peças, foram inseridas essas informações no sistema e ele era encarregado de sequenciar e montar as cargas que poderiam ser processadas ao mesmo tempo, sempre visando a máxima utilização dos fornos e o mínimo *setup* entre elas.

Ainda com o intuito de maximizar os fornos, foram analisados os tempos de resfriamento e aquecimento dos mesmos, sendo esta lógica também inserida no APS. Para tanto se priorizou cargas que iriam aumentar, gradativamente, de temperatura para que depois fosse abaixando, obtendo ganho de *setup*, como mostrado na Figura 2.

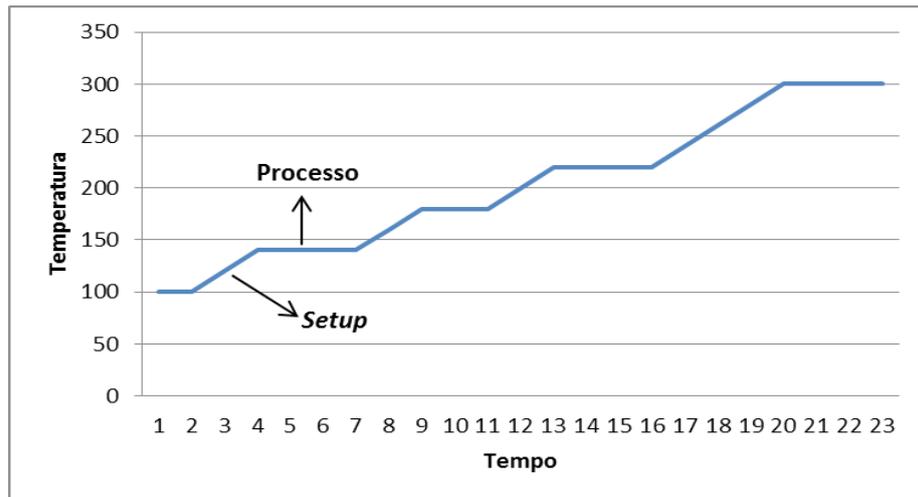


Figura 2 Aumento gradativo de temperatura

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados coletados

A frente produção teve início na análise dos desperdícios dos cinco operadores para saber onde eles perdiam mais tempo. A Figura 3, abaixo, demonstra os resultados obtidos. As três principais atividades (68%) tiveram foco durante o *kaizen* havendo ação para reduzir seus tempos, aumentando, assim, o tempo de agregação de valor por parte do operador.

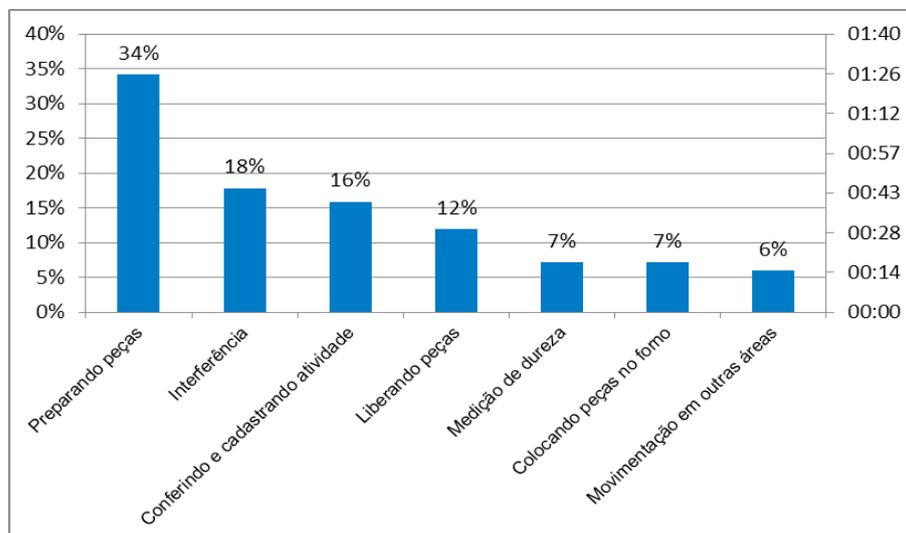


Figura 3 - Principais desperdícios

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados coletados

A preparação de peças (*setup*) ocupava uma parcela bastante considerável do tempo dos operadores, pois todas as peças deveriam ser amarradas, com arames, para então entrarem nos fornos. Tal atividade ainda era acompanhada por uma grande movimentação para pegar os arames e ferramentas, que muitas vezes não ficam próximas aos operadores. Além disso, algumas eram preparadas sem que o forno estivesse cheio, ocasionando não utilização do mesmo.

Outra atividade que prejudicava o operador eram as interferências. Elas eram devido à falta de priorização que havia, ou seja, de tempos em tempos, o monitor pedia para preparar uma peça que não estava em vias de entrar no forno, isso acarretava maior movimentação, para procurar a peça solicitada e baixa utilização do forno, pois este ficava parado esperando até que o operador encontrasse e preparasse a peça.

A terceira atividade que mais demandava tempo do operador era a conferência e cadastro das atividades no sistema. Como parte do trabalho padrão, todas as atividades deveriam ser cadastradas no sistema (suas temperaturas, horas, datas, chapa do operador etc.), para tal, o operador fazia essas atividades manualmente, ou seja, ele digitava todos os campos. Isso acarretava perda de tempo e um possível erro de cadastro que se não fosse percebido, poderia inutilizar a peça tratada, havendo, assim uma não conformidade.

O principal problema foi reduzido com a criação de uma área de preparação de cargas. Nesta área foram aproximados todos os recursos que o operador necessitava para a realização da preparação como: arames, alicates, carrinhos de movimentação, local para logística entregar peças e computador para o cadastro das entradas das cargas. Além da aproximação, uma pessoa dedicada a preparar as cargas, geradas pelo APS, antecipadamente também foi fundamental para o total funcionamento dos fornos.

Com a priorização feita pelo *software* as interferências feitas pelo monitor no sentido de priorizar outras peças, foram eliminadas, uma vez que o APS já sequenciava de acordo com as restrições do processo e de acordo com as necessidades dos próximos processos da fábrica. Desta maneira, o operador só preparava as peças que estava pedindo na lista.

Para o cadastro manual do operador, foi proposto um leitor de código de barras, em que o operador só precisava passar o leitor nos roteiros de produção para que as informações fossem transferidas para o sistema, evitando desta maneira a perda de tempo por parte do operador e garantindo a confiabilidade da informação inserida no sistema.

A frente qualidade ficou responsável em garantir que a área de tratamento térmico não gerasse não conformidade. Em média, em 2017, o tratamento gerava quase US\$7 mil de não qualidade. Os engenheiros da qualidade ficaram responsáveis em mapear os processos e prevenir os possíveis erros que poderiam ocorrer, assim foi desenvolvido um PFMEA dos processos de aço e alumínio buscando atacar os maiores riscos.

5 | RESULTADOS E CONCLUSÕES

Após ter proposto as ações para os problemas citados, um teste foi necessário para validar a eficácia. Para tanto, uma semana de teste foi transcorrido ao fim da semana de análise, assim os novos métodos foram postos em prática e validados pelos operadores.

Como ganho foi constatado uma redução de dois dias de ciclo para ambos os processos, com isso acarretando em uma redução de 250 mil dólares (resultado validado pelo setor de planejamento da empresa).

Ganho de movimentação dos operadores também foi observado, uma vez que foram aproximados todos os recursos para perto dos mesmos. Além disso, foi definido um local para a logística entregar os materiais separando por forno, facilitando, desta maneira, a procura por peça.

A utilização dos fornos também aumentou consideravelmente, pois o sistema APS passou a agrupar as receitas considerando o menor tempo de *setup* dos fornos.

Desta forma a problemática inicial foi respondida positivamente, ou seja, é possível aumentar a produtividade do setor, através do evento *kaizen*, sem haver a necessidade de adquirir recursos extras.

Como fatores que facilitaram a condução do *kaizen* foram a forte cultura para a melhoria contínua dos processos existentes na empresa, bem como o grande apoio dos líderes.

REFERÊNCIAS

BARIL, C. ; GASCON, V. ; MILLER, J. ; CÔTÉ, N. **Use of a discrete-event simulation in a Kaizen event: A case study in healthcare**, European Journal of Operational Research, v.249,n. 1, p. 327-339. Fev. 2016.

CAMPOS, V. M. K.; et al. **Introduction of lean manufacturing philosophy by kaizen event: case study on a metalmechanical industry**, Independent Journal of Management & Production, v.7, n. 1, p. 151-167. Mar. 2016

CHAVES, J. **Melhores Práticas para Garantia de Sustentabilidade de Melhorias Obtidas Através de Eventos Kaizen**. 2010. 149 p. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção) Universidade de São Paulo, São Carlos.

CHIAVENATTO, I. **Administração, teoria, processo e prática**, São Paulo: Makron Books, 2000.

DAVID, F. ; PIERREVAL, H. ; CAUX, C. **Advanced planning and scheduling systems in aluminum conversion industry**. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, v.19, n. 7, p. 705-715. Out. 2006.

DENZIN, N. K. & LINCOLN, Y. S. **Handbook of Qualitative Research**. Thousand Oaks: Sage, 2005.

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

GIROTTI, L.J. ; de MESQUITA, M.A. **Simulação e estudos de caso no ensino de planejamento e**

controle da produção: Um *survey* com professores da Engenharia de Produção, *Produção*, 1, v.26, n. 1, p.176-189. Jan. 2015.

GLOVER, W. J.; LIU, W.H.; FARRIS, J.A; AKEN, E.M.V., **Characteristics of established kaizen event programs: an empirical study**, *International Journal of Operations & Production Management*, v. 33, p.1166-1201. 2013.

GUERRA, R. M. A.; SILVA, M. S. & TONDOLO, V. A. G. **Planejamento das necessidades de materiais:** ferramenta para a melhoria do planejamento e controle da produção. *GEPROS: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 9, n. 3, p. 43-60. 2014.

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

ISHII, F.T.; et al. **Ensino de Planejamento e Controle de Produção como ferramenta para inclusão social.** *GEPROS: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v.6, n. 4, p. 157-167. 2011.

LIKER, JEFFREY, **A cultura Toyota:** a alma do modelo Toyota; tradução Francisco Araújo da Costa. Porto alegre: Bookman, 2009.

LINEA K. I., PATRIK J., **When should advanced planning and scheduling systems be used in sales and operations planning?**, *International Journal of Operations & Production Management*, v. 34, n. 10, p.1338-1362, 2014.

MELLO, C., H., P.;et al.. **Pesquisa-ação na engenharia de produção:** proposta de estruturação para sua condução. *Produção*, v.22, n.1, p.1-13. 2012.

ÖZTÜRK, C.; ORNEK, A. M. **Operational extended model formulations for Advanced Planning and Scheduling systems**, *Applied Mathematical Modelling*, v.38, n.1, p.181-195, Jan. 2014.

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

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** Atlas, 2009.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação.** 15. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

TUBINO, Dalvio. Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção.** 2.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

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