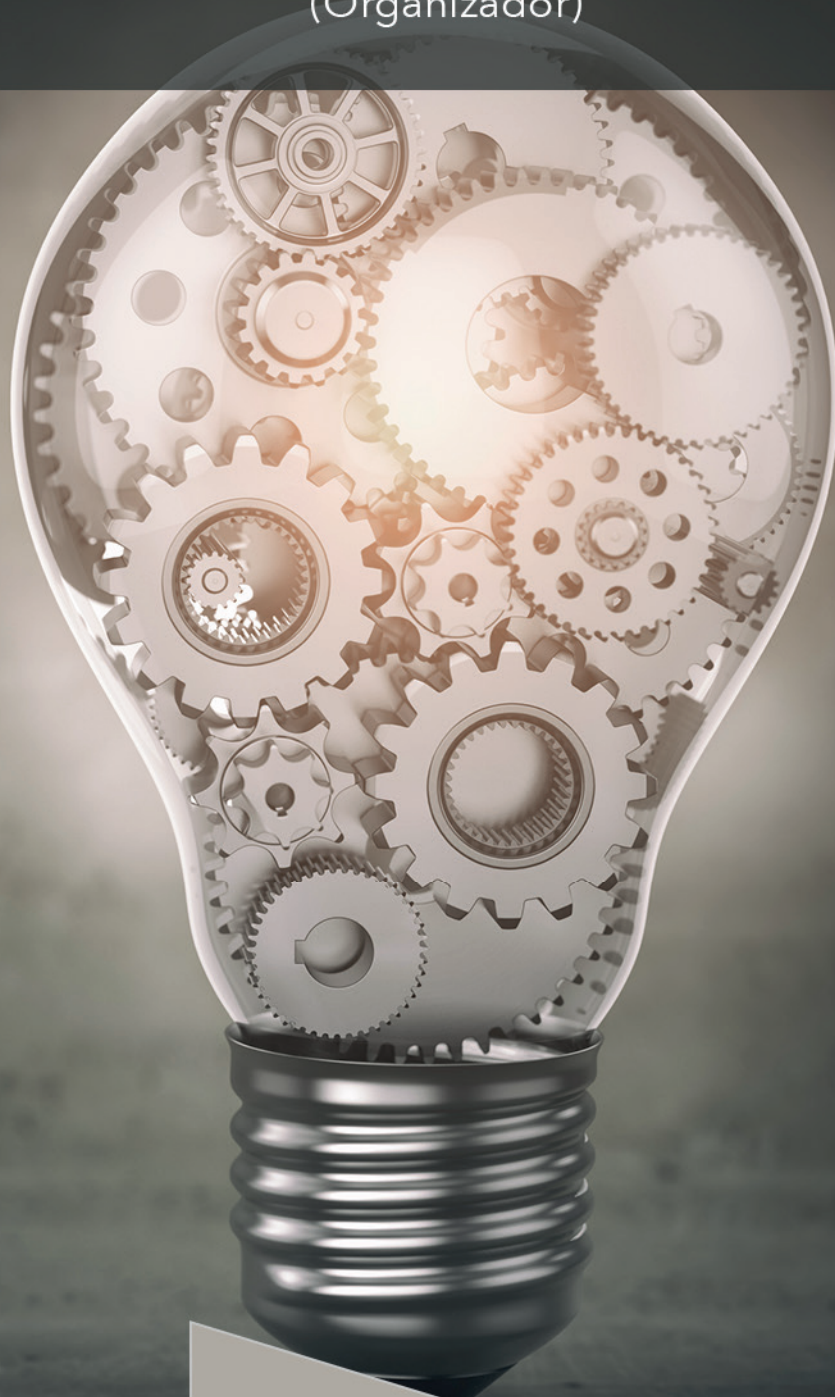


# A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 3

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)



 **Atena**  
Editora

Ano 2018

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)

# A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 3

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)

M149e Machado, Marcos William Kaspchak  
A engenharia de produção na contemporaneidade 3 [recurso eletrônico] / Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (A Engenharia de Produção na Contemporaneidade; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-000-1

DOI 10.22533/at.ed.001180912

1. Engenharia econômica. 2. Engenharia de produção.  
3. Pesquisa operacional. I. Título.

CDD 658.5

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

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

2018

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

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

## APRESENTAÇÃO

A obra “*A Engenharia de Produção na Contemporaneidade*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. O volume III apresenta, em seus 25 capítulos, os novos conhecimentos para a engenharia de produção nas áreas de engenharia econômica e pesquisa operacional na tomada de decisão.

As áreas temáticas de engenharia econômica e pesquisa operacional na tomada de decisão, 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.

Tanto as ferramentas da engenharia econômica, como os estudos da pesquisa operacional, auxiliam no processo de tomada de decisão, tornando-as mais assertivas e economicamente eficientes.

Este volume dedicado à aplicação da engenharia econômica e pesquisa operacional na tomada de decisão traz artigos que tratam de temas emergentes sobre a gestão de custos e informações econômicas, análise de viabilidade, gestão financeira e de desempenho, pesquisa operacional e aplicação de métodos multicritério na tomada de decisão.

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 novos 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

### APLICAÇÃO DA ENGENHARIA ECONÔMICA E PESQUISA OPERACIONAL NA TOMADA DE DECISÃO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
GESTÃO DE CUSTOS DA PRODUÇÃO	
Ivisson de Souza Tasso	
Isabella Tamine Parra Miranda	
João Luiz Kovaleski	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0011809121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
A RELEVÂNCIA DA INFORMAÇÃO CONTÁBIL PARA A TOMADA DE DECISÃO NAS EMPRESAS DE FRANCISCO BELTRÃO.	
Andressa Bender	
Robson Faria Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0011809122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
REDUÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO/CERTIFICAÇÃO DE SPIE (SERVIÇO PRÓPRIO DE INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS).	
Cleiciano Berlano Miranda de Oliveira	
Leonardo Gomes Machado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0011809123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
APLICAÇÃO DO CUSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE NA IDENTIFICAÇÃO DO MOMENTO ÓTIMO PARA A SUBSTITUIÇÃO DE UMA COLHEDORA DE CANA-DE-AÇÚCAR	
João Matheus Coimbra Stortte	
Márcio Jacometti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0011809124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>50</b>
ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS EM UMA PROPRIEDADE RURAL PRODUTORA DE CAFÉ NO INTERIOR DE MINAS GERAIS	
Gabriela Vilas Boas Pini	
Priscila Nayara Gonçalves	
Gabriela Azevedo Motta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0011809125</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>60</b>
AÇÕES ESTRATÉGICAS EM UMA IMPORTADORA DE ARTIGOS PARA ILUMINAÇÃO: UM ENFOQUE NA VARIAÇÃO CAMBIAL	
Guilherme Mendes Fernandes	
Eduardo Loewen	
Elisete Santos da Silva Zagheni	
Janaina Renata Garcia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0011809126</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>71</b>
CALIBRAÇÃO DO PARÂMETRO DE SUAVIZAÇÃO DO FILTRO L1 PARA UMA POSSÍVEL	

ESTRATÉGIA DE INVESTIMENTOS.

Maria Simone Alves da Silva  
Andrew de Jesus Freitas Silva  
Fernando Luiz Cyrino de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.0011809127**

**CAPÍTULO 8 ..... 82**

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO FUTURO DO PREÇO DO CIMENTO PORTLAND CP IV

Bianca Reichert  
Adriano Mendonça Souza

**DOI 10.22533/at.ed.0011809128**

**CAPÍTULO 9 ..... 92**

PERFORMANCE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO SETOR DE PAPEL E CELULOSE BRASILEIRO:  
TESTANDO A INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS MACROECONÔMICAS VIA METODOLOGIA DE TODA  
E YAMAMOTO E REDES NEURAIS ARTIFICIAIS.

Pedro de Moraes Rocha  
Vitória Gomes da Costa  
Yasmin Leão Sodré Soares  
Daiane Rodrigues dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.0011809129**

**CAPÍTULO 10 ..... 115**

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE AS EXPECTATIVAS MACROECONÔMICAS BRASILEIRAS  
DIVULGADAS NO RELATÓRIO FOCUS E OS ÍNDICES SETORIAIS DA B3

Stéfan Thomassen Andrade  
Mirela Castro Santos Camargos  
Marcos Antônio de Camargos

**DOI 10.22533/at.ed.00118091210**

**CAPÍTULO 11 ..... 133**

MAPEAMENTO DE FERRAMENTAS ORIUNDAS DA CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO QUE BUSQUEM  
AUTOMATIZAR, APOIAR OU MODELAR PROBLEMAS DAS ORGANIZAÇÕES NO SEGMENTO  
FINANCEIRO

Wagner Igarashi  
Deisy Cristina Corrêa Igarashi

**DOI 10.22533/at.ed.00118091211**

**CAPÍTULO 12 ..... 149**

MAPEAMENTO DO PERFIL DE NOVOS INVESTIDORES DO MERCADO DE VALORES MOBILIÁRIOS  
BRASILEIRO

Estevão Cristian da Silva Leite

**DOI 10.22533/at.ed.00118091212**

**CAPÍTULO 13 ..... 165**

APLICAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA NA MAXIMIZAÇÃO DO LUCRO DE UMA  
EMPRESA DO SETOR DE BELEZA E ESTÉTICA

Weverton Silveira de Almeida  
Marilane Elias da Silva  
Nicolás Victor Martins dos Santos  
Lana Muriela Ribeiro  
Stella Jacyszyn Bachega

**DOI 10.22533/at.ed.00118091213**

<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>178</b>
UM ESTUDO COMPUTACIONAL DO PROBLEMA DE AGRUPAMENTO COM SOMA MÍNIMA DE DISTÂNCIAS	
Augusto Pizano Vieira Beltrão José André de Moura Brito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.00118091214</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>190</b>
APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO DINÂMICA NA ANÁLISE DO ESTOQUE DE UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA	
Everton Ortiz Rocha Michell Eduardo Dallabrida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.00118091215</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>199</b>
PROBLEMA DE PORTFÓLIO DE MÉDIO PRAZO PARA UM GERADOR HIDROELÉTRICO	
Tiago Forti da Silva Leonardo Nepomuceno	
<b>DOI 10.22533/at.ed.00118091216</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>212</b>
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO ERRO DE PREVISÃO DA TEMPERATURA SOBRE O ERRO DE PREVISÃO A CURTO PRAZO DA CARGA ELÉTRICA	
Anna Cláudia Mancini da Silva Carneiro Henrique Steinherz Hippert	
<b>DOI 10.22533/at.ed.00118091217</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>222</b>
APLICAÇÃO DO MÉTODO HÍBRIDO ARIMA-RNA PARA A PREDIÇÃO DOS CUSTOS DE INTERNAÇÃO PELO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE NA CIDADE DE SÃO PAULO	
Nayara Moreira Rosa João Chang Junior Cláudia Aparecida de Mattos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.00118091218</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>234</b>
APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS: MELHORIA DO ATENDIMENTO DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO MARIA APARECIDA PEDROSSIAN	
Fernando Rocha Passos Júnior Lilian Milena Ramos Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.00118091219</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>245</b>
A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO AHP NA PRIORIZAÇÃO DE ORDENS DE SERVIÇO: O ESTUDO DE CASO NA PREFEITURA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA	
Nathan Nogueira Freitas Marcos Vilarindo Paeslandim Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.00118091220</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>259</b>
ANALYTIC HIERARCHY PROCESS COMO FERRAMENTA DE APOIO A SERVICIZAÇÃO E POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO DE RESTAURANTES	
Wellington Goncalves	

Rodrigo Randow de Freitas  
Fernando Nascimento Zatta  
Keydson Quaresma Gomes

**DOI 10.22533/at.ed.00118091221**

**CAPÍTULO 22 ..... 272**

UTILIZAÇÃO DO AMD NA ESCOLHA DE UM SISTEMA ERP VISANDO A EXPANSÃO DE UMA EMPRESA DO VAREJO PARA O ECOMMERCE

Ingrid Dantas Silva  
Marcos Santos  
Marcone Freitas Reis

**DOI 10.22533/at.ed.00118091222**

**CAPÍTULO 23 ..... 286**

REVISÃO BIBLIOMÉTRICA SOBRE A ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO NA ÁREA DA SAÚDE

Deyse Gillyane Gomes Camilo  
Talita Dias Chagas Frazão  
Ricardo Pires de Souza  
Bruno Cesar Linhares  
Adeliane Marques Soares  
Amanda Gomes de Assis

**DOI 10.22533/at.ed.00118091223**

**CAPÍTULO 24 ..... 300**

ANÁLISE DO PROCESSO DE PREMIAÇÃO DAS ÁREAS INTEGRADAS DE SEGURANÇA NO RIO DE JANEIRO: UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO

Marcio Pereira Basilio  
Valdecy Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.00118091224**

**CAPÍTULO 25 ..... 321**

APLICAÇÃO DE MÉTODO MULTIPARAMÉTRICO COMO AUXÍLIO À AVALIAÇÃO DE NECESSIDADE DE SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES

Marcelo Antunes Marciano  
Eliezer Knob de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.00118091225**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 329**



## APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO DINÂMICA NA ANÁLISE DO ESTOQUE DE UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA

**Everton Ortiz Rocha**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira – Paraná

**Michell Eduardo Dallabrida**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira – Paraná

**RESUMO:** O controle dos recursos produtivos vem sendo tratado com muita ênfase atualmente. Apesar de os recursos materiais mantidos em estoques proporcionam segurança em um ambiente incerto e de grande complexidade, entretanto acarretam em custos, imobilizam o capital financeiro da empresa, ocupam espaço físico que poderia ser destinado à produção, deterioram-se e tornam-se obsoletos. Há na bibliografia diversos estudos, referentes aos sistemas de manutenção de estoques, estes estudos visam projetar, programar e gerenciar um sistema de manutenção de estoques considerando suas diversas características como: demanda prazo de planejamento, restrições do sistema e os custos relativos ao estoque. Neste trabalho pretende-se construir um modelo que considere a capacidade de uma empresa ajustar seu processo produtivo com a demanda. Para a solução do problema é recorrida a uma técnica de otimização que podem ser modelado em uma sequência de estados (Programação Dinâmica).

**PALAVRAS CHAVE:** Pesquisa Operacional. Indústria Moveleira. Programação Dinâmica.

**ABSTRACT:** The control of the productive resources comes currently being deal with much emphasis. Although the kept material resources in supplies provide security in an uncertain environment and of great complexity, however causes costs, immobilizes the financial capital of the company, occupies physical space that could be destined to the production, deteriorates and becomes obsolete. It has in the bibliography diverse studies, referring to the systems of maintenance of supplies, these studies aim at to project, to implement and to manage a system of maintenance of supplies considering its diverse characteristics as: demand, deadline of planning, the relative restrictions of the system and costs to the supply. In this work it is intended to construct a model that considers the capacity of a company to adjust its productive process with the demand. For the solution of the problem it is appealed to one technique of optimization that can be shape in a sequence of states (Dynamic Programming).

**KEY-WORDS:** Operational Research. Furniture Industry. Dynamics Programming.

## 1 | INTRODUÇÃO

O setor moveleiro brasileiro vem crescendo nos últimos anos, alavancando empresas de pequeno porte nesse segmento. Segundo a Abimóvel (2007), a indústria brasileira de móveis é formada por mais de 16 mil micros, pequenas e médias empresas que geram mais de 206 mil empregos.

Essas organizações por mais simples que pareçam no processo produtivo, lidam com o gerenciamento de materiais entre suas diversas operações e estes devem ser adequadamente equacionados. O produto deve estar disponível para comercialização, com a qualidade exigida pelo cliente, dentro do prazo previsto, entretanto não pode perder a competitividade, o capital investido deve ser rentável para empresa.

Davis *et al.* (2001, p.469), afirma que o estoque é definido como sendo “a quantidade de qualquer item ou recurso utilizado na organização”. Já Moreira (1993, p.463), por sua vez, entende por estoque “quaisquer quantidade de bens que sejam conservados, de forma improdutiva, por algum intervalo de tempo”.

Na realização de suas atividades as empresas necessitam administrar diversos tipos de materiais. Os estoques podem ser classificados em 3 categorias: estoques de matérias-primas, estoques de produtos em processo e estoques de produtos acabados. A manutenção desses estoques depende intrinsecamente da natureza dos estoques.

As justificativas para administração de estoques de matérias primas são a facilidade de planejamento do processo produtivo, manutenção do melhor preço do produto e a prevenção de uma eventual falta de materiais e a obtenção de descontos de compra para grandes volumes (NAPIERALA, 2009).

Entretanto a manutenção e gerenciamento dos estoques também geram custos, risco de obsolescência do produto, tal como imobilização do capital financeiro. As suas operações dependendo do nível da empresa e de sua relação na cadeia de suprimentos, apresentam dificuldades de operação, isso devido a encontrar quais níveis manter os níveis de estoque, e a frequência de transporte e como deve ser o planejamento e controle da produção, de forma a minimizar os custos globais.

De forma que a gestão de grandes volumes seja questionada nos dias de hoje, técnicas alternativas vêm surgindo como o conceito de *supplychain management*, ele ajuda reduzir custo, representando alternativas para falta de materiais. Adicionalmente através de contratos futuros para se proteger das oscilações nos preços dos insumos.

Aliada a isso as técnicas de Pesquisa Operacional como a Programação Dinâmica (PD) se mostram úteis para encontrar opções para a tomada de decisão, quanto ao as ordens de compra, níveis de estoque, a fim de se obter o menor custo. A programação Dinâmica pode tratar de variáveis determinísticas ou estocásticas, dependendo da sazonalidade da demanda, o nosso caso é determinístico. O caso estudado em questão nesse trabalho visa encontrar alternativas para o gerenciamento dos estoques em uma indústria moveleira do oeste do Paraná.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Pesquisa Operacional

A Pesquisa Operacional surgiu durante a segunda guerra mundial, quando equipes de pesquisadores britânicos decidiram tomar decisões amparadas em bases científicas, sobre como melhor utilizar os recursos materiais na guerra para resolver determinados problemas de operações militares. As técnicas se mostraram bem apresentaram grande efetividade, tanto que findada a guerra, diversas operações militares foram aproveitadas na área civil (TAHA, 2008).

As técnicas da Pesquisa Operacional lidam com problemas e como resolvê-los em certas operações em uma organização e tem sido aplicadas nas áreas mais diversas tais como: Indústria, transportes, telecomunicações, finanças, serviços públicos, operações militares etc. (MOREIRA, 2010).

Para resolução dos problemas a PO utiliza métodos analíticos para ajudar os tomadores de decisões sobre quais são as melhores alternativas a qual escolher. Diversas técnicas são utilizadas na resolução dos problemas como a modelagem matemática, por exemplo, através do qual os executivos tem o poder tomar decisões baseados em dados mais completos e considerando a todas ou senão a maioria das soluções possíveis.

“A programação dinâmica (PD) é uma técnica matemática de utilidade frequente para se tomar uma sequência de decisões inter-relacionadas” (LOESCH; CLAUDIO, p.149, 2009).

Segundo TAHA (2008), a Programação Dinâmica (PD), gera uma solução ótima de um problema de multivariáveis decompondo o problema em estágios, no qual são subproblemas de uma variável. O que se torna uma vantagem o método, pois realiza o processo de otimização em apenas uma variável de cada vez, facilitando os cálculos.

Um problema de Programação Dinâmica tem a seguinte conceituação:

- a. Etapas: Diferentes níveis de divisão de um problema, em cada problema se estabelece um plano de divisão.
- b. Estados: Cada etapa tem associado um número de estados, em geral os estados são as várias condições possíveis que um sistema pode apresentar em uma dada etapa.
- c. Segundo determinado plano seu efeito é alterar o estado corrente do sistema, associado a etapa seguinte até o um limitante desejado.
- d. Princípio de Otimalidade: Esse princípio rege a programação dinâmica, ou seja, para um problema ser resolvido por esta técnica esse princípio deve ser seguido. O estado de conhecimento final do sistema deve conter toda a informação prévia do seu comportamento, necessária para determinar o plano ótimo por meio dele.

- e. Recursividade: É uma relação funcional que identifica o plano ótimo para cada estado na etapa genérica  $n$ , dado o plano ótimo para etapa  $(n+1)$ . Esta relação varia com o problema em causa.

## 2.2 Gestão de Estoque

Coordenar o fluxo de bens e serviços entre instalações físicas é um dos principais focos na gestão da cadeia de suprimentos. Decidir quanto e como movimentar os produtos é preocupação constante e também onde comprar a matéria prima, e quanto produzir, em quais níveis manter os estoques para manter os custos nos menores níveis possíveis (BALLOU, 2006).

A gestão de estoques é uma área essencial para uma boa administração de qualquer empresa voltada para a produção ou para vendas, onde o desempenho dessa área se reflete em toda a organização afetando imediatamente os resultados comerciais e financeiros (FRACISCHINI et al, 2002).

Para Dias (1995), o principal objetivo do controle de estoque é otimizar o controle do inventário, utilizando os recursos internos da maneira mais eficiente, minimizando o capital investido em estoque.

Os estoques são recursos ociosos que possuem valor econômico, os quais representam um investimento destinado a incrementar as atividades de produção e servir aos clientes. Entretanto, a formação de estoques consome capital de giro, que pode não estar tendo nenhum retorno do investimento efetuado e, por outro lado, pode ser necessário com urgência em outro segmento da empresa, motivo pelo qual o gerenciamento deve projetar níveis adequados, objetivando manter o equilíbrio entre estoque e consumo.

Uma das primeiras medidas práticas, válidas até hoje, para equacionar a problemática do quanto e quando ressuprir foi a adoção de procedimentos como grau de controle, tamanho do estoque e quantidade de reposição, norteados pelos critérios da classificação ABC, conforme demonstra a Figura 1 (VIANA, 2002).

Classe	Média registrada nas empresas		Grau de controle	Tamanho do estoque	Procedimentos e constância de reposição
	Quantidade (% de itens)	Valor (% de R\$)			
A	10-20%	70-80%	Rígido	Baixo	Frequentes, revisões constantes e rigorosas.
B	30-40%	15-20%	Normal	Moderado	Pedidos normais, algum acompanhamento.
C	40-50%	5-10%	Simples	Grande	Pedidos espaçados, suprimento para 1 a 2 anos.

Já Peinado (2007) descreve de uma forma simplificada que, onde existe necessidade de materiais não existir estoques. Os materiais são formadores naturais de estoques, que muitas vezes representam valor de capital e precisam ser administrados de forma correta, sob pena de afetarem negativamente o desempenho da empresa, provocando comprometimento à sua lucratividade. Ele separa os tipos de estoques em três categorias:

- a. Estoques cíclicos existem somente, e tão somente, porque a produção ou compra de material se dá em lotes, ou bateladas, que proporcionam economias que compensam os custos associados à manutenção deste tipo de estoque. Geralmente, não é compensador ligar uma grande máquina para produzir apenas uma ou algumas peças. Os estoques cíclicos costumam ser classificados como sendo de naturezas determinísticas por considerarem que suprimento e a demanda vão se manterem constantes e invariáveis ao longo do tempo.
- b. Estoques de segurança visam a proporcionar certo nível de atendimento exigido neutralizando os riscos impostos pela possível flutuação do suprimento ou da demanda. Em outras palavras, a organização conta com estoque adicional para compensar um eventual atraso na produção, na entrega, ou mesmo um aumento inesperado na demanda. Os estoques de segurança levam em consideração a probabilidade de as incertezas acontecerem, por esta razão, são classificados como de natureza probabilística.
- c. Estoques sazonais podem ser necessários para atender a períodos de sazonalidade, tanto da demanda pelo produto acabado como da oferta de matéria-prima. Em muitas ocasiões, a demanda anual não ocorre de forma linear ao longo dos meses. Por outro lado, as indústrias têm a tendência de produzir uma quantidade relativamente constante de produtos por mês. Assim, nos meses de baixa demanda. Esses estoques são denominados de estoques sazonais.

## 2.3 Demanda

Viana (2002) define que o procedimento básico de qualquer previsão é reduzir a incerteza. A decisão correta a ser tomada hoje depende de se conhecer, tanto quanto possível, as condições que prevalecerão no futuro. Infelizmente, não se pode eliminar a incerteza. Não obstante, as previsões necessitam ser elaboradas.

Podem-se distinguir três tipos de demanda relacionados a seguir:

- a. Demanda perfeitamente conhecida: é o caso normal em montagens, obras e similares. Ainda nesta categoria, podemos ter demandas constantes no

tempo, portanto com comportamento regular de consumo; por exemplo, em linhas de montagem;

- b. Demanda aleatória: é o caso em que o material foi estocado durante um tempo suficiente para acumular registros de consumo. Ainda, a demanda é aleatória, porém a distribuição de probabilidade pode ser conhecida, por meio do comportamento irregular, em que os consumos, ainda que perfeitamente identificados, são irregulares com relação ao tempo;
- c. Demanda sob incerteza: existe ignorância completa com relação às probabilidades dos vários níveis de demanda futura. Pode-se também denominar esta situação com demanda sob-risco.

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo aqui apresentado foi realizado recentemente, em uma indústria moveleira, de pequeno porte, localizada em Foz do Iguaçu. A empresa trabalha com chapas de MDF em seu processo produtivo, ela compra essas chapas para produzir móveis sobre encomenda, em meses de grande demanda é necessário muitas vezes manter essas chapas MDF estocadas, para se proteger do perigo atraso na produção, isso acarreta invariavelmente em maiores custos de manutenção de estoques em relação aos custos de transporte, esse equilíbrio deve ser encontrado, nesse contexto a Programação Dinâmica (PD) se mostra útil para encontrar alternativas para o controle dos estoques.

Para realização deste estudo utilizando a (PD), foi realizado um levantamento de dados, onde foram encontrados dados como: Custo de estocagem, custo de transporte, níveis de estoque, demanda para se ajustar os dados para o modelo.

Modelo:

O método de resolução que melhor adequa-se ao problema é o BACKWARD (recursão progressiva), onde são obtidos os dados em um momento presente, então faz-se uma conjuntura sobre as variáveis de modo a prever seu comportamento futuro, e obter uma previsão do seu estado.

Equação de Equilíbrio de Massa:

$$S_t = s_{t-1} + x_t - d_t \leq 180 \quad (1)$$

Onde:

s: Quantidade de estoque no momento t;

x: Quantidade de MDF comprada no momento t;

d: Produção de peças no momento t;

$$F(S_t) = \text{Min}\{F(S_{t-1}) + C_{cp} + C_{ms}\} \quad (2)$$

Onde:

F(S<sub>t</sub>): Custo total no momento t;

$F(S_{t-1})$ : Custo do estágio anterior, no momento  $(t-1)$ ;

$C_{cp}$ : Custo de transporte da chapa MDF, no caso como um custo fixo de pedido é de 2.000,00, mais 170,00 por peça comprada, como pode ser visualizada na equação abaixo:

$$C_{cp} = 2.000,00 + 170 * x_t \quad (3)$$

$C_{ms}$ : Custo de manutenção do estoque, que é aproximadamente 3% da quantidade estocada. Como vista na equação:

No seguinte problema, foi analisado o período de 3 meses de funcionamento do estoque, nos meses de Julho à Setembro. A demanda para produção de móveis pode ser visualizada na tabela 1.

Meses	Quantidade
Julho	80
Agosto	110
Setembro	60

Tabela 1 – Demanda de chapas MDF em uma indústria moveleira nos meses de Julho a Setembro

Fonte: Adaptado ao Autor (2014)

O estoque inicial considerado para análise é  $S(0)$ , contendo um estoque de 80 unidades. E ao final dos 3 meses, um  $S(3)$ , estoque final de 60 unidades. O pedido mínimo é 10 unidades para ser viável o transporte de mercadorias, bem como os lotes de fabricação também são de 10 chapas. Os pedidos são incrementados em 10 unidades por pedido, suportando um estoque de 180 chapas, sendo o limite do espaço físico disponível. O custo de estoque é de aproximadamente R\$ 0,03/chapa.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Depois de realizados os cálculos, utilizando planilhas no Microsoft Excel®, obteve-se os níveis de estoque para os 3 meses considerados nessa análise, tais como a quantidade a adquirida para cada período, resultando em menores custos acumulados no período, esses resultados podem ser observados na Tabela 2.

Estágio	Estoque inicial	Estoque final	Compra	Custo total acumulado
S1	80	20	20	R\$ 5.403,00
S2	20	120	210	R\$ 43.106,60
S3	120	60	0	R\$ 43.108,40

Tabela 2 – Resultado do planejamento nos 3 estágios

Fonte: Adaptado ao Autor (2014)

Observamos que, para o estágio inicial o modelo recomenda a utilização de todo estoque absorvido pela demanda e a compra de 20 unidades para o segundo

mês, tendo um custo de R\$ 5.403,00. No estágio 2 o modelo recomenda comprar 210 chapas, mantendo 120 no estoque gerando um custo de acumulado de R\$ 43.106,60. Já no estágio 3 o modelo recomenda não comprar, mantendo um estoque final de 60, que era desejado manter no final da programação, acarretando em um custo total acumulado em R\$ 43.108,40.

O caminho ótimo encontrado pelo método da Programação Dinâmica em relação ao pior caminho, gerou uma economia de aproximadamente R\$ 2.000,00, isso evidencia que em apenas 3 meses de planejamento, utilizando esta técnica, gerou uma economia razoável para trabalhos futuros no qual o prazo de planejamento for maior, a economia gerada pode ser mais significativa.

## 5 | CONCLUSÕES

O gerenciamento viável e eficiente dos sistemas de estoque tem demandados diversas pesquisas e discussões relacionadas aos níveis de estoque ao serem mantidos em relação ao tamanho dos lotes, a frequência de compra de matérias-primas de forma a manter o produtivo, mantendo abastecido o mercado.

Nas últimas décadas tem sido desenvolvidos diversos sistemas de controle. Há uma gama grande de trabalhos na área, referentes a sistemas de controle para demanda dependente que propõe sistemas interligados, baseados na tecnologia da informação. Existem também modelos clássicos baseados no lote econômico de compra e produção, estes modelos levam em consideração o caráter cíclico de estoque, e o caráter determinístico, ou probabilístico da demanda.

O presente estudo tratou de um modelo de estoque de caráter determinístico, quando a demanda é conhecida. O mérito do modelo é proporcionar um plano ótimo de produção que minimize os custos de compra e manutenção de estoques. Para cada estágio foi tomada uma decisão acerca da compra. A gerência deve determinar os lotes de produção de forma a satisfazer a demanda do período. Uma vez em que a demanda seja variável, existe uma tendência de o modelo recomendar a produção de maiores níveis de produção para estoque de forma a compensar essa variabilidade, uma vez que os custos de transporte são bem altos.

Uma das vantagens da PD é que as funções de retorno não precisam ser lineares, isso permite uma aplicação mais verossímil. A programação dinâmica pode ser resolvida pelo auxílio de computadores, entretanto o aumento dos níveis de estoques e do horizonte de planejamento, o número de combinações possíveis tornam-se extremamente grandes, tornando impossível uma análise detalhada do sistema. Com o aumento do número de estados, chega-se logo a valores intratáveis, mesmo com toda a capacidade computacional disponível.



## REFERÊNCIAS

- ABIMÓVEL 2007. **Panorama do setor moveleiro no Brasil:** informações gerais. São Paulo, v.2. Disponível em: <<http://www.abimovel.com/download/Panorama%20Agosto%202006%20%20Reduzido.doc>>. Acesso em 12 de Junho de 2014.
- BALLOU Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos.** 5 ed. Porto Alegre: Bookman. 2006.
- DIAS, M. A. **Administração de Materiais.** 4. ed. São Paulo: Editora Atlas,1995.
- FRANCISCHINI, P. G.; GURGEL, F. A. **Administração de materiais edo patrimônio.** São Paulo: Thomson Pioneira, 2002.
- MOREIRA, Daniel Augusto. **Pesquisa Operacional: Curso Introdutório.** 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- NAPIERALA, Hieroin. **Planejamento da produção e gerenciamento de materiais através da programação dinâmica.** Revista Faz Ciência, v.10 n.1 Jul. /Dez. 2009 p. 175 – 194.
- PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R.. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba: Unicenp, 2007.
- TAHA, Hamdy A. **Pesquisa Operacional: uma visão geral.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.
- VIANA, João José. **Administração de materiais.** São Paulo: Editora Atlas S.A, 2002.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

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

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-000-1

