

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)

Machado, Marcos William Kaspchak
M149e 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

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

CAPÍTULO 1	1
GESTÃO DE CUSTOS DA PRODUÇÃO	
Ivisson de Souza Tasso	
Isabella Tamine Parra Miranda	
João Luiz Kovaleski	
DOI 10.22533/at.ed.0011809121	
CAPÍTULO 2	13
A RELEVÂNCIA DA INFORMAÇÃO CONTÁBIL PARA A TOMADA DE DECISÃO NAS EMPRESAS DE FRANCISCO BELTRÃO.	
Andressa Bender	
Robson Faria Silva	
DOI 10.22533/at.ed.0011809122	
CAPÍTULO 3	24
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	
DOI 10.22533/at.ed.0011809123	
CAPÍTULO 4	36
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	
DOI 10.22533/at.ed.0011809124	
CAPÍTULO 5	50
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	
DOI 10.22533/at.ed.0011809125	
CAPÍTULO 6	60
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	
DOI 10.22533/at.ed.0011809126	
CAPÍTULO 7	71
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
Nícolás Victor Martins dos Santos
Lana Muriela Ribeiro
Stella Jacyszyn Bachega

DOI 10.22533/at.ed.00118091213

CAPÍTULO 14	178
UM ESTUDO COMPUTACIONAL DO PROBLEMA DE AGRUPAMENTO COM SOMA MÍNIMA DE DISTÂNCIAS	
Augusto Pizano Vieira Beltrão José André de Moura Brito	
DOI 10.22533/at.ed.00118091214	
CAPÍTULO 15	190
APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO DINÂMICA NA ANÁLISE DO ESTOQUE DE UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA	
Everton Ortiz Rocha Michell Eduardo Dallabrida	
DOI 10.22533/at.ed.00118091215	
CAPÍTULO 16	199
PROBLEMA DE PORTFÓLIO DE MÉDIO PRAZO PARA UM GERADOR HIDROELÉTRICO	
Tiago Forti da Silva Leonardo Nepomuceno	
DOI 10.22533/at.ed.00118091216	
CAPÍTULO 17	212
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	
DOI 10.22533/at.ed.00118091217	
CAPÍTULO 18	222
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	
DOI 10.22533/at.ed.00118091218	
CAPÍTULO 19	234
APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS: MELHORIA DO ATENDIMENTO DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO MARIA APARECIDA PEDROSSIAN	
Fernando Rocha Passos Júnior Lilian Milena Ramos Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.00118091219	
CAPÍTULO 20	245
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	
DOI 10.22533/at.ed.00118091220	
CAPÍTULO 21	259
ANALYTIC HIERARCHY PROCESS COMO FERRAMENTA DE APOIO A SERVITIZAÇÃO 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 DO CUSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE NA IDENTIFICAÇÃO DO MOMENTO ÓTIMO PARA A SUBSTITUIÇÃO DE UMA COLHEDORA DE CANA-DE-AÇÚCAR

João Matheus Coimbra Stortte

Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
UTFPR

Cornélio Procópio - PR

Márcio Jacometti

Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
UTFPR

Cornélio Procópio – PR

RESUMO: O foco deste trabalho é a aplicação do Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) na identificação do momento ótimo para a substituição de uma colhedora de cana-de-açúcar. Assim, a pesquisa buscou descrever o caso escolhido e a situação atual do processo produtivo; identificar o impacto da tomada de decisão no gerenciamento da substituição dos equipamentos na empresa investigada; identificar os benefícios decorrentes da mudança e as consequências decorrentes para a gestão e, apresentar dados concretos para subsidiar outras organizações similares na identificação do momento ideal para a substituição de equipamentos. A companhia estudada possui cerca de cinquenta equipamentos em funcionamento e cada um possui alto custo de aquisição e, ao adotar uma nova sistemática para a substituição destes, que considere uma variável econômica, pode-se obter ganhos significativos e redução de custos. O principal

resultado da pesquisa foi demonstrar que a aplicação do CAUE pode auxiliar a organização investigada e outras similares a otimizarem a manutenção e a substituição de equipamentos. **PALAVRAS-CHAVE:** CAUE, substituição de equipamentos, indicador financeiro, mercado agrícola, usina sucroalcooleira.

ABSTRACT: The focus of this work is the application of Equivalent Uniform Annual Cost (EUAC) to identify the optimal time to replace a harvester of sugarcane. So, the objective of the research is to describe the chosen case and the current situation of the production process, to identify the impact of decision in management of replacement of the company's equipment; to identify the benefits of change and the resulting consequences for the management and, to present concrete data to support similar organizations identify the optimal time to replace equipment. The company studied has about fifty equipment in operation and each one has a high cost of acquisition and adopting a new system for replacing them, which considers an economic variable, it can make significant gains and cost savings. The main result of the study was to demonstrate that the application of EUAC can assist the organization investigated and others similar, optimize the maintenance and replacement of equipment.

KEYWORDS: EUAC, equipments replacement,

financial index, agricultural market, sugar cane industry.

1 | INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e importância do tema

Nos últimos anos, o mercado agrícola tem-se tornado cada vez mais competitivo, segundo o MAPA (2013). Assim, é preciso tomadas de decisões que ajudem as organizações a se manterem em sintonia com este mercado. Para tanto, elas devem buscar a redução de custos tais como: diminuir perdas e retrabalhos, definir uma logística eficiente e altos níveis de confiabilidade em seus processos. Uma medida pouco explorada pelas empresas é o estudo sobre o momento ideal para a substituição de seus ativos-fixos como os equipamentos agrícolas.

O estudo do momento ideal para a substituição de equipamentos é tema de imperativa importância nas organizações que fazem uso intensivo de equipamentos, como é o caso da empresa investigada neste estudo. Para Casarotto Filho e Kopittke (2010), as decisões de substituição são de importância crítica para as empresas, pois, podem ser irreversíveis, ou seja, uma venda ou uma compra inadequada podem trazer sérios problemas financeiros ou levar à falência se tomadas no momento inoportuno (WARSCHAUER, 2004).

O bom gerenciamento dos recursos produtivos de uma organização possibilita manter o atendimento eficiente de sua demanda e isso recai sobre o fato de que a depreciação pode incorrer em diferentes custos para o negócio, associados ao equipamento ou ao não atendimento do objetivo buscado (FERREIRA et al., 2004).

Este trabalho tem por objetivo aplicar o Método do Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) para encontrar o momento economicamente ótimo para a substituição de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar. Tendo em vista que a empresa, objeto de estudo, possui cerca de 50 equipamentos em funcionamento e cada um possui alto custo de aquisição, um melhor gerenciamento da frota no que tange ao momento certo de substituição reflete em ganhos significativos.

O setor investigado é responsável pela colheita da cana-de-açúcar que é destinada para moagem em uma usina sediada nas proximidades das plantações. Os equipamentos analisados representam o ponto chave entre o elo agrícola-indústria, onde uma colheita eficiente resulta em um alto índice de extração pela fábrica. A frota é composta por colhedoras Case e John Deere. Para a análise foi escolhido o modelo A8800 da Case.

Optou-se por enquadrar esta pesquisa como estudo de caso e para o desenvolvimento do trabalho foi criado um cenário hipotético com dados empíricos colhidos mediante consulta às lideranças do setor envolvido.

Para atingir o objetivo geral do trabalho, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Levantar os fundamentos teóricos na literatura para subsidiar a análise financeira e de mercado;
- Descrever o caso escolhido e a situação atual do processo produtivo;
- Identificar o impacto da tomada de decisão no processo produtivo da empresa investigada com a adoção do CAUE;
- Identificar os benefícios decorrentes da mudança e as consequências decorrentes para a gestão.
- Deste modo, a presente pesquisa se justifica pelos seguintes motivos:
- A aplicação da metodologia pode trazer significativos ganhos financeiros à organização;
- O equipamento objeto de estudo possui grande valor agregado e a empresa utiliza inúmeras máquinas como esta;
- Com a aplicação da metodologia para análise das colhedoras futuramente ela poderá se expandir para outros equipamentos da organização.

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO-EMPÍRICO

2.2 Análises de investimentos

O mundo corporativo está cercado de decisões envolvendo investimentos e para validar o mais viável é necessária uma análise econômico-financeira a fim de se optar pela mais rentável. Assim como expõem Casarotto Filho e Kopittke (2010), investir é deixar de gastar o dinheiro hoje em um bem de consumo para gastar em algo que dê um retorno significativo no futuro. Tal retorno pode ser no aumento das receitas ou na redução de custos (GOMES, 2013).

Para análise de um projeto, Casarotto Filho e Kopittke (2010) apresentam alguns critérios para apoiarem a escolha:

2.2.1 Critérios econômicos: rentabilidade do investimento

Analisa se o investimento é rentável, ou seja, apresenta a melhor maneira de aplicar o dinheiro e obter o maior retorno. Exemplo: ao instalar uma nova fábrica, comprar novos equipamentos ou simplesmente alugar uma máquina.

2.2.2 Critérios financeiros: disponibilidade de recursos

Após encontrar os investimentos mais rentáveis, é necessária uma análise sob a ótica dos critérios financeiros, os quais mostram os efeitos do investimento na situação financeira da empresa, como por exemplo, qual será o impacto do investimento no capital de giro da empresa.

2.2.3 Critérios imponderáveis: fatores não conversíveis em dinheiro

Compreende as restrições, os objetivos e políticas da empresa que possam refletir nas tomadas de decisões. Nesta etapa, levam-se em consideração os fatores não conversíveis em dinheiro, como manter certo nível de empregos, conseguir a boa vontade de um cliente ou fornecedor.

2.3 Investimentos financeiros e de capital

Bruni e Famá (2012) classificam as decisões financeiras em duas categorias: (1) investimento financeiro propriamente dito ou (2) investimento de capital. A primeira categoria está relacionada às compras de títulos e valores mobiliários, e na segunda, estão os maiores investimentos, como a aquisição de novos equipamentos, a reforma de uma planta industrial ou a abertura de um novo centro de distribuição.

Todo investimento feito deve ser capaz de gerar fluxos de caixas incrementais dentro do período de análise ou horizonte estimado (BRUNI e FAMÁ, 2012). Neste estudo, o horizonte de análise corresponde à vida útil do equipamento que será analisado. Para se tomar a decisão de investimento, alguns métodos podem ser utilizados e são apresentados na próxima seção.

2.4 Métodos determinísticos de análise de investimentos

A seguir serão apresentados os principais métodos de avaliação de investimentos, sendo que o custo anual uniforme equivalente (CAUE), aplicado neste trabalho, é apresentado na seção 2.6.

2.4.1 Método do valor presente líquido (VPL)

Este método calcula os valores presentes dos rendimentos futuros de cada alternativa analisada para comparação, preferindo a de maior valor, conforme Warschauer (2004), utilizando a taxa mínima de atratividade para descontar o fluxo (CASAROTTO FILHO e KOPITTEKE, 2010).

Lima (2002) afirma que este método deve ser utilizado para análise de investimentos isolados que envolva o curto prazo (sem repetições) ou que tenha pequeno número de períodos. Sendo o VPL maior que zero, o projeto de investimento deve ser aceito. A Equação 1 apresenta algebricamente o cálculo do Valor Presente Líquido.

$$VPL = \sum_{j=1}^{n-1} \frac{FC_j}{(1+k)^j} + \frac{VR_n}{(1+k)^n} - Inv_0 = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1+k)^j}$$

Equação 1: Cálculo algébrico do valor presente líquido.

Fonte: Bruni e Famá (2012).

Onde:

FC_j = fluxo de caixa no período j ;

K = custo de capital;

j = período analisado;

n = número de períodos analisados;

VR_n = valor residual do projeto no ano n ;

Inv = investimento inicial, que corresponde ao fluxo de caixa na data zero, ou FC_0 .

2.4.2 Taxa mínima de atratividade (TMA)

Considera-se a taxa mínima de atratividade, como sendo a taxa a partir da qual o investidor considera que está obtendo ganhos. Uma das formas de analisar a viabilidade de um investimento é confrontando a taxa interna de retorno (TIR) com a taxa mínima de atratividade (TMA). Um exemplo de TMA para pessoas físicas é a rentabilidade da caderneta de poupança. No caso de empresas, existem fatores que tornam mais complexa a determinação desta, como, taxa de juros dos bancos comerciais, taxa de juros dos bancos de investimentos, valorização dos títulos públicos, valorização dos estoques, rentabilidade da empresa, entre outros (LIMA, 2002).

2.4.3 Método da taxa interna de retorno (TIR)

É a taxa de juros que torna as entradas de caixa equivalentes às saídas, ou seja, é a taxa que torna o valor presente do fluxo de caixa igual a zero (GOMES, 2013).

Bruni e Famá (2012) apresentam algumas conclusões que podem ser retiradas do método da TIR:

- Durante o prazo de análise do projeto, todos os retornos gerados pelo projeto serão reinvestidos no valor da taxa interna de retorno;
- Quando calculados com taxa interna de retorno, o valor de todas as saídas é igual ao valor presente de todas as entradas do fluxo de caixa do projeto de investimento;
- A TIR mede a rentabilidade do projeto de investimento sobre a parte não amortizada do investimento, rentabilidade dos fundos que permanecem, ainda, internamente investidos no projeto.

O maior problema no uso deste método está na análise de projetos de investimentos não simples, ou seja, quando há a inversão de sinais do fluxo de caixa mais de uma vez. Mudanças assim no fluxo podem apresentar mais de uma TIR (BRUNI e FAMÁ, 2012). Na sequência, são apresentadas algumas considerações sobre o investimento específico de substituição de equipamentos.

2.5 Substituição de equipamentos

2.5.1 Tipos de substituição de equipamentos

A problemática envolvendo a substituição de equipamentos está relacionada com o estudo de situações práticas associadas à baixa dos equipamentos existentes e a aquisição de novos, levando-se em conta a natureza e as consequências da evolução tecnológica (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010).

Os mesmos autores também apresentam alguns modelos de substituição, apresentados nas próximas subseções.

2.5.1.1 Baixa sem reposição

O equipamento deve ser analisado sob esta ótica quando o mesmo deixa de ser econômico, ou seja, seus custos de operação já superam as receitas geradas por ele e sua vida física ainda não foi atingida. Este modelo envolve o cálculo do VPL para todos os períodos geralmente em anos até que se encontre um $VPL < 0$.

2.5.1.2 Substituição idêntica

A substituição por equipamento idêntico acontece quando os efeitos causados pelos avanços tecnológicos impactam de maneira reduzida na vida econômica do bem. O maior impacto é ocasionado pelo aumento dos custos de operação/manutenção. O estudo de substituição torna-se conveniente para se encontrar o momento ótimo para troca, balanceando os custos de investimento inicial com os custos de manter o bem em operação.

Para a determinação da vida econômica do equipamento, usam-se os custos anuais uniformes equivalentes (CAUE) ou o valor anual uniforme equivalente (VAUE). O ano em que o CAUE é mínimo e o VAUE é máximo, é considerado o da vida econômica do ativo.

2.5.1.3 Substituição não idêntica

Neste tipo de substituição, entram os conceitos de defensor, do ativo existente e desafiante/atacante e do ativo novo. Esta análise considera a troca por um desafiante com características diferentes e tomam-se duas decisões: (1) a da existência ou não da troca, avaliando-se os custos do desafiante e do defensor e (2) posteriormente se realmente a troca existir analisa-se quando ela deverá ocorrer.

2.5.1.4 Substituição com progresso tecnológico

Nesta análise, considera-se que há um constante aperfeiçoamento dos equipamentos e isto incide em custos de obsolescência que são características externas ao ativo, comparando-se os custos de operação do equipamento desejado com os custos de equipamentos que serão lançados.

2.6 Custo anual uniforme equivalente (CAUE)

Método utilizado em análises de substituição ou aquisição de equipamentos e veículos. Levam-se em consideração os custos operacionais, os valores dos investimentos e o preço de venda do bem ao fim da vida útil deste para a empresa. Opta-se pelo bem de menor CAUE (GOMES, 2013).

Todos os custos envolvendo os equipamentos são transformados em uma série uniforme equivalente (LIMA, 2002).

Ou seja, para determinar o CAUE em um dado período, basta trazer a valor presente o fluxo de caixa projetado até este período, descontado à Taxa Mínima de Atratividade (TMA), e transformá-lo em uma série uniforme de pagamentos, que representa o custo que se incorre em cada período para possuir e operar o equipamento. Neste sentido, o período em que o CAUE é mínimo corresponde à vida econômica do bem e, portanto, o momento ótimo de substituí-lo. (SILVA et al, 2012, p. 09).

A Equação 2 apresenta a expressão para o cálculo do CAUE.

$$CAUE = CO + CRC$$

onde

$$CO = \left[\sum_{j=0}^n (co)_j (1+i)^{-j} \right] \times \frac{i}{1-(1+i)^{-n}}$$

$$CRC = \left[I - \frac{Vr}{(1+i)^n} \right] \times \frac{i}{1-(1+i)^{-n}}$$

Equação 2: Fórmula do custo anual uniforme equivalente.

Fonte: Gomes 2013.

Para a equação 2 tem-se:

CO = custo operacional equivalente por período

CRC = custo de recuperação do capital por período

$(co)_j$ = custo operacional do período j

n = número de períodos

2.6.1 Custo operacional

Ao longo do tempo estes custos são crescentes, sendo incluídos gastos com manutenção, operação e posse do mesmo. Lima (2002) apresenta três formas para classificação destes custos: (1) os custos variam conforme a utilização do bem; (2) apresenta a influência nos cálculos de substituição; e, pôr fim, (3) divide de acordo com a função a que se destinam, conforme apresentado nas próximas subseções.

2.6.1.1 Classificação quanto à variação com a utilização

Compreende os custos fixos que não variam em função da utilização, como: depreciação, remuneração de capital, IPVA/licenciamento/seguro obrigatório, em caso de veículos automotores, seguro facultativo, salário e encargos, etc e os custos variáveis que são gerados pela utilização do bem, como por exemplo, combustível, lavagem, lubrificação, manutenção, etc.

2.6.1.2 Classificação quanto à influência nos cálculos

Dentro desta classificação, são apresentados os custos relevantes para o cálculo e os pouco relevantes. Os primeiros são aqueles cuja incidência está relacionada diretamente com a idade dos equipamentos e devem ser considerados nos cálculos de substituição. São exemplos destes custos, peças de reposição aplicadas, mão de obra de manutenção, depreciação, remuneração de capital, paralisação (perda de produção), custo de aluguel, locação, etc.

Os custos pouco relevantes são aqueles cujas diferenças de um equipamento novo para um velho são pouco relevantes.

2.6.1.3 Classificação quanto à função

Aqui se enquadram os custos de possuir o equipamento, os de manter e os de operar o mesmo. Os primeiros estão relacionados com o capital investido para aquisição do bem, e estes custos decrescem rapidamente nos primeiros anos e moderadamente ao longo da vida útil, um exemplo é a depreciação. A segunda função estão os custos relacionados à manutenção do ativo, bem como, aqueles resultantes da paralisação para manutenções corretivas ou preventivas. Por fim, os custos de operar, são variáveis e relacionados com a utilização do equipamento, a saber, combustíveis, lubrificação, lavagens etc.

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste estudo, foi aplicado o Método do Custo Anual Uniforme Equivalente para encontrar a vida econômica de uma colhedora de cana-de-açúcar. O trabalho foi desenvolvido a partir de uma revisão bibliográfica dos conceitos de análise de investimentos e dos métodos de substituição de equipamentos.

Quanto à natureza e objetivo, este estudo pode ser caracterizado como aplicado e exploratório, devido ao seu interesse prático e busca pela maior compreensão do problema levantado. Utiliza como principal método, o estudo de caso e quanto à forma de abordagem dos dados coletados pode ser caracterizado como combinado, pois usa aspectos da pesquisa quantitativa e qualitativa (TURRIONI; MELLO, 2012).

Para o levantamento dos dados foram realizadas buscas em *sites* especializados em venda de colhedoras de cana-de-açúcar, contatos diretos com as lideranças

do setor e avaliação de relatórios via sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP) implantado na empresa.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisando os tipos de substituição de equipamentos, optou-se por enquadrar o estudo como uma substituição idêntica, tendo em vista que os avanços tecnológicos impactam de forma reduzida e o intuito é encontrar a vida econômica do bem, comparando os custos operacionais com os custos residuais.

O equipamento analisado é a colhedora Case modelo A8000. Este maquinário foi escolhido em virtude do seu alto custo de aquisição e por ser o mais numeroso no conjunto das máquinas da empresa investigada.

4.1 O caso em estudo

A empresa objeto de estudo situa-se no interior do Estado de São Paulo e tem como atividade a formação, cultivo e manutenção de culturas permanentes de cana-de-açúcar. A cultura é comercializada substancialmente para uma indústria produtora de açúcar e álcool que fica situada nas proximidades da mesma. O preço de venda praticado usa como referência a sistemática de pagamento adotado pela CONSECANA (Conselho dos produtores de Cana de Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo).

Para a colheita da produção, a organização dispõe de 48 colhedoras, que trabalham ao longo do ano-safra que é compreendido de Abril a Dezembro. No período de entressafra (Janeiro a Março), ocorre massivamente a manutenção dos ativos. Atualmente, o quadro de colaboradores é de aproximadamente 1.800 pessoas, divididas em diversas operações.

A vida útil dos equipamentos é de 5 anos, porém há registros de uso de até 6 anos. Hoje o único parâmetro para a substituição destes ativos é a ineficiência operacional.

Das 48 colhedoras, 35 são equipamentos Case e 13 são da marca John Deere e trabalham em média 18 horas por dia. No término da vida útil, os maquinários são disponibilizados para desmanche ou para leilão.

4.2 Análise econômica

Os dados referentes aos custos de manutenção e operação foram coletados via sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP) implantado na empresa. Para a composição dos custos de manutenção, foram levantadas todas as manutenções realizadas nas colhedoras do estudo de caso e pelos valores das horas/homem dos mecânicos. Os custos operacionais foram compostos pelo consumo médio de combustível no ano/safra e o custo hora/homem dos motoristas dos equipamentos.

Os gastos com manutenção durante a safra são representados significativamente

pele que as unidades produtoras chamam de melhorias e adaptações. Essas ações são: revestimentos nas partes de maior exigência das colhedoras, como os divisores de linha, corte de base, rolos e extratores. Essas melhorias são necessárias para tornarem os equipamentos mais robustos para suportarem cada vez mais as condições severas encontradas na colheita. (BANCHI et al., 2012). A Figura 1 apresenta a disponibilidade de colhedoras ao longo de 5 safras. Nota-se a crescente queda de disponibilidade.

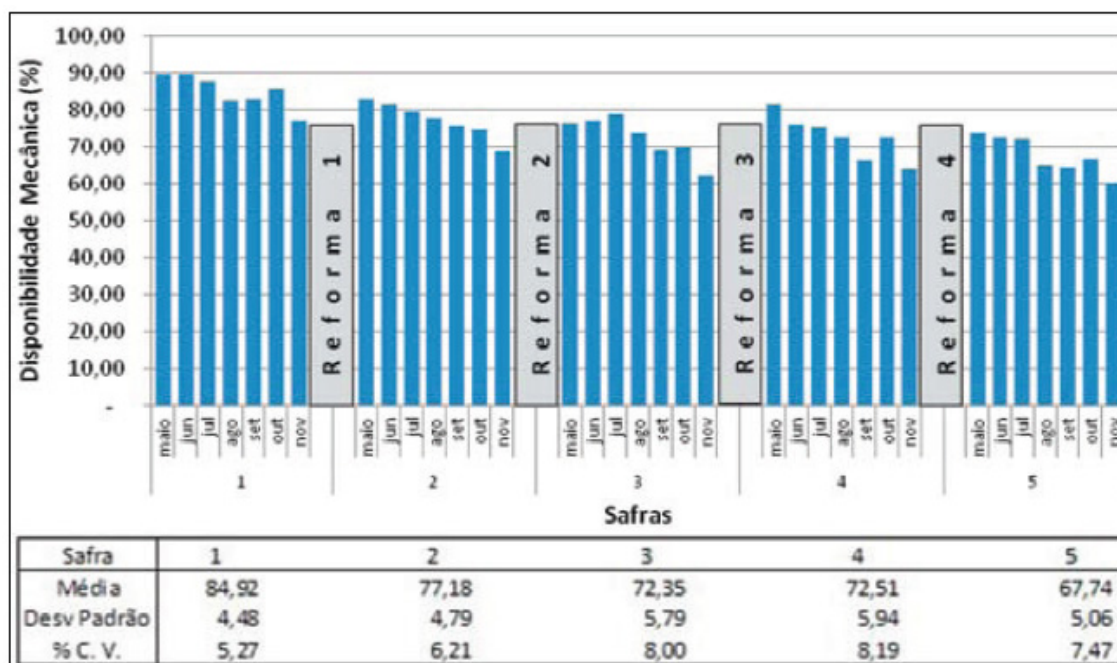


Figura 1: Disponibilidade de manutenção, detalhado mês a mês e análise estatística da eficiência anual.

Fonte: Banchi et. al., 2012.

O custo de aquisição foi levantado junto à organização via sistema ERP e o valor médio de venda da colhedora foi estipulado de acordo com os últimos valores destas máquinas nos leilões em que a organização disponibilizou equipamentos e também em sites especializados no comércio de implementos agrícolas. A Tabela 1 apresenta os custos operacionais e de manutenção ano a ano da colhedora estudada bem como o preço de aquisição e o valor usado na depreciação.

Equipamento	Colhedora de cana de açúcar
<u>Vida útil</u>	<u>5 anos</u>
<u>Custo de aquisição</u>	<u>R\$ 880.000,00</u>
<u>Depreciação contábil linear</u>	<u>25%</u>
<u>Custo anual de manutenção e operação 1</u>	<u>R\$ 300.000,00</u>
<u>Custo anual de manutenção e operação 2</u>	<u>R\$ 310.000,00</u>
<u>Custo anual de manutenção e operação 3</u>	<u>R\$ 340.000,00</u>
<u>Custo anual de manutenção e operação 4</u>	<u>R\$ 370.000,00</u>
<u>Custo anual de manutenção e operação 5</u>	<u>R\$ 485.000,00</u>

Tabela 1: Levantamento dos custos operacionais e manutenção por ano de trabalho.

Fonte: dados da pesquisa.

A Figura 2 mostra o crescimento progressivo dos custos de operação do equipamento, deixando claro que ao longo dos anos o equipamento vai se tornando cada vez mais oneroso para a organização e sem dúvida há a queda da disponibilidade.

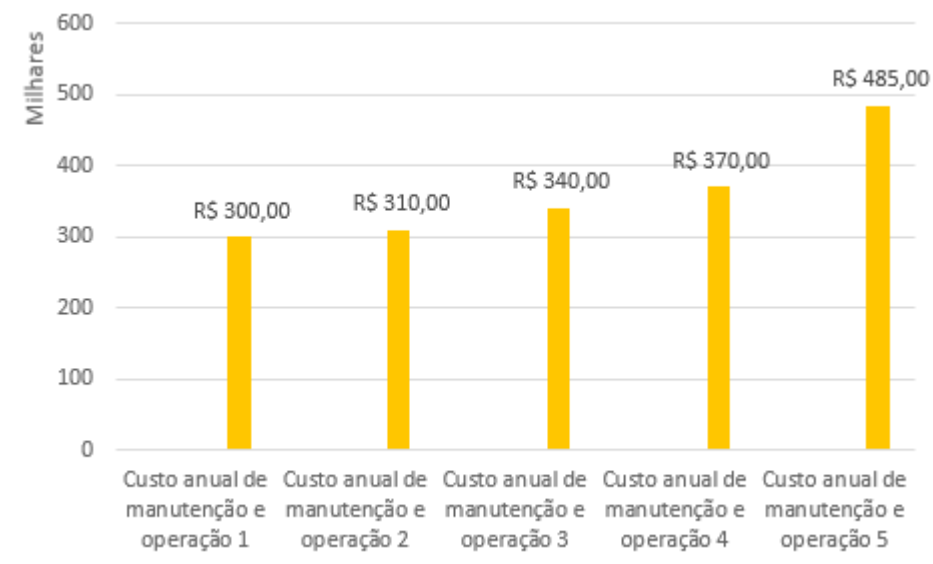


Figura 2: Crescimento progressivo dos custos operacionais.

Fonte: dados da pesquisa.

Para se chegar no CAUE, foi utilizada uma planilha eletrônica para auxiliar nos cálculos. Foi considerada uma taxa mínima de atratividade de 10%. A fórmula utilizada na planilha é a expressão apresentada na Equação 2.

O preço de aquisição de R\$880.000,00 foi o valor médio adquirido pela empresa nos últimos dois anos.

O valor residual para os dois primeiros anos são os efeitos da depreciação de 25%; para o terceiro e quarto anos foi encontrado o valor médio de venda praticados em sites especializados na venda destes equipamentos e o valor do quinto ano é a média dos valores dos itens leiloados. A Tabela 2 sintetiza essas informações.

Preço de Aquisição		10%				
Ano safra	1	2	3	4	5	
Gastos com manutenção por colhedora	R\$ 300.000,00	R\$ 310.000,00	R\$ 340.000,00	R\$ 370.000,00	R\$ 485.000,00	
VALOR RESIDUAL	R\$ 754.285,71	R\$ 628.571,43	R\$ 450.000,00	R\$ 235.000,00	R\$ 70.000,00	

Tabela 2: Apresentação dos valores utilizados no cálculo do CAUE.

Fonte: dados da pesquisa.

Os valores dos custos anuais uniformes equivalentes do equipamento do estudo de caso são apresentados na Tabela 3. Percebe-se que o ano com o custo mais baixo é o ano 2. Isso se explica, pois uma colhedora de cana-de-açúcar que opera

em torno de 15.000 horas se torna operacionalmente inviável (BANCHI et al., 2012). A quantidade média de horas de operação diária é de 18 horas e considerando-se o ano safra de 270 dias, a inviabilidade se torna presente no final do segundo ano de operação. Assim, é identificado um decréscimo significativo da disponibilidade do equipamento.

CAUE ANO 1	R\$ 513.714,00
CAUE ANO 2	R\$ 512.489,80
CAUE ANO 3	R\$ 533.317,22
CAUE ANO 4	R\$ 554.149,54
CAUE ANO 5	R\$ 573.698,84

Tabela 3: Apresentação dos valores do CAUE.

Fonte: dados da pesquisa.

Pela Tabela 3, nota-se que o momento ideal para a troca do equipamento é no final do segundo ano de atividade. Isso se dá pelo aumento significativo dos custos com manutenção e operação a partir do terceiro ano.

Adotando-se a substituição no final do segundo ano, tem-se um custo de R\$512.489,80 contra R\$573.698,84 no quinto ano, apresentando uma economia de R\$61.209,04 por colhedora. Representando uma redução de aproximadamente 11% de custos por equipamento.

5 | CONCLUSÃO

De acordo com os dados levantados, fica evidente a adoção de alguma medida para a redução dos custos operacionais dos equipamentos objetos do estudo. A análise dos dados, apresentada ao longo da seção 4, mostra os benefícios alcançados com a determinação da vida econômica do bem. Ficou claro que a adoção desta análise é necessária para se explorar uma oportunidade de ganhos financeiros.

Desta forma, este artigo, atingiu o objetivo de aplicar o indicador CAUE para a determinação da vida econômica de uma colhedora de cana-de-açúcar a fim de encontrar o melhor período para a substituição do bem. Esta análise é pouco explorada pelas organizações atuais, porém mostra seu potencial de economia.

Com a aplicação da metodologia foi possível encontrar a vida econômica do bem e levantar os ganhos oriundos com a adoção desta prática. Ficou evidente o ganho financeiro obtido com a venda das colhedoras no final do segundo ano de operação. O valor economizado pode ser reinvestido, por exemplo, em medidas com foco no aumento da disponibilidade das máquinas, ações para a redução do consumo

de combustíveis, etc. Assim, a aplicação do CAUE faz-se necessária para buscar uma redução de custos que fica implícita no ambiente corporativo.

A aplicação deste método ainda apresenta grandes dificuldades no levantamento dos custos de manutenção e consumo, pois ainda há falhas nos apontamentos das atividades, tanto de reparos quanto nos levantamentos dos consumos, podendo haver algumas oportunidades de melhorias.

Com o desenvolvimento deste estudo, conclui-se que é necessário um olhar diferenciado para este tipo de ativo, pois com o advento das colheitas cada vez mais mecanizadas, a aquisição destes equipamentos pelas usinas se torna imprescindível. Por isso, uma otimização das operações, envolvendo a colheita se torna inevitável e a adoção da análise dos custos vem auxiliar nas tomadas de decisões.

REFERÊNCIAS

BANCHI, Ângelo D.; LOPES, José Roberto; FERREIRA, Valter A. C.; SCARANELLO, Leandro T. Análise de reforma de colhedoras de cana-de-açúcar. **Agrimotor**, v. 1, n. 1, p. 40-43, jun. 2012.

BRUNI, Adriano Leal; FAMÁ, Rubens. **As decisões de investimentos**: com aplicações na HP12C e Excel. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 2 v.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITCKE, Bruno Hartmut. **Análise de Investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 411 p.

FERREIRA, Vanessa Elionara Souza; ALMEIDA, Antonia Claudenice Pinheiro de; PAULA, Monaliza Ferreira Rodrigues de; TABOSA, Cristiane de Mesquita. Análise da viabilidade econômico-financeira da substituição de caminhões betoneira em uma fábrica concreteira. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 34., 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Abepro, 2014. p. 1 - 22. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_197_117_25041.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2015.

GOMES, José Maria. **Elaboração e análise de viabilidade econômica de projetos**: tópicos práticos de finanças para gestores não financeiros. São Paulo: Atlas, 2013. 176 p.

LIMA, Adriano Araújo de; **Uma metodologia para a determinação do ponto econômico de substituição de equipamentos de transporte**. 2002. 167 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/83877>>. Acesso em: 7 jun. 2015.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Projeções do Agronegócio**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2013. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf>. Acesso em: 22 Março 2014.

SILVA, Breno Augusto de Oliveira; NOGUEIRA, Sergio Guimaraes; REIS, Ernando Antonio dos. Determinação do momento ótimo para substituição de equipamentos sob as óticas da gestão econômica e da engenharia econômica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Abepro, 2012. p. 1 - 18. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STO_159_926_20483.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2015.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**. Itajubá: UNIFEI, 2012.

WARSCHAUER, Claus Leon. Engenharia Econômica. In: CONTADOR, José Celso (Org.). **Gestão de Operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. Cap. 5. p. 65-85.

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

