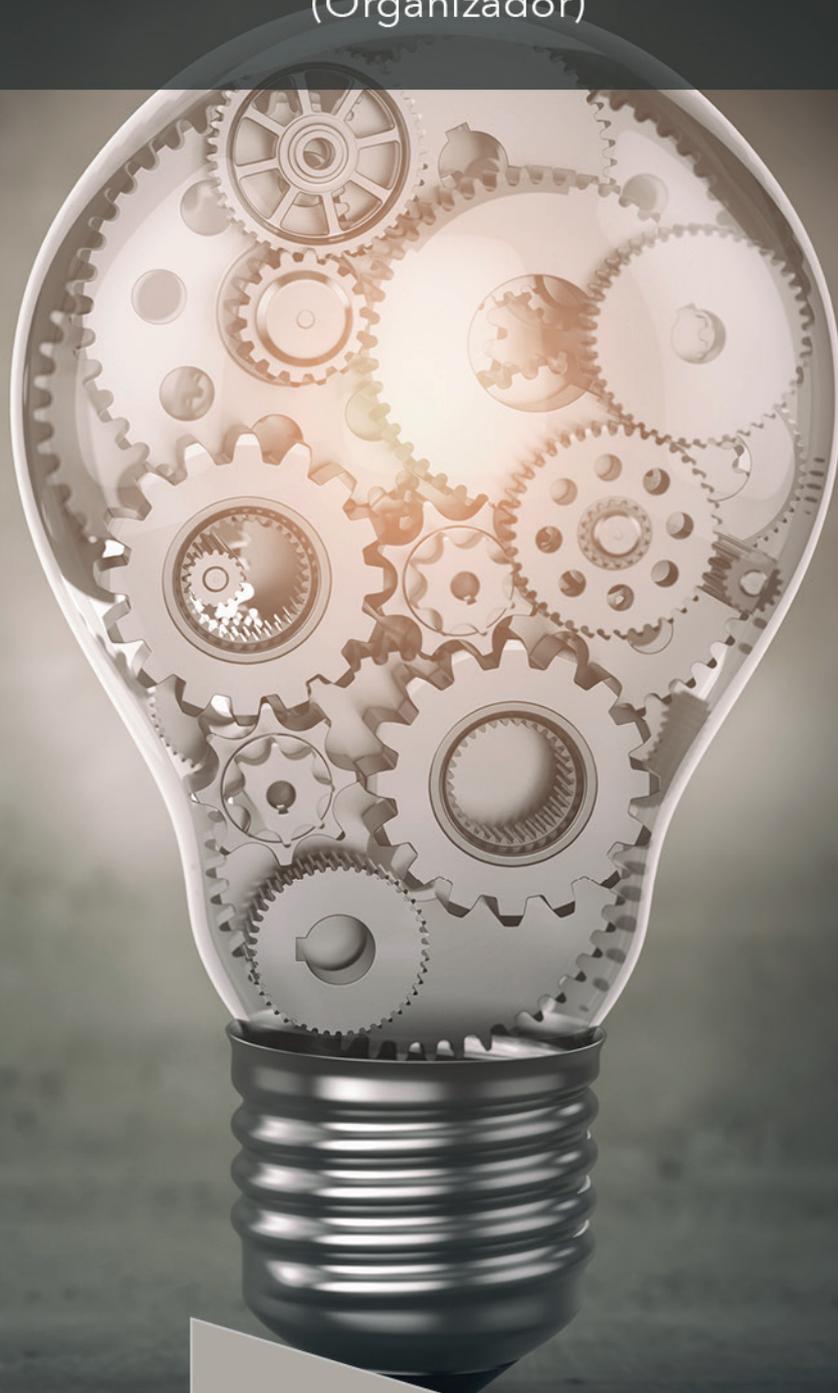


A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 3

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

Marcelo Antunes Marciano

Hospital Moinhos de Vento, Engenharia Clínica e
Hospitalar

Porto Alegre – Rio Grande do Sul

Eliezer Knob de Souza

Hospital Moinhos de Vento, Engenharia Clínica

Porto Alegre – Rio Grande do Sul

RESUMO: Os equipamentos médico-hospitalares (EMH) são cada vez mais determinantes e essenciais na medicina moderna e no atendimento médico e hospitalar. Para que os EMH contribuam de forma efetiva e para que as organizações de Saúde os utilizem de maneira mais produtiva, há necessidade de se realizar a gestão do ciclo de vida dos mesmos. Um fator decisivo neste ciclo de vida é saber quando um equipamento deve ser substituído. É observada a ausência de métodos bem definidos e claros destinados a auxiliar a engenharia clínica e a direção hospitalar, na decisão e priorização de quais EMH necessitam ser substituídos. Este trabalho demonstra, uma aplicação prática em um parque de equipamentos. Como resultado, foi obtido a classificação dos EMH quanto à priorização de substituição no que tange a diversidade, quantidade e custos dos equipamentos indicados a serem substituídos. A aplicação deste método pode contribuir com

aumento da qualidade do parque instalado e no planejamento orçamentário de investimentos do hospital.

PALAVRAS-CHAVE: Priorização de Substituição, Método Multiparamétrico, Equipamento Biomédico.

ABSTRACT: The medical equipment (EM) are increasingly decisive and essential in modern medicine and medical and hospital care. For the EM contribute effectively and to the health organizations to use them more productively, it is necessary to carry out the management of the life cycle of the same. A decisive factor in this cycle of life is to know when a piece of equipment must be replaced. It is observed the absence of defined and clear methods to assist in the clinical engineering and hospital management, in deciding and prioritizing which EM need to be replaced. This work demonstrates a practical application in an equipment park. As a result, the classification of EM as the prioritization of substitution was obtained with respect to diversity, quantity and cost of the equipment shown to be replaced. The application of this method may contribute to increased quality of installed equipment and budget planning of hospital investments.

KEYWORDS: Prioritization replacement, multiparameter method, Biomedical equipment.

1 | INTRODUÇÃO

Os equipamentos médico-hospitalares (EMH) são cada vez mais determinantes e essenciais na medicina moderna para auxílio em pesquisa, diagnóstico, monitorização, terapia e suporte à vida dos seres humanos que de alguma forma necessitam do atendimento médico e hospitalar. Os hospitais, por sua vez tornaram-se centros sofisticados de tecnologia (BRONZINO, J. D, 2000). A utilização inadequada de tecnologias pode colocar em risco os usuários e a efetividade das organizações de Saúde. Para que os EMH contribuam de forma efetiva e para que as organizações de Saúde os utilizem de maneira mais produtiva, há necessidade de se realizar a gestão do ciclo de vida dos mesmos. O ciclo de vida dos equipamentos é dividido em fases, na seguinte seqüência: Inovação, Difusão Inicial, Incorporação, Utilização em larga escala e Abandono/Substituição (KRAUSS-SILVA, L, 2006).

Um fator decisivo neste ciclo de vida é saber quando um EMH deve ser substituído (para evitar ineficiências, indisponibilidade, riscos aos pacientes, etc). Outros motivos de necessidade de substituição podem ser o alto custo de operação, a obsolescência, ou inadequação para atender a demanda (BREHM, Daniel Otto, 2012). Os equipamentos podem ser classificados em dois grupos, os de eficiência decrescente e vida útil previsível (com opções de baixa patrimonial sem substituição, baixa com substituição por equipamento de mesmo tipo e baixa com substituição por equipamento mais eficiente), e os de eficiência constante e vida útil imprevisível (BREHM, Daniel Otto, 2012). Como é histórico e cada vez mais acentuada a escassez dos recursos financeiros para a área da Saúde, é vital a alocação racional deste recurso, sendo assim, cada vez mais são valorizados os estudos, desenvolvimento de metodologias e ferramentas para definir o custo de vida útil das tecnologias, com intuito de evitar que os critérios subjetivos sejam utilizados no processo decisório (STIEFEL, R.; RISKALLA, E, 1995).

Por alguns fatores, como o qual as tecnologias tendem a ser acumulativas e não substitutivas, é complexo definir critérios de obsolescência da tecnologia médica (NOVAES, H. M. D, 2006). Diante de tal complexidade, é observada a ausência de métodos definidos e claros na literatura, bem como a aplicação destes métodos e critérios para auxiliar a engenharia clínica e a direção hospitalar, na decisão de quais equipamentos-médico-hospitalares (EMH) / Equipamentos Biomédicos necessitam ser substituídos.

Este trabalho vem demonstrar uma alternativa de método, aplicação prática e como objetivo principal apresentar uma classificação dos EMH quanto a priorização de substituição, como conseqüência da avaliação de obsolescência do parque tecnológico em utilização no hospital. Para auxiliar a direção no que tange a diversidade, quantidade e custos dos EMH indicados a serem substituídos, pelo critério de obsolescência. O método utilizado nesta aplicação prática foi o Multiparamétrico desenvolvido em 1992 e aplicado a primeira vez no St. Luke Medical Center à uma gama de cinco tipos

diferentes de equipamentos, como Balão Intra-aórtico, ECG, desfibrilador, incubadora neonatal e esteira ergométrica, totalizando 146 equipamentos (FENNIGKOH, L, 1992). A opção por este método foi devido entender que o mesmo abrange uma diversidade de parâmetros ou atributos, de pontos de vista técnico, econômico-financeiro, médico-assistencial. Na avaliação do ciclo de vida dos EMH, é relevante a importância da observação pelo prisma do fabricante e usuário médico-assistencial (SANTOS, Francisco; GARCIA, Renato, 2008). Este método proposto possui formulação clara e objetiva e permite aplicar a uma diversidade e quantidade de EMH, que é uma das premissas deste trabalho. Por ser composto de atributos quantitativos e qualitativos, e assim ampla cobertura de critérios de avaliação, torna-se atraente a aplicação. Além de relacionar prática e experiência a dados reais (KATZ, Z, 1998).

A aplicação deste método pode contribuir com aumento da qualidade do parque instalado e com o planejamento orçamentário de investimentos do hospital. Isto demonstra que o conhecimento adquirido e desenvolvido com pesquisa freqüente pelos profissionais da engenharia clínica e a aplicação prática disseminada pode contribuir com a decisão da direção das organizações de Saúde e assim agregar valor de forma mais significativa. Pois profissionais capacitados são essenciais para orientar as decisões das organizações de Saúde (NOVAES, H. M. D, 2006).

2 | MÉTODO

O método aplicado considera quatro grupos de parâmetros para compor as parcelas da equação denominada de VPS (Valor de Prioridade de Substituição), sendo eles: técnico (contribuindo com 40% na equação), de criticidade (que contribui em 20%), econômico-financeiro (cujo peso é de 20%) e parâmetros clínicos (com peso de 20%). Para esta aplicação um dos pré-requisitos é ter a relação do parque de EMH a ser analisado, bem como o histórico de manutenção de cada um.

O primeiro grupo mencionado, demonstrado na tabela 1, é composto por quatro atributos relacionados aos equipamentos, sendo eles o de idade, custo de manutenção (Custo de manutenção-CM foi adaptado neste trabalho para 24% de acordo com a realidade brasileira, pois no trabalho original o CM de referência é 15% considerando os 3 últimos anos em relação ao valor de compra), tempo de parada e fim de apoio do fabricante. Nos quatro atributos, se o EMH analisado tiver uma boa classificação no atributo, ele recebe nota 0, do contrario, recebe 1. Os limites estão descritos na tabela 1.

Critério	Regra de Pontuação
Critérios Técnicos	MAN= ID + CM + T + FA
Idade (ID)	ID ≥ 7 anos = 1, ID < 7 anos = 0
Custo de Manutenção (CM)	CM ≥ 24% Equip. novo = 1, CM < 24% Equip. novo = 0
Tempo de Parada (TP)	TP ≥ Tempo de médio de quebra da classe=1, TP < Tempo de médio de quebra da classe = 0,
Fim Apoio do Fabricante (FA)	FA = 1, quando disponível no mercado peças de reposição FA = 0, quando não houver disponibilidade no mercado de peças de reposição

Tabela 1: Parâmetros Técnicos.

A idade do equipamento foi contabilizada utilizando dados fornecidos pelo setor de contabilidade da instituição, o custo de manutenção e o tempo de parada do equipamento foram adquiridos pelo software de gerenciamento de ativos. Para o critério fim de apoio do fabricante, foi utilizado como referência o comunicado formal emitido pelos fabricantes.

O segundo grupo mencionado, demonstrado na tabela 2, é composto por um único atributo, o de função do equipamento. Neste atributo, o EMH é enquadrado em uma das quatro classificações, de acordo com a função, conforme tabela 2.

Critério	Regra de Pontuação
Criticidade do EMH (FUN)	FUN
Suporte a vida	FUN = 4
Terapia	FUN = 3
Diagnóstico/monitoração	FUN = 2
Análise/Apoio/auxiliar	FUN = 1

Tabela 2: Criticidade do EMH

Em relação a criticidade, o equipamento foi classificado de acordo com a aplicação/função do mesmo.

O terceiro grupo, demonstrado na tabela 3, é composto por dois atributos, sendo eles o de aumento de faturamento e o de redução de custo. Nos dois atributos, se a substituição do EMH analisado tiver como consequência o aumento do faturamento ou a redução de custo, ele recebe pontuação 1.

Critério	Regra de Pontuação
Parâmetros Economico Financeiros	Custo Benefício (CBN) = AF + RC
Aumento do faturamento (AF)	AF = 1, Se Equip. substituto proporcionar maior faturamento, AF = 0, Se Equip. substituto não produzir maior faturamento
Redução do Custo (RC)	RC=1, Se Equip. substituto proporcionar redução no custo ligado a operação e ou manutenção, RC = 0, Se Equip. substituto não proporcionar redução no custo ligado a operação e ou manutenção

Tabela 3: Parâmetros Econômico-Financeiro

Para classificar ou pontuar o equipamento no parâmetro econômico-financeiro foi necessário saber por qual tecnologia o referido equipamento em análise poderia ser substituído. E também ter conhecimento se a substituição poderia trazer redução de custo ou aumento do faturamento. Se positivo, a pontuação de cada um dos dois atributos mencionados seria 1, conforme tabela 4.

Critério	Regra de Pontuação
Parâmetros Clínicos e Segurança	Eficácia Clínica e preferência EFC = MT + PU + AP
Melhoria no tratamento (MT)	MT = 1, se EMH oferecer melhora no tratamento MT = 0, se EMH não oferecer melhora no tratamento
Preferência do usuário (PU)	PU = 2, Caso a preferência do usuário seja grande pela troca do equipamento PU = 1, Caso a preferência do usuário seja média PU = 0, Caso não haja preferência pela troca
Aumento da padronização (AP)	AP = 1, Se Equip. substituto proporcionar aumento da padronização entre os EMH, AP = 0, Se Equip. substituto não aumentar a padronização entre os EMH

Tabela 4: Parâmetros Clínicos-Segurança

Neste grupo de parâmetros, foi necessário saber se o substituto do equipamento em avaliação poderia ser mais eficiente, aumentar a padronização ou ter a preferência do usuário. Esta classificação foi realizada com apoio dos gestores assistenciais e médicos das áreas que os referidos equipamentos analisados estavam alocados.

Após preenchimento de todos os parâmetros enumerados neste método foi aplicada a fórmula da figura 1 demonstrada a seguir para obtenção de uma pontuação final ou score, denominada de Valor de Prioridade de Substituição (VPS). Esta fórmula

considera um peso ou percentual para cada grupo de paramétricos avaliados.

$$VPS = 0,4.MAN + 0,2.FUN + 0,2.CBN + 0,2.EFC$$

Figura 1: Classificação quanto a Priorização de Substituição

Para apoio a classificação quanto a Priorização de Substituição há neste método uma escala de decisões, conforme demonstrado a seguir na tabela 5:

Critério	Regra de Pontuação
Manter em operação	$VPS < 1$
Reavaliar condição do equipamento nos próximos 12 meses	$1 \leq VPS \leq 1,2$
Substituir nos próximos 24 meses	$1,3 \leq VPS \leq 1,6$
Substituir nos próximos 12 meses	$VPS \geq 1,7$

Tabela 5: Classificação quanto a Priorização de Substituição

Uma planilha eletrônica foi utilizada como ferramenta para aplicação deste método em um hospital privado, sem fins lucrativos, que possui em torno de 400 leitos e base instalada de aproximadamente 4.500 equipamentos médico-hospitalares.

3 | RESULTADOS

Por meio da aplicação do Método Multiparamétrico foi possível conhecer e visualizar um panorama geral de substituição, quais equipamentos devem ser mantidos em operação sem nenhuma restrição, quantos devem ser mantidos em operação, mas com reavaliação nos próximos 12 meses (208 EMH) e quantos devem ser substituídos entre os próximos 12 (81 EMH) e 24 meses (164 equipamentos), conforme demonstrado na figura 2.

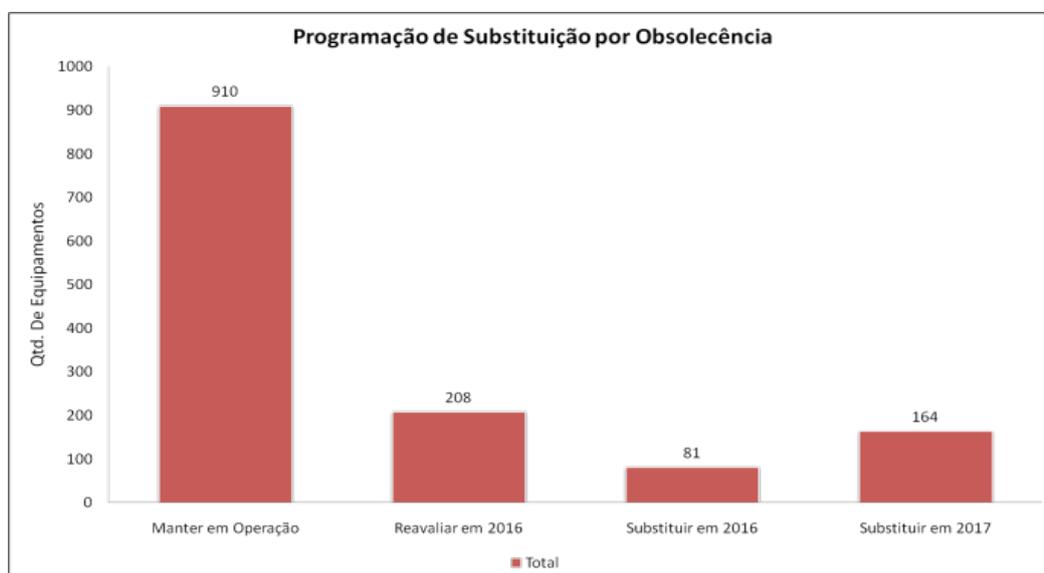


Figura 2: Panorama Geral de Substituição

Ainda foi possível identificar quais tipos e quantidades de equipamentos devem ser priorizados, visualizar a diversidade priorizada por centro de custos e informar à direção uma estimativa de recursos financeiros necessários a investir nas substituições.

Outro análise passível de realizar foi a verificação da classificação parcial referente aos grupos de parâmetros técnicos, econômicos financeiros e clínicos que determinado EMH estava graduado com resultado parcial. Este prisma de análise auxilia no entendimento de quais são os parâmetros que determinado equipamento está pior qualificado.

4 | DISCUSSÃO

As organizações de Saúde, por meio dos serviços de engenharia clínica necessitam ter um controle efetivo dos EMH de sua propriedade. A utilização de um software de gestão do ciclo de vida dos EMHs permite ter registro de todo histórico de manutenção. O conhecimento de dados e informações é um pré requisito para lançar mão do uso de métodos de avaliação de tecnologias.

O método multiparamétrico, com a abrangência de critérios demonstrada, pode ser uma alternativa prática de executar para avaliar a Priorização de Substituição de um grande espectro de tipos de EMH. A continuidade de aplicação deste método, adequações de atributos e forma de aplicação, principalmente dos subjetivos, são passíveis de refinamento e ajustes.

Como também há necessidade de implantar a automação do resultado, após modelagem, simulação e determinação das equações e tipo de ferramenta computacional a ser utilizada.

Tanto o método quanto os resultados foram totalmente aceitos pela alta direção, pelas gerências, coordenadores, gestores e equipe multiprofissional responsável pela avaliação dos investimentos hospitalar.

A lista de EMH com prioridade de substituição foi a base da planilha de investimentos em equipamentos biomédicos. Outros EMH compuseram a lista, mas advindos de outras necessidades do hospital.

5 | CONCLUSÃO

Os serviços de engenharia clínica podem aumentar a atuação nesta frente de avaliação e propor alternativas plausíveis (adequadas, abrangentes, práticas, etc) aos hospitais quanto à utilização de métodos e critérios que possibilitem indicar o momento adequado e a priorização de substituição de um equipamento. Pois, a utilização destes métodos pode contribuir minimamente para a qualidade, disponibilidade, segurança, desempenho, custos atrelados ao ciclo de vida do parque hospitalar e ao planejamento orçamentário de investimentos da instituição de saúde.

Outros tipos de métodos também necessitam ser desenvolvidos, estudados, analisados e aplicados na maior diversidade de EMH (com a avaliação de qual método se aplica melhor a determinada classe de equipamentos) e de maneira mais disseminada nas organizações de Saúde, de forma a contribuir consideravelmente na gestão do ciclo de vida do parque tecnológico instalado.

REFERÊNCIAS

BREHM, Daniel Otto. Ponto 2: **Metodologia e princípios da Análise de Investimentos; Análise de Projetos industriais e substituição de equipamentos; Prática instrumental, tabelas, planilhas e calculadoras Financeiras**, 2012.

BRONZINO, J. D. **The Biomedical Engineering Handbook** . 2. ed. USA : CRC Press, Inc, 2000.

FENNIGKOH, L. **Medical equipment replacement model**. Journal of Clinical Engineering, 1992 Jan/ Feb; 17(1): 43-47, 1992.

KATZ Z. **Estudo de Metodologias Econômicas e Multiparamétricas Aplicadas à Decisão de Substituição de Equipamentos Médicos**. Dissertação Mestrado em Engenharia Elétrica. FEE UNICAMP, 1998.

KRAUSS-SILVA, L. **Avaliação tecnológica em saúde: questões metodológicas e operacionais**. Caderno de Saúde Pública, 2006.

NOVAES, H. M. D. **Produções e avaliações de tecnologias dos sistemas de saúde: desafios do século XXI**. São Paulo, 40: 133-140, 2006.

SANTOS, Francisco; GARCIA, Renato. **Contribuição de metodologia para definição de substituição e incorporação de novas tecnologias na área da saúde. XII Jornadas Internacionales de Ingeniería Clínica y Tecnología Médica (Entre Rios-Argentina)**. Anais. Argentina, p. 27-31, 2008.

STIEFEL, R.; RISKALLA, E , **“The Elements of a Complete Product Evaluation”**, 1995.

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

