



**Andrei Strickler
(Organizador)**

**Ciência, Tecnologia e
Inovação: Desafio para
um Mundo Global 2**

Andrei Strickler

(Organizador)

Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um Mundo Global

2

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
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
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	Ciência, tecnologia e inovação [recurso eletrônico] : desafio para um mundo global 2 / Organizador Andrei Strickler. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciência, Tecnologia e Inovação. Desafio para um Mundo Global; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia. ISBN 978-85-7247-561-7 DOI 10.22533/at.ed.617192308 1. Ciência – Brasil. 2. Inovação. 3. Tecnologia. I. Strickler, Andrei. II. Série. CDD 506
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

As obras “Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um mundo Global” Volume 2 e 3, consistem de um acervo de artigos de publicação da Atena Editora, a qual apresenta contribuições originais e inovadoras para a pesquisa e aplicação de técnicas da área de ciência e tecnologia na atualidade.

O Volume 2 está disposto em 26 capítulos, com assuntos voltados ao ensino-aprendizagem e aplicação de procedimentos das engenharias em geral, computação, química e estatística. São apresentadas inúmeras abordagens de aplicação dos procedimentos, e além disso, estão dispostos trabalhos que apresentam as percepções dos professores quando em aulas práticas e lúdicas.

O Volume 3, está organizado em 30 capítulos e apresenta uma outra vertente ligada ao estudo da ciência e suas inovações. Tratando pontualmente sobre áreas de doenças relacionadas ao trabalho e sanitarismo. Além disso, expõe pesquisas sobre aplicações laboratoriais, como: estudo das características moleculares e celulares. Ainda, são analisados estudos sobre procedimentos no campo da agricultura. E por fim, algumas pesquisas abordam precisamente sobre empreendedorismo, economia, custos e globalização na atualidade.

Desta forma, estas obras têm a síntese de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado e são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino e aplicação de métodos da ciência e tecnologia, cito: engenharias, computação, biologia, estatística, entre outras; de maneira atual. Sem esquecer da criação de novos produtos e processos levando a aplicação das tecnologias hoje disponíveis, vindo a tornar-se um produto ou processo de inovação.

Desejo uma boa leitura a todos.

Andrei Strickler

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A INFLUÊNCIA DOS MATEMÁTICOS FRANCESES NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL	
<i>Fernando Osvaldo Real Carneiro</i> <i>Maria Cristina Martins Penido</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923081	
CAPÍTULO 2	15
AULAS PRÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: PERCEPÇÃO DE PROFESSORES E ALUNOS DE ESCOLAS PÚBLICAS DE PORTO ESPERIDIÃO, MATO GROSSO	
<i>Jaqueline Cordeiro</i> <i>Cláudia Lúcia Pinto</i> <i>Carolina dos Santos</i> <i>Elaine Maria Loureiro</i> <i>Valcir Rogério Pinto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923082	
CAPÍTULO 3	27
INTERSECCIONALIDADES DE GÊNERO E DE RAÇA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO: UMA ANÁLISE A PARTIR DO PROJETO PEDAGÓGICO DO INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA	
<i>Patrícia Fernandes Lazzaron Novais Almeida Freitas</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923083	
CAPÍTULO 4	38
O COMPLEXO DO CURARE: CONTRIBUIÇÕES DE UM ESTUDO ANTROPOLÓGICO PARA AS CIÊNCIAS DO SÉCULO XX	
<i>Bianca Luiza Freire de Castro França</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923084	
CAPÍTULO 5	51
O PERFIL DOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA PARA O TRABALHO COM JOVENS E ADULTOS NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA	
<i>Wanessa Ferreira de Sousa</i> <i>Manuella Siqueira dos Santos Maciel</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923085	
CAPÍTULO 6	65
CURRÍCULO E RECURSOS TECNOLÓGICOS: QUE RELAÇÕES?	
<i>Lilian da Silva Moreira</i> <i>Maria Altina da Silva Ramos</i> <i>José Carlos Morgado</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923086	

CAPÍTULO 7 76

UTILIZAÇÃO DO LÚDICO NO ATENDIMENTO DE CRIANÇAS DEFICIENTES E DITAS NORMAIS HOSPITALIZADAS EM UNIDADES PEDIÁTRICAS: AÇÕES DO TERAPEUTA OCUPACIONAL

Graziele Carolina de Almeida Marcolin
Luana Taik Cardozo Tavares
Alan Rodrigues de Souza
Kíssia Kene Salatiel
Meiry Aparecida Oliveira Vieira
Lucilene Cristiane Silva Fernandes Reis
Érica Gonçalves Campos
Débora Paula Ferreira
Jéssica Aparecida Rodrigues Santos
Rozangela Pinto da Rocha
Camila Neiva de Moura

DOI 10.22533/at.ed.6171923087

CAPÍTULO 8 82

PRODUÇÃO DE NARRATIVAS ALIMENTARES COMO METODOLOGIA EM CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA

Luiz Fernando Santos Escouto

DOI 10.22533/at.ed.6171923088

CAPÍTULO 9 93

ANÁLISE DAS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM ENFRENTADAS PELOS ALUNOS DAS DISCIPLINAS DE FÍSICA BÁSICA

Wanessa David Canedo Melo
Leonardo Madeira dos Santos
Pedro Henrique da Conceição Silva
Raffael Costa de Figueiredo Pinto
Wanderson Nunes Santana
Maria José P Dantas
Vanda Domingos Vieira

DOI 10.22533/at.ed.6171923089

CAPÍTULO 10 109

O FATOR MOTIVACIONAL NA APRENDIZAGEM DA LÍNGUA INGLESA EM PROGRAMAS DE TREINAMENTO E DESENVOLVIMENTO EMPRESARIAL

Mike Ceriani de Oliveira Gomes
Guilherme Henrique Ferraz Campos
Willian Felipe Antunes
Érica Fernanda Paes Cardoso
Benedita Josepetti Bassetto
Edivaldo Adriano Gomes

DOI 10.22533/at.ed.61719230810

CAPÍTULO 11 116

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE FATORES GEOMÉTRICOS DE PEÇA E FERRAMENTA SOBRE A PRECISÃO DE TRAJETÓRIAS DE FERRAMENTA PARA MICROFRESAMENTO

Marcus Vinícius Pascoal Ramos
Guilherme Oliveira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.61719230811

CAPÍTULO 12 125

ANÁLISE ESTRUTURAL ASSISTIDA POR COMPUTADOR PARA VERIFICAR E ANALISAR O DIMENSIONAMENTO DE BASES FUNDIDAS DE FERRAMENTAS DE ESTAMPAGEM SOB OS ESFORÇOS RESULTANTES DO PROCESSO

Guilherme Dirksen
Ademir Jose Demetrio
Altair Carlos da Cruz
Claiton Emilio do Amaral
Custodio da Cunha Alves
Emerson Jose Corazza
Eveline Ribas Kasper Fernandes
Fabio Krug Rocha
Gilson Joao dos Santos
Paulo Roberto Queiroz
Renato Cristofolini
Rosalvo Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.61719230812

CAPÍTULO 13 139

APLICAÇÃO COMBINADA DE MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE E NA CONDIÇÃO (RCM+CBM)

Claudia Regina Carvalho de Oliveira
Paulo Jabur Abdalla
Emerson Moraes Jorge
Josenid Ferezini Vasconcellos Junior
Luiz Felipe da Silva Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.61719230813

CAPÍTULO 14 150

APLICAÇÃO DA COMPUTAÇÃO FÍSICA NO AUXÍLIO A CRIANÇAS COM DEFICIÊNCIA

Laura Cristina Meireles de Lima
Cláudio Luís V. Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.61719230814

CAPÍTULO 15 162

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO MICRO-AMBIENTAL COM O USO DE TORRES DE AQUISIÇÃO EM CASAS DE VEGETAÇÃO

Aldir Carpes Marques Filho
Jean Paulo Rodrigues
Simone Daniela Sartorio de Medeiros
Sergio Ricardo Rodrigues de Medeiros
Guinther Hugo Grudtner

DOI 10.22533/at.ed.61719230815

CAPÍTULO 16 169

SEMÁFORO INTELIGENTE

Luana Rodrigues Barros
Alexandre Ribeiro Andrade
Gabriel Daltro Duarte
Tiago Daltro Duarte

DOI 10.22533/at.ed.61719230816

CAPÍTULO 17 181

ANÁLISE DAS FUNÇÕES EXECUTIVAS DE ALUNOS DE DESENVOLVIMENTO TÍPICO NO ENSINO BÁSICO ATRAVÉS DA TORRE DE HANÓI

Lorena Silva de Andrade Dias

Elisa Henning

Tatiana Comiotto

Luciana Gili Vieira Duarte

Ermelinda Silvana Junckes

Vitória Castro Cruz

DOI 10.22533/at.ed.61719230817

CAPÍTULO 18 185

MÉTODOS ESTATÍSTICOS APLICADOS A TEMPERATURA AMBIENTE E UMIDADE RELATIVA DO AR NA CIDADE DE PORTO SEGURO (BA)

Andrea de Almeida Brito

Dênio Oliveira Cruz

Ivan Costa da Cunha Lima

Gilney Figueira Zebende

DOI 10.22533/at.ed.61719230818

CAPÍTULO 19 194

MINERAÇÃO INDIVIDUAL DE BITCOINS E LITECOINS NO MUNDO

Guilherme Albuquerque Barbosa Silva

Carlo Kleber da Silva Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.61719230819

CAPÍTULO 20 206

IRRATIONALITY IN THEORETICAL MUSIC IN THE RENASSAINCE

Oscar João Abdounur

DOI 10.22533/at.ed.61719230820

CAPÍTULO 21 214

SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO FLUIDO REFRIGERANTE R-410A UTILIZANDO UM MISTURADOR ESTÁTICO

Vitor Marcelo de Queiróz

Cristiane de Souza Siqueira Pereira

Marisa Fernandes Mendes

Miguel Rascado Fraguas Neto

Luiz Felipe Carames Berteges

DOI 10.22533/at.ed.61719230821

CAPÍTULO 22 221

MODELAGEM DA DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS DE UM TREM MOVIDO A DIESEL SOBRE UMA ESCOLA EM RIVERSIDE, CALIFÓRNIA

Igor Shoiti Shiraishi

Caroline Fernanda Hei Wikuats

Christina Ojeda

Joanna Collado

Veronica Medina

DOI 10.22533/at.ed.61719230822

CAPÍTULO 23	231
APLICAÇÃO DO DIAGRAMA DE ISHIKAWA VISANDO A ORIENTAÇÃO DE PRODUTORES DE LEITE: ESTUDO DE CASO NO CENTRO OESTE PAULISTA	
<i>Mariana Wagner de Toledo Piza</i>	
<i>Vitória Castro Santos Barreto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.61719230823	
CAPÍTULO 24	238
ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO EXTERNO: COMPARATIVO DAS PROPRIEDADES NOS ESTADOS FRESCO E ENDURECIDO ENTRE OS TIPOS CONVENCIONAL E ESTABILIZADA	
<i>Maiana dos Santos Oliveira</i>	
<i>Silas de Andrade Pinto</i>	
<i>Manoel Clementino Passos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.61719230824	
CAPÍTULO 25	248
HÁ RELAÇÃO ENTRE BAIXOS VALORES DE ÂNGULO DE FASE E DESENVOLVIMENTO DE LESÃO POR PRESSÃO?	
<i>Rodrigo França Mota</i>	
<i>Barbara Pompeu Christovam</i>	
<i>Zenio do Nascimento Norberto</i>	
<i>Dayse Carvalho do Nascimento</i>	
<i>Michele Pereira da Silva Almeida Xavier</i>	
<i>Samuel Santos do Nascimento Júnior</i>	
<i>Ana Paula D'Araújo Borges</i>	
<i>Dalmo Valério Machado de Lima</i>	
<i>Monyque Évelyn dos Santos Silva</i>	
<i>Norma Valéria Dantas de Oliveira Souza</i>	
<i>Rogério Jorge Cirillo Menezes Júnior</i>	
<i>Cássio Silva Lacerda</i>	
DOI 10.22533/at.ed.61719230825	
CAPÍTULO 26	256
ASPECTOS JURÍDICOS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E SUA INFLUÊNCIA NO MEIO RURAL	
<i>Karina Burgos Anacleto</i>	
<i>Marcus Vinícius Contes Calça</i>	
<i>Matheus Rodrigues Raniero</i>	
<i>Alexandre Dal Pai</i>	
DOI 10.22533/at.ed.61719230826	
SOBRE O ORGANIZADOR	263

APLICAÇÃO COMBINADA DE MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE E NA CONDIÇÃO (RCM+CBM)

Claudia Regina Carvalho de Oliveira

UCP, Mestrado Profissional em Gestão de
Sistemas de Engenharia
RJ - Petrópolis

Paulo Jabur Abdalla

UCP, Mestrado Profissional em Gestão de
Sistemas de Engenharia
RJ - Petrópolis

Emerson Morais Jorge

UCP, Mestrado Profissional em Gestão de
Sistemas de Engenharia
RJ - Petrópolis

Josenid Ferezini Vasconcellos Junior

UCP, Mestrado Profissional em Gestão de
Sistemas de Engenharia
RJ - Petrópolis

Luiz Felipe da Silva Oliveira

UCP, Engenheiro de Produção
RJ - Petrópolis

RESUMO: Produtividade é elemento de busca constante em todas as empresas que procuram se manter competitivas e se preparam para o futuro, frente aos desafios globalizados atuais. Esta produtividade precisa ser claramente confirmada por meio de resultados operacionais e um componente importante, e que passou a ser olhado com muito mais cuidado pelas empresas, é a manutenção mais efetiva (e mais inteligente) dos equipamentos utilizados em seu processo

produtivo. A obtenção de maior confiabilidade e a otimização dos custos de manutenção, inicialmente vistos antagonicamente, têm sido parceiros e são obtidos através de um processo disciplinado de mudança onde o foco está, resumidamente, em mudar o objetivo da Manutenção, segundo Ramesh Gulati (2012), de ‘preservar o equipamento’ para ‘preservar a sua função’, um dos elementos básicos da Manutenção Centrada na Confiabilidade, descrita abaixo.

A metodologia sugerida para se atingir essa efetividade procurada, une os conceitos da Manutenção Centrada na Confiabilidade ou *RCM (Reliability Centered Maintenance)* e da Manutenção Baseada na Condição ou *CBM (Condition Based Maintenance)*.

Denominada ‘MCC²’ – Manutenção Centrada na Confiabilidade e na Condição - pelos autores, a proposta vem trazendo resultados significativos nas áreas selecionadas como piloto de um parque fabril onde a aplicação combinada está sendo implementada. Os resultados, obtidos no primeiro ano de implantação, já trazem o nível de disponibilidade associada a manutenção dos equipamentos para os patamares requeridos de 95 a 98% e a redução dos custos associados já chegam a valores que variam de 5 a 10%.

PALAVRAS-CHAVE: Manutenção Centrada na Confiabilidade; Manutenção Baseada na Condição; MCC; Disponibilidade de

1 | INTRODUÇÃO

Este artigo, ao compor o e-book ‘Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um Mundo Global’, com esse capítulo que trata da ‘Aplicação combinada da Manutenção Centrada na Confiabilidade e Baseada na Condição’, tem como objetivo apresentar de forma básica uma metodologia que possa ser entendida e servir de fundamento para sua aplicação, que é bem abrangente, mantendo-se algumas adequações de especificidades.

Em sendo parte de um e-book e ainda que com sua formatação padronizada como artigo, o conteúdo é tratado de forma didática e ilustrativa para facilitar o seu entendimento e aplicação.

A metodologia apresentada combina conceitos associados à Manutenção Centrada na Confiabilidade e à Manutenção Baseada na Condição, trazendo uma mudança de cultura no tratamento dos equipamentos que pertencem ao plano de manutenção de uma unidade fabril. Ela é uma resposta a demandas do mundo atual, global, onde cada vez mais se requer disponibilidade dos equipamentos do chão de fábrica e atendimento preciso às suas funções, definidas pelo seu papel dentro do processo produtivo.

Em resumo, o conteúdo desse capítulo se propõe a trazer, ainda que de maneira básica, elementos fundamentais para introdução da metodologia combinada.

MCC2 – Aplicação combinada de Manutenção Centrada na Confiabilidade e na Condição está fundamentada em:

- (i) Uma forte ênfase em registros normatizados e obtidos de forma metodológica para que sejam fonte de informação (e não somente de dados) e
- (ii) Planos de inspeção devidamente desenhados pela equipe de engenharia de Manutenção, aproveitando o conhecimento da equipe de *combate* de chão de fábrica (preventiva e/ou corretiva);
- (iii) Uma participação ativa dos operadores dos equipamentos e sua liderança, os quais são parte fundamental do processo e do sucesso da implementação.

A implementação vem trazendo resultados significativos na empresa descrita acima, onde duas áreas da fábrica foram selecionadas como piloto - critério alinhado com o conceito de Lean StartUp (metologia de implementação que identifica um piloto mínimo viável (ou mais de um) Eric Ries (2017) - o que permitiu a aplicação conceitual na sua totalidade, assim como verificação de resultados.

Algumas métricas utilizadas para controle dos resultados:

- (i) Redução no tempo de parada das máquinas e equipamentos devido a manutenção – avalia se houve aumento do ‘OEE’ (*overall equipment*

effectiveness) de cada um deles, ou seja, sua disponibilidade total para a produção;

(ii) Média de tempo entre reparos;

(iii) Redução duradoura dos custos com manutenção (mais singnificativas a médio prazo).

	Disponibilidade (i)		MTBF (ii)		(iii)
	Manutenção Tradicional	MCC ²	Manutenção Tradicional	MCC ²	Redução de custos
Piloto 1 (Área A)	85%	95%	243h	292h	7%
Piloto 2 (Área B)	91%	96%	219h	255h	4%

Fig. 1 – Tabela de Resultados relativos a implementação de MCC2 numa indústria de alta de Tecnologia – 2018 (C. Carvalho / L. Oliveira)

2 | HISTÓRICO

A Manutenção Centrada na Confiabilidade, MCC ou RCM, teve seu início em 1968, pela necessidade de certificação da linha de aeronaves Boeing 747, pela FAA. O uso das metodologias tradicionais de manutenção, em equipamentos desta complexidade, simplesmente iria inviabilizar o atendimento às exigências das autoridades aeronáuticas americanas. Desde a sua implantação, reforçou-se a valorização do conceito de função* do equipamento sendo mantido e da sua entrega à operação (* como ficou comumente chamada).

O conceito de Manutenção Baseada na Condição, ‘CBM’, foi estabelecido no início desse século com o objetivo de promover a execução da manutenção dos equipamentos (e sistemas) no momento mais adequado, porém, antes que o equipamento e/ou sistema perdesse a sua performance ótima. Como define Andrew Jardine et al. (2005) e outros autores sobre o assunto, a Manutenção Baseada na Condição recomenda que decisões de manutenção sejam tomadas através de dados obtidos por monitoramento das condições do equipamento e considera três etapas básicas: (i) coleta de dados; (ii) análise dos dados obtidos; (iii) processo de tomada de decisão estabelecido pelo time da manutenção.

Uma visão mais atual, incentiva que o equipamento seja dividido em subsistemas e esses priorizados e avaliados profundamente para que dados de funcionamento e monitoramento, assim como as intervenções de manutenção, sejam mais efetivos.

3 | CONCEITUAÇÃO

3.1 Manutenção Centrada na Confiabilidade – MCC

A metodologia RCM (Reliability Centered Maintenance) ou Manutenção Centrada

em Confiabilidade, MCC, é um processo usado para determinar o que deve ser feito para assegurar que qualquer ativo físico ou equipamento, continue a fazer o que seus usuários querem que ele faça no contexto operacional onde está inserido.

Esse modelo ou estratégia de manutenção se baseia em utilizar os diversos recursos conhecidos na área de manutenção para permitir, na melhor relação custo x benefício possível, o máximo nível de confiabilidade e segurança que se possa obter de um equipamento, planta ou sistema produtivo. Seu objetivo principal é otimizar as estratégias de planejamento de manutenção de forma a aumentar a confiabilidade do sistema produtivo e minimizar custos de manutenção por meio da eliminação de atividades que pouco ou nada influenciem na confiabilidade do mesmo. Com isso, determinam-se as necessidades de manutenção do equipamento, sistema ou instalação no seu contexto operacional. Deve se considerar os seguintes aspectos:

- (i) As funções e o desempenho padrão do ativo ou equipamento no seu contexto operacional;
- (ii) As possíveis formas de falha das funções requeridas;
- (iii) Causas de cada falha funcional;
- (iv) Eventos que ocorrem após cada falha;
- (v) Significância de cada falha;
- (vi) Medidas para prevenir as falhas;
- (vii) Medidas corretivas a serem tomadas, quando não houver medida preventiva;

Para ser desenvolvida, a metodologia utiliza sete perguntas sobre cada item em revisão ou sob análise crítica, para que seja preservada a função do sistema produtivo a saber (MOUBRAY, 2000):

- (i) Quais as funções e padrões de desempenho do ativo (equipamentos) no seu contexto atual de operação?
- (ii) De que forma ele falha em termos de cumprimento de sua função?
- (iii) O que causa cada falha funcional?
- (iv) O que acontece quando ocorre cada falha?
- (v) De que modo cada falha importa?
- (vi) O que pode ser feito para prever ou prevenir cada falha?
- (vii) O que deve ser feito se não for encontrada uma tarefa pró-ativa apropriada?

3.2 Manutenção Baseada na Condição

A Manutenção Baseada na Condição ou Manutenção Baseada em Monitoramento de Condições, que pode também ser conhecida como Manutenção Preditiva, é comumente conhecida na língua inglesa como *Condition-Based Maintenance (CBM)*, amplamente aplicada no ramo aeronáutico mas, também, totalmente aplicável em

outros campos. Diferentemente da manutenção preventiva periódica, que executa serviços no ativo ou equipamento mesmo que não existam defeitos aparentes, a gestão de manutenção preventiva baseada em condição somente utiliza intervenções em equipamentos após a constatação de um defeito real - ou risco eminente - ainda que não causando falha presente, e da avaliação da evolução de sua deterioração. Esse tipo de manutenção consiste na inspeção e medição (monitoramento) de parâmetros de funcionamento de máquinas e sistemas por meio de aparelhos específicos, especialmente adquiridos ou desenvolvidos para essa finalidade. Visto que todos os ativos se deterioram com o uso, por meio desses aparelhos é possível acompanhar a evolução de um defeito ao longo do tempo, avaliar sua tendência de degradação e escolher o melhor momento para aplicação de ações de correção antes da falha (IAEA, 2007). Moubray (1997) exemplifica isso por meio da curva P-F mostrada abaixo na figura 2. Na Manutenção Baseada na Condição, várias tecnologias podem ser utilizadas para monitoramento.

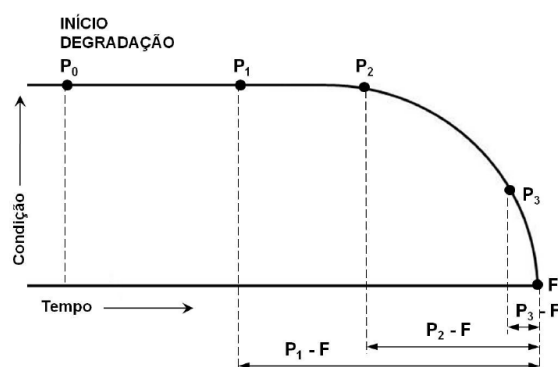


Fig. 2 – Curva P-F. Moubray -1997

Normalmente, são realizadas inspeções e testes preditivos, tais como, medições e análise de vibrações, análises de óleos lubrificantes e isolantes, termografia, medições de isolamento em equipamentos elétricos, análise de ultrassom, entre outros. Os dados coletados são, então, registrados e comparados com (i) históricos existentes, (ii) dados de referência fornecidos por normas e experiência de pessoal técnico, (iii) desenhos e manuais de fabricantes, etc, de modo a checar a existência de defeito e respectiva tendência de evolução. Caso seja encontrado algum defeito com taxa elevada de degradação, uma ordem de serviço é emitida e o reparo efetuado antes que ocorra a falha. Caso o parâmetro esteja em condições normais, ou com uma taxa baixa ou estável de degradação, numa próxima inspeção passa por nova medição para fins de checagem de seu estado de deterioração (IAEA, 2007; NASA, 2008). Os resultados encontrados levam também a reavaliar o programa de inspeções. Na medida em que as tendências de deterioração são avaliadas, as frequências de inspeções podem ficar sujeitas a alterações, podendo aumentar ou até diminuir.

A implantação da Manutenção por Condição em geral parte da constatação de que a estratégia de manutenção preventiva periódica não consegue atingir os

patamares de eficiência, custos, disponibilidade e confiabilidade necessários para um processo. A Manutenção Baseada na Condição implica em uma evolução significativa em relação à manutenção corretiva e preventiva periódica - também denominada Manutenção Tradicional, entretanto, em muitas situações as condições básicas para sua implementação não estão disponíveis, ao menos no início: (i) dados necessários para análise não disponíveis; (ii) o pessoal envolvido ainda não possui a suficiente familiarização com os conceitos e técnicas; (iii) nem é claro o contexto dos processos que envolvem os ativos ou equipamentos. Além disso, em virtude de seu custo inicial e da necessidade de supervisão e controle bastante desenvolvidos, é recomendável iniciar a implantação da Manutenção baseada na Condição pelos ativos mais importantes da instalação.

A condução regular desta metodologia apresenta resultados bastante diferenciados se comparados em relação à manutenção Tradicional.

Vantagens da Manutenção Baseada na Condição sobre a Manutenção Tradicional (SULLIVAN et al., 2010; IAEA, 2007; CHIMACK, AARDSMA, NOVOSEL, 2006):

- (i) 8 a 12% de redução de custos em relação à manutenção preventiva periódica;
- (ii) 30 a 40% de redução nos tempos de parada para manutenção corretiva;
- (iii) 35 a 45% de redução nos tempos de parada para manutenção;
- (iv) Eliminação de 70 a 75% das paradas não programadas;
- (v) 20 a 25% de incremento na capacidade de produção.

É importante avaliar com cuidado a estratégia de implementação para que os aspectos positivos sejam majoritários, superadas e satisfeitas as demandas associadas (aqui denominadas ‘Aspectos Negativos’):

Aspectos Positivos	Aspectos Negativos
<ul style="list-style-type: none"> • Elimina a maioria dos aspectos negativos das manutenções corretiva e preventiva. • Total integração com o planejamento dos recursos. Reforça as ações preventivas/constante avaliação dos riscos. • Somente são realizados os reparos necessários. • Reduz as interrupções de funcionamento. • Reduz o risco de falhas catastróficas. • Previne e diminui a taxa de falhas. • Aumenta a vida útil do ativo e diminui seu custo de ciclo de vida. • Aumenta a capacidade de programação de serviços permitindo melhor aproveitamento de recursos e pessoal. • Melhora o desempenho/eficiência. • Diminui perdas de energia e insumos. • Aumenta a disponibilidade e a confiabilidade. • Aumenta a produtividade. • Melhora a qualidade dos produtos. • Reduz os custos com mão de obra e peças. • Aumento da eficiência geral das instalações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de bom treinamento e certificação para o pessoal técnico. • Difícil aplicação a ativos com características pouco conhecidas. • A variabilidade de carga/produção e velocidade na operação dos ativos leva a riscos de detecção do defeito em tempo suficiente para evitar a falha. • Risco na determinação dos intervalos de inspeção para acompanhamento da evolução de um defeito após sua detecção. • Oferece riscos na determinação dos parâmetros de alerta, alarme e máximos admissíveis antes da falha. • Exige muito planejamento de serviços e administração de materiais.

Fonte: CHIMACK; AARDSMA; NOVOSEL, 2006; SULLIVAN et al., 2010; NASA, 2008, adaptadas

4 | APLICAÇÃO COMBINADA DA MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE E MANUTENÇÃO BASEADA NA CONDIÇÃO (MCC²)

Essa metodologia combinada, batizada MCC², procura buscar o que de melhor e mais genericamente aplicável pode ser obtido de cada metodologia e conceitos associados individualmente, como visto no item 3 deste capítulo.

A Manutenção Baseada na Condição traz este conceito de diagnóstico da saúde dos equipamentos e seus sistemas, provendo dados e informações preciosos para a questão da confiabilidade, como explica Jeff Knight, 2016.

Da Manutenção Centrada na Confiabilidade, se estabelecem ainda todos os procedimentos de Engenharia de Manutenção e de Inspeção para que estejam garantidas as funções que precisam ser entregues pelo equipamento à operação, ajustadas pelas análises e diagnósticos complementares.

A “quebra” do equipamento em seus sistemas para propiciar análise mais profunda de possíveis falhas e a priorização de acordo com a influência e contribuição de cada sistema ou subsistema na entrega da função (ou funções) é uma das características importantes verificadas na metodologia combinada.

Outra característica da implementação combinada é a revisão das falhas, paradas e intervenções - que ainda acontecerem de forma inesperada - entre os times da Engenharia (Manutenção e Operação), Inspeção, mantenedores e operadores. Esse revisão promove a adequada análise, retroalimentação do plano geral de manutenção e promoção dos ajustes necessários.

4.1 Metodologia de Implementação Proposta

Para que se possa estabelecer adequadamente a implementação do programa de manutenção MCC², os seguintes passos são recomendados:

(i) Fase preliminar:

- Treinamento na metodologia;
- Avaliação da forma e abrangência de aplicação;
- Validação da necessidade da implementação com a alta gerência (preparação anterior elaborada com o devido conhecimento das oportunidades e resultados; registros das definições advindas do processo de validação);
- (ii) Escolha do líder do projeto;
- (iii) Treinamento das equipes envolvidas (Manutenção e Operação); time do chão de fábrica e seus líderes; Engenharia;);

- (iv) Envolvimento dos times através de eventos que precisam ser facilitados por consultor e/ou elemento interno que domine as metodologias envolvidas e entenda a proposta da implantação combinada;
- (v) Avaliação das mudanças no ambiente que precisam ser promovidas para propiciar uma adequada implantação:
 - Eventos de 5S (Limpeza, Arrumação, Organização, Padronização e Disciplina => *SEISO, SEITON, SEIRI, SEIKETSU, SHITSUKE* – Kaoro Ishikawa) nas áreas de manutenção e suprimento de material (*'spare parts'* e consumíveis);
 - Criação ou modificação de funções e papéis, inclusive junto a RH, que estejam alinhados a nova demanda da metodologia (inspetores, Planejadores de Manutenção, divisão das equipes entre inspeção, preditivas, pronto atendimento, etc...);
 - Criação ou ajuste de novos turnos e/ou horários de trabalho para melhor atender a demanda de inspeções ou intervenções;
- (vi) Escolha de uma ferramenta de TI que suporte os registros, análise de dados, informações requeridas e suporte às ordens de serviço. Existem boas ofertas disponíveis;
- (vii) Definição da estratégia de implementação (parcial ou total; em etapas; outras);
- (viii) Seleção um ou dois pilotos (máximo) que permitam validar a metodologia combinada em sua extensão e comprovar os resultados propostos (mantida a devida escala, logicamente) .
 - O critério de seleção pode se estar alinhado com um dos princípios do *Lean StartUp* (metodologia de implementação que identifica um piloto mínimo viável) Eric Ries, 2017, o que permite 100% da aplicação da metodologia no menor tempo e custo. É preciso se obter resultados representativos e registrar as lições aprendidas para ajuste no plano implementação de para todo o parque fabril.
 - Outro critério de seleção pode ser a adoção como piloto de uma ou, no máximo, duas áreas fabris com maior demanda em termos de confiabilidade e disponibilidade.
 - O(s) piloto(s) precisam de um time de implementação formado por pessoas de manutenção e operação da área e um líder adicional por grupo pode ser adequado;
- (ix) Promoção da revisão pelo time da Engenharia de Manutenção – após adequado entedimento da metodologia combinada – de todos os planos de manutenção para que sejam ajustados de acordo. Inicialmente dos planos

relativos área piloto e depois de todas as áreas compreendidas pela implantação, de acordo com o seu cronograma. Consultores externos, conhecedores dos equipamentos e da metodologia, podem ser boa ajuda nessa etapa;

(x) Aquisição de instrumentos, ferramental e/ou equipamentos necessários para inspeção e monitoramento, a partir dos planos revisados pela Engenharia de Manutenção;

(xi) Definição dos indicadores aplicáveis para acompanhamento dos resultados e suporte a fase de controle.

(xii) Tanto para o piloto quanto para a implantação em toda a fábrica promova reuniões periódicas de revisão e controle de ações e cumprimento das ordens estabelecidas pelo plano de manutenção. Sugere-se fazer revisões por área, em vez de juntar muitas áreas para ganhar agilidade e obter participação adequada dos times da operação. A representação da Engenharia de Manutenção responsável pelo grupo de equipamentos e dos planos de Manutenção é fundamental.

4.2 Manutenção Tradicional x MCC²

Esse método comparativo ajuda a desenvolver, nas equipes escolhidas para o processo de transição, os elementos fundamentais associados ao conceito de preservar a função (aquela que deve ser entregue pelo equipamento à operação) e a identificar os procedimentos, ações e rotinas de manutenção necessárias. Esse conceito substitui uma prática tradicional de se manter o equipamento e/ou simplesmente trazê-lo de volta a operação. Através de uma auto avaliação comparativa, as equipes podem estabelecer uma visão da situação presente versus aquilo que se pretende atingir com a nova metodologia sendo implantada. A participação ativa das equipes em eventos associados ao processo de transição, como os citados no item 4.1 desse capítulo, ajuda a construir uma visão das melhorias que podem ser atingidas e reforçar os conceitos envolvidos.

O foco, anteriormente centrado no equipamento em si, vai sendo modificado para se estabelecer uma estratégia com enfoque na função, cujo conhecimento e entendimento de sua importância deixa de ser um privilégio do time da operação passando a ser um elemento de referência para uma gestão efetiva de manutenção.

A figura 3 abaixo traz como exemplo a categorização fornecida pelo time que participou da iniciação do processo de implementação da metodologia combinada num parque fabril de alta tecnologia e alta demanda por disponibilidade dos equipamentos (95% a 98%). Esse evento de introdução da metodologia contou com a participação da Engenharia de Manutenção, Gerente da Manutenção, gerentes operacionais, mantenedores, operadores, facilitadores (conhecedores da metodologia e técnicas complementares), consultores externos e internos e representantes de Lean/Six Sigma (Manufatura Enxuta + Programa Seis Sigma).

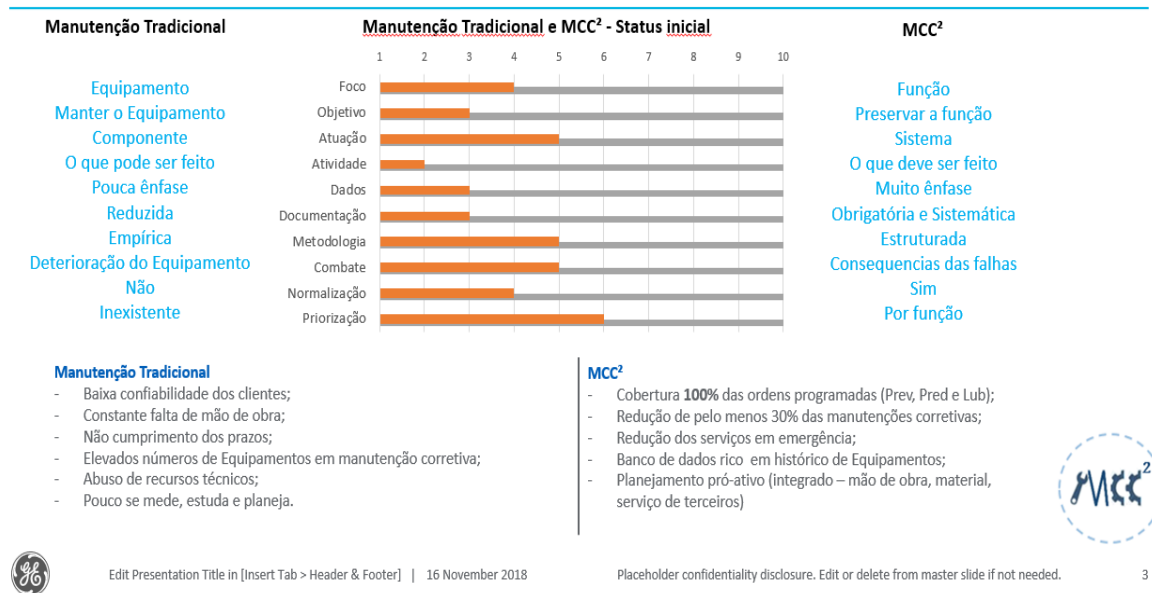


Fig. 4 – Manutenção Tradicional x MCC² (Aplicação da metodologia combinada – C. Carvalho Oliveira, L. Oliveira (2018))

5 | MÉTRICAS APLICÁVEIS – INDICADORES PARA CONTROLE

Para que se possa verificar os resultados trazidos pelo programa, os seguintes indicadores são importantes de ser acompanhados e comparados com períodos anteriores:

- (i) MTBF – É a média de tempo que uma falha ocorreu até a próxima falha ocorrer novamente.
- (ii) MTTR - É a média de tempo que se leva para executar um reparo após a ocorrência da falha.
- (iii) Disponibilidade - É uma métrica importante usada para avaliar o desempenho de equipamentos (parte do cálculo do OEE 'Overall Equipment Effectiveness').
- (iv) Quantidade de Corretivas antes e depois do MCC – Utilizado para comparar a eficiência dos Planos de Manutenção.
- (v) Custos por categoria

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Manutenção Baseada na Condição traz o conceito de diagnóstico da saúde dos equipamentos e seus sistemas, provendo dados e informações preciosos para a tratamento da confiabilidade, como explica Jeff Knight, 2016.

As empresas que introduziram o RCM - e mesmo aquelas avaliando um processo de ajuste para CBM – podem enriquecer o seu programa através desta proposta combinada, aqui identificada como MCC², a qual se utiliza de uma estratégia

complementar entre os conceitos aplicados das duas metodologias, fazendo com que o programa de mudança se torne mais eficaz e produza os resultados de confiabilidade e redução de custos esperados.

AGRADECIMENTO POR CONTRIBUIÇÃO NA CONCEITUAÇÃO GERAL AOS AUTORES:

CAIADO; LIMA; QUELLAS - *Aspectos da Aplicação da Manutenção Centrada em Confiabilidade*;

COSTA, Mariana - *Gestão Estratégica da Manutenção: Uma Oportunidade para Melhorar o Resultado Operacional*;

PATRIOTA, Iony - *Manutenção Centrada na Confiabilidade, Manual de Implementação*

PIZZOLATO, N.; C. Ferreira, J.; Esperança, F. – *Artigo, 2018 – Projeto de Terceirização do Gerenciamento de Manutenção de uma Planta de Lubrificantes do Segmento de Óleo e Gás*

REFERÊNCIAS

GULATI, Ramesh - **Maintenance Best Practices**. Industrial Press, inc. (17 de Agosto de 2012)

MARAN, Marcos - **Manutenção Baseada em Condição Aplicada a um Sistema de ar condicionado como requisito para sustentabilidade de Edifícios de Escritórios** – Dissertação de Mestrado - USP

KNIGHT, Jeff - **Reliability Centered Maintenance vs Condition Based Maintenance article** – 2016

KARDEC, A.; NASCIF, J. - **Manutenção: Função Estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009. 384 p

RIES, Eric - **The Start Up Way: How Modern Companies Use Entrepreneurial Management to Transform Culture and Drive Long-Term Growth**, 2017

SOBRE O ORGANIZADOR

Andrei Strickler - Graduado com titulação de Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO. Mestre em Informática pela Universidade Federal do Paraná - UFPR. Atua como membro do Conselho Editorial da Revista de Ciências Exatas e Naturais - RECEN. Também é membro do grupo de Pesquisa: Inteligência Computacional e Pesquisa Operacional da UNICENTRO; desempenhando pesquisas principalmente nas áreas de Inteligência Artificial e Métodos Numéricos. Atualmente é Professor Colaborador na UNICENTRO lotado no Departamento de Ciência da Computação.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura de precisão 162

Aprendizagem 7, 74, 93

Arduino 150, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 160, 161, 162, 163, 168

Argamassa estabilizada 242

Automação 103, 162, 179

B

Bitcoin 194, 195, 196, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 204, 205

C

CAM 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123

Criptomoeda 194

D

DCCA 185, 186, 187, 188, 190

Deficiência 150, 151, 154, 155, 161

DFA 185, 186, 187, 188, 189, 191

E

Elementos Finitos 126, 138

Energia solar na agricultura 256

Ensino-aprendizagem 65

Estatística 6, 25, 108, 181, 182, 184, 185, 220

Etnociência 38

F

fuzzy 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 179, 180

G

Geração individual de energia solar 256

H

HCFC 214

Hospitalização 77, 78

I

Inovação 2, 5, 65, 140, 180, 246

Internet das coisas 162

L

Litecoin 194, 195, 197, 199, 201, 202, 203, 204

Lúdico 77, 79, 81

M

Matemática 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 25, 51, 61, 62, 63, 92, 105, 106, 112, 194

MCC 139, 141, 142, 148

Microfresamento 116

Monitoramento 140, 142

O

Otimização 136

P

Professor 15, 256

S

Sensores 162

Simulação numérica 126, 130, 138

T

Tecnologia 2, 5, 1, 39, 49, 63, 82, 83, 84, 107, 108, 140, 141, 150, 236, 246, 247

Tolerâncias 116

Trânsito 170

Tratamento 77

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-561-7



9 788572 475617