



Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um Mundo Global

Ingrid Winkler
Lilian Lefol Nani Guarieiro
Josiane Dantas Viana Barbosa
Alex Álisson Bandeira Santos
Jeancarlo Pereira dos Anjos
Keize Katiane dos Santos Amparo
Ilan Sousa Figueiredo
(Organizadores)

Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um Mundo Global

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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	<p>Ciência, tecnologia e inovação [recurso eletrônico] : desafio para um mundo global / Organizadores Ingrid Winkler... [et al.]. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciência, Tecnologia e Inovação. Desafio para um Mundo Global; v. 1)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia. ISBN 978-85-7247-501-3 DOI 10.22533/at.ed.013192907</p> <p>1. Ciência – Brasil. 2. Inovação. 3. Tecnologia. I. Winkler, Ingrid. II. Guarieiro, Lilian Lefol Nani. III. Barbosa, Josiane Dantas Viana. IV. Santos, Alex Álisson Bandeira. V. Anjos, Jeancarlo Pereira dos. VI. Amparo, Keize Katiane dos Santos. VII. Figueiredo, Ilan Sousa. VIII. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 506</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O livro *Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um Mundo Global* é uma coletânea de trabalhos apresentados no IV International Symposium on Innovation and Technology (SIINTEC) e VIII Research and Innovation Workshop (PTI), eventos realizados entre os dias 24 a 26 de Outubro de 2018 no Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador – BA.

O Workshop PTI é um evento promovido desde 2011 pelo SENAI CIMATEC, com apoio do Departamento Nacional (SENAI DN) e tem o objetivo de contribuir significativamente para o desenvolvimento científico e tecnológico do país, buscando a participação massiva da academia e da indústria, envolvida em pesquisa e desenvolvimento, e o fomento da mudança cultural, a favor do espírito empreendedor, que deve ser promovido e cultivado desde cedo e ser um dos motores da inovação. Na sua oitava edição, o PTI aconteceu concomitantemente com o IV SIINTEC buscando inovar e ampliar a divulgação científica a um nível internacional e enriquecer os debates sobre o tema do evento.

O evento foi patrocinado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e pelo Departamento Nacional do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI/ DN) e gerou a oportunidade de discussão sobre os principais temas relativos às inovações tecnológicas como base para atendimento dos desafios para uma sustentabilidade global, trazendo à tona a realidade, as dificuldades e os bem sucedidos exemplos de integração do trinômio, Tecnologia, Produto e Mercado, principalmente no âmbito das empresas iniciantes de base tecnológica em prol da sustentabilidade.

No VIII PTI e IV SIINTEC foram realizadas palestras, painéis de discussão sobre o tema central do evento e apresentação dos artigos completos aceitos para publicação no anuário do evento, na forma oral e de pôster. Neste contexto, alguns trabalhos apresentados merecem destaque e foram selecionados para serem publicados como capítulos para compor este livro de coletâneas.

Desta forma, esta obra pretende apresentar os desafios da Ciência, Tecnologia e Inovação para um mundo global, promovendo debates e análises acerca de várias questões relevantes, por meio de seus 21 capítulos, divididos em três eixos fundamentais: Revisões de Literatura, Análises de Cases de Inovação e Estudos preliminares e comparativos em diversos domínios de aplicação.

O primeiro eixo aborda estudos sobre Revisões de Literatura em diversas áreas de conhecimento relevantes para a compreensão do tema, tais como: Logística Reversa na Gestão das Cadeias de Suprimento Sustentáveis, Conectividade Veicular, Metodologias de Comissionamento para Implantação de Novo Processo em uma Planta Industrial, Realidade Aumentada na Indústria, Monitoramento de Frotas, Classificação Automática de Eletrocardiograma (ECG), Geração de Energia Eólica e Produção de Biosurfactantes no Refino do Processamento de Oleaginosas.

No segundo eixo, o foco foi dado à análise de diversos casos de inovação na perspectiva teórica neoschumpeteriana, em contextos distintos, como uma indústria química, uma startup na área de biotecnologia, uma spin-off do setor energético e uma empresa da indústria de compressores.

Finalmente, no terceiro eixo, foram abordados temas relacionados à análise de diversos experimentos, tais como: comparações de sobretensões atmosféricas e de desempenho de aterramento em torres de transmissão, reuso de efluente na indústria têxtil, utilização de jatos contínuos de ar para arrasto de partículas depositadas em módulo fotovoltaico através de fluidodinâmica computacional, tratamento biológico de efluente empregando bioaumentador, a influência de fatores geométricos de peça e ferramenta sobre a precisão de trajetórias de ferramenta para microfresamento e desempenho de misturas diesel com diferentes teores de biodiesel de OGR.

Nesse sentido, esta obra constitui-se como uma coletânea de excelentes trabalhos, na forma de experimentos e vivências de seus autores. Certamente os trabalhos apresentados nesta obra são de grande relevância para o meio acadêmico, proporcionando ao leitor textos científicos que permitem análises e discussões sobre assuntos pertinentes para compreensão dos desafios atuais da Ciência, Tecnologia e Inovação para um mundo global.

Os nossos agradecimentos a cada leitor pela contribuição com esta obra. Aos leitores, desejamos uma leitura proveitosa e repleta de novas reflexões significativas sobre o tema.

Ingrid Winkler
Lilian Lefol Nani Guarieiro

SUMÁRIO

REVISÕES DE LITERATURA

CAPÍTULO 1	1
PRODUÇÃO DE BIOSURFACTANTES UTILIZANDO COMO SUBSTRATO RESÍDUOS DO REFINO DO PROCESSAMENTO DE OLEAGINOSAS – UMA REVISÃO	
Márcio Costa Pinto da Silva Edna dos Santos Almeida Érika Durão Vieira Itana Rodrigues Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.0131929071	
CAPÍTULO 2	9
CONECTIVIDADE VEICULAR PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES: UMA BREVE REVISÃO	
Marcus Vinícius Ivo da Silva Lilian Lefol Nani Guarieiro Paulo Renato Câmara da Silva Rafael Barbosa Mendes	
DOI 10.22533/at.ed.0131929072	
CAPÍTULO 3	17
LOGÍSTICA REVERSA COMO INSTRUMENTO DA GESTÃO DAS CADEIAS DE SUPRIMENTO SUSTENTÁVEIS – REVENDO A LITERATURA	
Clara Barretto Handro Francisco Uchoa Passos	
DOI 10.22533/at.ed.0131929073	
CAPÍTULO 4	24
METODOLOGIAS DE COMISSONAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DE NOVO PROCESSO EM UMA PLANTA INDUSTRIAL: UMA BREVE REVISÃO	
Valmir da Cruz de Souza Lílian Lefol Nani Guarieiro	
DOI 10.22533/at.ed.0131929074	
CAPÍTULO 5	31
REALIDADE AUMENTADA E APRENDIZADO DE MAQUINA PARA TRACKING NA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL: UMA REVISÃO DA LITERATURA	
Rosalvo Matos Neto Liz Azevedo Ingrid Winkler Valter de Senna	
DOI 10.22533/at.ed.0131929075	
CAPÍTULO 6	39
REALIDADE AUMENTADA E EFICIÊNCIA NA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	
Camila Santana Rossi Alex Álisson Bandeira Santos Ingrid Winkler Marinilda Lima Souza	
DOI 10.22533/at.ed.0131929076	

CAPÍTULO 7 47

TECNOLOGIA DE *LOW POWER WIDE AREA NETWORK* (LPWAN) PARA MONITORAMENTO DE FROTAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Paulo Renato Câmara da Silva
Herman Augusto Lepikson
Marcus Vinícius Ivo da Silva
Rafael Barbosa Mendes

DOI 10.22533/at.ed.0131929077

CAPÍTULO 8 55

UMA REVISÃO DE LITERATURA SOBRE TÉCNICAS PARA CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE ELETROCARDIOGRAMA (ECG)

Jandson Santos Nunes
Valter de Senna

DOI 10.22533/at.ed.0131929078

CAPÍTULO 9 61

ASPECTOS DO GERENCIAMENTO DA ETAPA DE ENCERRAMENTO DO CONTRATO DE GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA NO BRASIL, COM ENFOQUE NA BAHIA

Lívia Fernanda Tavares Ornellas
Luzia Aparecida Tofaneli
Alex Álisson Bandeira Santos

DOI 10.22533/at.ed.0131929079

ANÁLISES DE CASES DE INOVAÇÃO

CAPÍTULO 10 69

ESTUDO DE CASO: INOVAÇÃO PARA DIVERSIFICAÇÃO EM UMA INDÚSTRIA QUÍMICA À LUZ DA ABORDAGEM NEOSCHUMPETERIANA

Alfredo Ruben Corniali
Lara Machado Nelli
Mariana Inah de Almeida
Ingrid Winkler
Renelson Sampaio

DOI 10.22533/at.ed.01319290711

CAPÍTULO 11 79

O CASE SUNEW ANALISADO NA ÓTICA NEO- SCHUMPETERIANA

Clara Barretto Handro
Lívia Fernanda Tavares Ornellas
Marcio Costa Pinto da Silva
Ingrid Winkler
Renelson Sampaio

DOI 10.22533/at.ed.01319290711

CAPÍTULO 12 87

O CASO DA NEOVECH – BIOTECNOLOGIA: PLATAFORMA PARA INOVAÇÕES EM DIFERENTES SEGMENTOS, UMA ANÁLISE SOB A ABORDAGEM NEO-SCHUMPETERIANA

Gabriela Chaves Valente

Taís Costa Lima

Silmar Batista Nunes

Ingrid Winkler

Renelson Sampaio

DOI 10.22533/at.ed.01319290712

CAPÍTULO 13 95

O CASE WISEMOTION SOB A ÓTICA NEOSCHUMPETERIANA

Antônio Rimaci Miguel Junior

Valmir da Cruz de Souza

Caroline C. Fernandes da Costa

Ingrid Winkler

Renelson Ribeiro Sampaio

DOI 10.22533/at.ed.01319290713

CAPÍTULO 14 103

UMA ANÁLISE DO CASE CLIEVER NA PERSPECTIVA SCHUMPETERIANA

Pedro Martins de Oliveira

Luciano Moura Costa Doria

Almir Filho

Renelson Ribeiro Sampaio

Ingrid Winkler

DOI 10.22533/at.ed.01319290714

ESTUDOS PRELIMINARES E COMPARATIVOS EM DIVERSOS DOMÍNIOS DE APLICAÇÃO

CAPÍTULO 15 111

ESTUDO COMPARATIVO DE SOBRETENSÕES ATMOSFÉRICAS EM DIFERENTES MODELOS DE TORRES DE TRANSMISSÃO

Raniere Varon Fernandes Mimoso

Guilherme Saldanha Kroetz

Daniel Travassos Afonso Bomfim

Frederico Ramos Cesário

DOI 10.22533/at.ed.01319290715

CAPÍTULO 16 120

ESTUDO COMPARATIVO DO DESEMPENHO DE ATERRAMENTO EM TORRES DE TRANSMISSÃO

Daniel Travassos Afonso Bomfim

Guilherme Saldanha Kroetz

Raniere Varon Fernandes Mimoso

Frederico Ramos Cesário

DOI 10.22533/at.ed.01319290716

CAPÍTULO 17	128
ESTUDO DE PROCESSOS DE REUSO DE EFLUENTE EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL	
Clara Rodrigues Pereira	
Lílian Lefol Nani Guarieiro	
DOI 10.22533/at.ed.01319290717	
CAPÍTULO 18	136
ESTUDO PRELIMINAR DA UTILIZAÇÃO DE JATOS CONTÍNUOS DE AR PARA ARRASTO DE PARTÍCULAS DEPOSITADAS EM UMA FV ATRAVÉS DE FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL	
Pedro Freire de Carvalho Paes Cardoso	
Turan Dias Oliveira	
Paulo Roberto Freitas Neves	
Juliana de Oliveira Cordeiro	
Luzia Aparecida Tofaneli	
Alex Álisson Bandeira Santos	
DOI 10.22533/at.ed.01319290718	
CAPÍTULO 19	144
TRATAMENTO BIOLÓGICO DE EFLUENTE EMPREGANDO BIOAUMENTADOR	
Stephanie de Melo Santana	
Edna dos Santos Almeida	
Michelle Cruz Costa Calhau	
DOI 10.22533/at.ed.01319290719	
CAPÍTULO 20	151
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.01319290720	
CAPÍTULO 21	160
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE MISTURAS DIESEL COM DIFERENTES TEORES DE BIODIESEL DE OGR	
Arx Henrique Pedreira Reis Bastos	
Keize Katiane dos Santos Amparo	
Egídio Teixeira de Almeida Guerreiro	
Maurício Lerina Bonifati	
Elliete Costa Alves	
Guilherme Cunha Martins	
Alex Brasil	
Caio Henrique Alves Maciel	
Rodrigo Alberto Moreira Gomes	
Lílian Lefol Nani Guarieiro	
DOI 10.22533/at.ed.01319290721	
SOBRE OS ORGANIZADORES	168

REALIDADE AUMENTADA E EFICIÊNCIA NA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Camila Santana Rossi

SENAI CIMATEC

Salvador – Bahia

Alex Álisson Bandeira Santos

SENAI CIMATEC

Salvador – Bahia

Ingrid Winkler

SENAI CIMATEC

Salvador – Bahia

Marinilda Lima Souza

SENAI CIMATEC

Salvador – Bahia

RESUMO: Este estudo teve por objetivo caracterizar, de maneira preliminar, a produção científica que aborda a relação entre o uso da Realidade Aumentada e a eficiência dos processos de Manutenção. A partir de uma revisão sistemática da literatura, foram inicialmente selecionados 44 artigos da base de dados *Science-Direct*. Os resultados revelaram que apenas 10 estudos apresentaram resultados mensuráveis que correspondem com indicadores de classe mundial da manutenção. Dessa amostra, todos os artigos quantificaram resultados em *Mean Time to Repair* (MTTR) e apenas 1 citou o indicador de custo em sua análise, demonstrando a necessidade de mais pesquisas nessa linha.

PALAVRAS-CHAVE: Realidade Aumentada; Manutenção; KPIs; Eficiência.

AUGMENTED REALITY AND EFFICIENCY IN INDUSTRIAL MAINTENANCE: A SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT: This study aimed to characterize, in a preliminary manner, the scientific production that addresses the relationship between the use of Augmented Reality and the efficiency of the Maintenance processes. From a systematic review of the literature, 44 articles were initially selected from the Science-Direct database. The results showed that only 10 studies presented measurable results that correspond with world-class maintenance indicators. From this sample, all articles quantified results in Mean Time to Repair (MTTR) and only 1 cited the cost indicator in their analysis, demonstrating the need for more research in this line.

KEYWORDS: Augmented Reality; Maintenance; KPIs; Efficiency.

1 | INTRODUÇÃO

A combinação do avanço de novas tecnologias e o aumento da concorrência global no mercado, iniciou uma transformação digital na indústria (LUNDGREN; SKOOGH; BOKRANTZ,

2018), a chamada Indústria 4.0. Dessa maneira, o desempenho e a competitividade das empresas dependem, cada dia mais, da confiabilidade e produtividade de suas instalações (MUCHIRI et al., 2011). Nesse cenário, a manutenção compõe uma função crucial ao negócio, pois tem como missão “[...] garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço com confiabilidade, segurança e preservação do meio ambiente a custos adequados” (KARDEC; NASCIF, 2001).

O acompanhamento dos resultados da manutenção auxilia alcançar os níveis de performance desejados. Indicadores bem definidos podem ajudar na identificação de possíveis lacunas na implementação de novas estratégias de melhoria (MUCHIRI et al., 2011). Os indicadores de classe mundial mais utilizados são principalmente: Tempo médio entre falhas (MTBF); Tempo médio para reparo (MTTR); Disponibilidade de Equipamento (EA); Custos de Manutenção por Faturamento (CMFR) (TAVARES, 1999).

Dentre as novas tecnologias que compõe a quarta revolução industrial, a Realidade Aumentada (RA) foi reconhecida como uma das principais (MASONI et al., 2017). RA é definida como um sistema que complementa o mundo real com objetos virtuais (gerados por computador) que parecem coexistir no mesmo espaço que o mundo real (AZUMA et al., 2001). Seu potencial para apoiar aplicações industriais, incluindo a manutenção, já vem sendo estudado pela comunidade acadêmica (AZUMA, 2016). Entretanto, ainda existem exemplos limitados de sua implementação concreta na indústria (PALMARINI et al., 2018), que pode ser explicado pela falta de certeza em relação aos benefícios dessa tecnologia pelos seus usuários (JETTER; EIMECKE; RESE, 2018). Por essa razão, um estudo (JETTER; EIMECKE; RESE, 2018) pesquisou e confirmou que os resultados de indicadores-chave de desempenho (KPIs) contribuem positivamente na percepção dos usuários sobre o uso de aplicações de RA.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é caracterizar, de maneira preliminar, a produção científica que aborda a relação entre o uso de Realidade Aumentada e a eficiência, de custo e disponibilidade, em processos de Manutenção. Para tanto, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (SLR), adotando a metodologia já validada em (PALMARINI et al., 2018), que discutiu o estado da arte de aplicações em RA na manutenção, assim como os seus futuros desenvolvimentos.

Este trabalho é organizado em quatro seções: além desta Introdução, a seção 2 descreve a metodologia utilizada na investigação; a seção 3 aborda os resultados e discute-os e, finalmente, na seção 4 são realizadas as considerações finais.

2 | METODOLOGIA

A metodologia adotada na investigação teve como base a investigação realizada por (PALMARINI et al., 2018), tendo sido dividida em sete etapas, sendo Planejamento,

Escopo, Pesquisa, Avaliação, Síntese, Análise e Redação dos Resultados.

Na etapa de Planejamento foi descrita a importância de informar a janela de tempo da pesquisa, as bases de dados utilizadas e o software de gerenciamento de referências (PALMARINI et al., 2018). Esta pesquisa analisou os estudos realizados no período entre 1995 e julho de 2018 na base de dados *Science-Direct* e teve como software de gerenciamento de referências o *Mendeley*.

Na definição do Escopo da pesquisa estabelecem-se as perguntas a serem respondidas a partir da revisão sistemática da literatura. Para tanto adota-se o método PICOC (do inglês *Population, Intervention, Comparison, Outcomes and Context*). Neste estudo, a População consiste em operações de manutenção realizadas por mantenedores; a Intervenção é o uso de Realidade Aumentada no apoio a essas operações; a Comparação da utilização de RA é efetuada com os métodos tradicionais, como instruções em papel, por exemplo; o Resultado é medido a partir dos indicadores de classe mundial anteriormente descritos: MTTR, MTBF, EA e CMFR; o Contexto é o ambiente industrial.

Por fim, as questões de pesquisa foram definidas como:

P1: Dos indicadores de classe mundial da manutenção (TAVARES, 1999), quais são os utilizados na literatura para mensurar o impacto do uso de RA na manutenção?

P2: Quais os impactos mensurados, segundo a literatura, do uso da Realidade Aumentada na manutenção?

Diante disso, para realização da pesquisa foi utilizada a *string* de busca (“*Augmented Reality*”) AND (“*Maintenance*”) na base de dados escolhida (*Science-Direct*). Inicialmente foram encontradas 1.177 publicações.

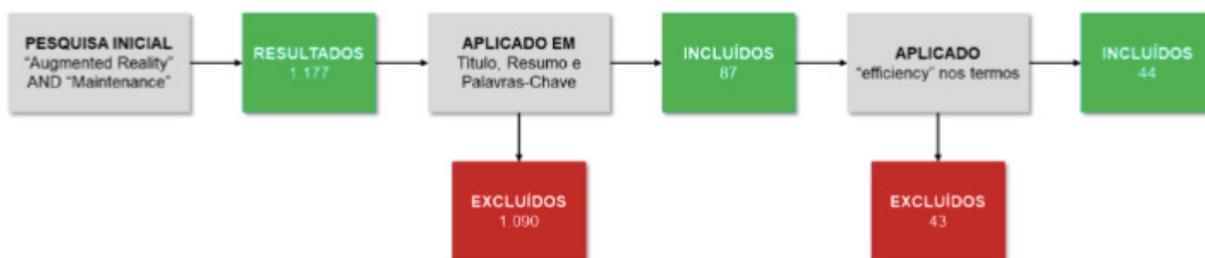


Figura 1. Processo de Seleção de Publicações

Ainda segundo a metodologia (PALMARINI et al., 2018), na etapa de Avaliação a pesquisa inicial deve passar por critérios de exclusão (CE) e inclusão (CI). Estes critérios mantêm apenas as publicações relevantes para a revisão sistemática. Diante disso, a *string* de busca foi aplicada somente nos campos Título, Resumo e Palavras-chave dos 1.177 estudos encontrados, levando a que a amostra tenha sido reduzida para 87 pesquisas. Posteriormente, utilizando o termo “*efficiency*” nos termos da busca, a quantidade de publicações foi reduzida para 44 artigos. A Figura 1 ilustra os critérios adotados até o resultado de 44 artigos a serem analisados e discutidos nessa SLR.

O passo seguinte foi identificar critérios de qualidade (CQ) para fortalecer a extração de dados quantitativos e qualitativos para a Síntese e Análise de resultados (PALMARINI et al., 2018). Vale ressaltar, que os critérios de qualidade não excluíram nenhum artigo dessa revisão, mas serviram como base de prioridade para maior detalhamento da discussão neste estudo. Os critérios de qualidade foram definidos como:

CQ1: O resultado do estudo é aplicável para casos de manutenção industrial.

CQ2: Resultados quantitativos foram fornecidos.

A partir desses critérios foram então selecionados 12 artigos considerados relevantes para esta revisão sistemática, pois, além de contemplarem estudos aplicados na área de manutenção, também descrevem resultados quantitativos que corroboram com a análise do impacto da Realidade Aumentada na manutenção.

Na etapa de Síntese, descreve-se como os artigos são agrupados para analisar tendências e responder às perguntas da pesquisa na etapa de análise e discussão dos resultados (PALMARINI et al., 2018). Os 44 artigos encontrados foram então categorizados por ano, comparativo, amostragem, indicador adotado para medir a eficiência da operação, indicador correspondente (MTTR, MTBF, EA e CMFR) e resultado.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 descreve as principais características dos artigos obtidos. Dez estudos da amostragem apresentaram pelo menos um indicador correspondente de manutenção e o mais utilizado foi o MTTR. Dentre eles, apenas um estudo (PERDIKAKIS; ARAYA; KIRITSIS, 2015) apresentou resultado negativo ao comparar Realidade Aumentada com o uso tradicional de manual em papel. Entretanto, vale ressaltar que (PERDIKAKIS; ARAYA; KIRITSIS, 2015) citou as dificuldades de identificação da imagem e problemas no *touch screen* enfrentadas durante o experimento que poderia ter prejudicado o resultado final. Além disso, o estudo contou com seis mecânicos, onde o grupo utilizando Realidade Aumentada era composto por quatro participantes e o restante estava no experimento do método tradicional, o que implica em um tamanho de amostragem não representativa para concluir o impacto real do experimento.

Os 9 estudos que apresentaram um impacto positivo sobre uso de RA na manutenção obtiveram melhoria entre 4,5% até 77,8% no MTTR. Em (WEBEL, 2013) o método comparativo foi manual em vídeo, que geralmente já apresenta um benefício em relação ao manual em papel. Já em (MOURTZIS; ZOGOPOULOS; VLACHOU, 2017) o método compara uma manutenção in loco com manutenção remota e Realidade Aumentada. Antes da solução, um técnico deslocava-se até a planta industrial quando o equipamento entrava em falha, de forma que o tempo de deslocamento era o fator que mais impactava na indisponibilidade do equipamento, que chegava até 9 horas.

ARTIGO	ANO	COMPARATIVO	AMOSTRAGEM	INDICADOR(ES)	KPI(S) CORRESPONDENTE(S)	RESULTADOS/COMENTÁRIOS
[13]	2006	Manual em Papel Vs. Manual em RA	16 estudantes técnicos	Cognitive Time and Error Rate	MTTR	40% de redução
[18]	2011	Métodos Tradicionais Vs. RA	28 participantes	Time Spent; Total number of transit instances to complete a work order	MTTR	45% de redução
[14]	2012	N/A	N/A	Task Duration; Error Rate	MTTR	15% de redução
[11]	2013	Manual em Vídeo Vs. Manual em RA	20 mantenedores com pelo menos 2 anos de experiência	Performance Time; Number of unsolved and solver errors	MTTR	4,5% de redução
[15]	2013	Manual em Papel Vs. Manual em RA	15 mantenedores	Mean time; Position Error	MTTR	50% de redução
[20]	2013	Manual em Papel Vs. Misto Vs Virtual	5 participantes	Operating Time	N/A	Tabela com sinal de impacto positivo, mas mensuração não relatada
[17]	2013	Manual em Papel Vs. Manual em RA	Estudantes de engenharia mecânica	Assembly time; quality of assembly	MTTR	17,22% de redução
[10]	2015	Manual em Papel Vs. Manual em RA	6 mecânicos	Task Duration	MTTR	9% de Aumento
[16]	2015	Manual em Papel Vs. Multimídia Vs RA	7 estudantes de engenharia	Assembly time; errors; and questions	MTTR	13% de redução, porém autor conclui que casos não podem ser comparados
[19]	2017	Manual em Papel Vs. Manual em RA	8 participantes sem experiência em manutenção	Completion Time of Maintenance Task; Time to Authoring	MTTR	50% de redução
[12]	2017	Manutenção in loco Vs. Manutenção Remota com RA	N/A	Cost; Time	MTTR/EA; CMFR	90% de redução de custo e 77,8% de redução de tempo.
[9]	2018	N/A	51 participantes	Reduction of Time and Errors (RTE)	N/A	Resultados dos indicadores selecionados eram com base na percepção do usuário

Tabela 2. Extração de dados de 12 artigos prioritários para a SLR

Em relação ao indicador CMFR, (MOURTZIS; ZOGOPOULOS; VLACHOU, 2017) foi o único artigo, nessa SLR, que comparou o custo do procedimento antes e depois da implementação da solução em RA. No estudo, o custo total do procedimento era de 1.370 euros e após implementada a solução, o mesmo passou a custar 150 euros, um impacto positivo de aproximadamente 90% no indicador. Porém, (MOURTZIS; ZOGOPOULOS; VLACHOU, 2017) não faz um paralelo do quanto isso representa percentualmente com o faturamento da empresa, o que caracteriza o indicador de CMFR.

Muitos estudos (GIMENO et al., 2013; JETTER; EIMECKE; RESE, 2018; NEE et al., 2012; NIKOLIC; ELZER; VETTER, 2006; SUÁREZ-WARDEN et al., 2015; WEBEL, 2013) abordaram o indicador de taxa de erros e a qualidade da manutenção (RIOS et al., 2013) que ao serem utilizados em larga escala podem ter o potencial de contribuir positivamente com o indicador de MTBF e EA. Pois, ao se realizar uma manutenção com maior qualidade o equipamento pode levar mais tempo em uma condição de disponibilidade, diminuindo a probabilidade de falha.

Dois trabalhos (ERKOYUNCU et al., 2017; LEE; AKIN, 2011), que tiveram o MTTR mensurado, mencionaram outros indicadores não abordados pelos demais trabalhos e que não correspondem a indicadores de classe mundial da manutenção. Em (LEE; AKIN, 2011) o experimento foi medido, também, em relação ao número de movimentações para completar uma ordem de manutenção. Entretanto os resultados não mostraram que o protótipo em RA melhorou esse indicador efetivamente e o autor pontuou que os participantes não eram obrigados a utilizar o método proposto em toda

a atividade “[...] *the subjects performed transit activities just to obtain O&M information, even though they could get the information remotely*”. Em (ERKOYUNCU et al., 2017) é mensurado o tempo despendido para criar conteúdo em Realidade Aumentada, que nesse caso pode ser feito pelos próprios usuários sem conhecimento prévio da tecnologia. A solução se mostrou quatro vezes mais rápida quando comparada ao *Vuforia* (software de criação em RA).

Em dois estudos (ESPÍNDOLA et al., 2013; JETTER; EIMECKE; RESE, 2018) não foi possível associar um indicador correspondente aos de manutenção. Em (ESPÍNDOLA et al., 2013) o autor expõe uma tabela que demonstra um sinal positivo para o impacto de realidade mista no tempo de manutenção, entretanto não se quantifica esse valor, o que descaracteriza o que poderia ser a correspondência com o MTTR. Em (JETTER; EIMECKE; RESE, 2018) o autor propõe 13 KPIs para medição do impacto de RA na manutenção. Porém, o estudo enfoca a perspectiva dos usuários e sua avaliação subjetiva do uso do sistema, de forma que o resultado obtido para o indicador proposto, “*Reduction of Time and Errors (RTE)*”, que poderia ser equivalente ao MTTR, não pôde ser considerado. O indicador foi medido através da escala Likert de 7 pontos pelos próprios usuários. Todavia, o artigo explica que a aplicação desenvolvida tem o potencial de economizar tempo e custo.

Em suma, observou-se que apenas 10 artigos dos 44 resultados encontrados apresentam resultados quantitativos que obtiveram correspondência com indicadores de classe mundial da manutenção. Vale destacar que, dos 10 artigos, todos mensuram dados equivalentes ou próximos ao MTTR e apenas um mensurou dados equivalentes ou próximos a CMFR. É importante ressaltar que, com base na análise dos dados e como afirmado por (CAMPBELL et al., 2017), muitos estudos de RA ainda estão em provas de conceito (POC), o que é comum em tecnologias emergentes. Além disso, ainda existem diversas limitações tecnológicas em RA (autoria, *tracking*, *hardware*, *software*) como levantadas por (PALMARINI et al., 2018), que podem contribuir para a demora no avanço de pesquisas que analisem em larga escala o impacto de RA na manutenção considerando seus principais indicadores.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Esse artigo teve como objetivo caracterizar, de maneira preliminar, a produção científica que aborda a relação entre o uso de Realidade Aumentada e a eficiência, de custo e disponibilidade, em processos de Manutenção.

Os resultados obtidos nesta SLR revelaram que o MTTR é o indicador mais utilizado para mensurar os impactos de RA na manutenção. Ao mensurar o impacto deste KPI, os resultados variam desde aumento no tempo médio entre falhas em 9% até sua diminuição em 77,8%. Já em relação ao indicador de CMFR, apenas um artigo mencionou o indicador em sua análise obtendo uma diminuição em 90% dos custos com uma aplicação de manutenção remota.

Por fim, observou-se a existência de lacunas e a necessidade de pesquisas que relacionem o impacto de Realidade Aumentada na Manutenção levando em consideração seus principais indicadores além do MTTR. Vale ressaltar, que esta SLR levou em consideração apenas a base de dados *Science-Direct* e o próximo passo é ampliar a investigação para outras bases, como IEEE Explore e Scopus.

REFERÊNCIAS

AZUMA, R. et al. Recent advances in augmented reality. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 21, n. 6, p. 34–37, 2001.

AZUMA, R. T. The Most Important Challenge Facing Augmented Reality. **Presence**, v. 25, n. 3, p. 234–238, 2016.

CAMPBELL, M. et al. The State of Industrial Augmented Reality 2017. **Ptc**, 2017.

ERKOYUNCU, J. A. et al. Improving efficiency of industrial maintenance with context aware adaptive authoring in augmented reality. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 66, n. 1, p. 465–468, 2017.

ESPÍNDOLA, D. B. et al. A model-based approach for data integration to improve maintenance management by mixed reality. **Computers in Industry**, v. 64, n. 4, p. 376–391, 2013.

GIMENO, J. et al. A new AR authoring tool using depth maps for industrial procedures. **Computers in Industry**, v. 64, n. 9, p. 1263–1271, 2013.

JETTER, J.; EIMECKE, J.; RESE, A. Augmented reality tools for industrial applications: What are potential key performance indicators and who benefits? **Computers in Human Behavior**, v. 87, n. April, p. 18–33, 2018.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda., 2001.

LEE, S.; AKIN, Ö. Augmented reality-based computational fieldwork support for equipment operations and maintenance. **Automation in Construction**, v. 20, n. 4, p. 338–352, 2011.

LUNDGREN, C.; SKOOGH, A.; BOKRANTZ, J. Quantifying the Effects of Maintenance – a Literature Review of Maintenance Models. **Procedia CIRP**, v. 00, p. 1305–1310, 2018.

MASONI, R. et al. Supporting Remote Maintenance in Industry 4.0 through Augmented Reality. **Procedia Manufacturing**, v. 11, n. June, p. 1296–1302, 2017.

MOURTZIS, D.; ZOGOPOULOS, V.; VLACHOU, E. Augmented Reality Application to Support Remote Maintenance as a Service in the Robotics Industry. **Procedia CIRP**, v. 63, p. 46–51, 2017.

MUCHIRI, P. et al. Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. **International Journal of Production Economics**, v. 131, n. 1, p. 295–302, 2011.

NEE, A. Y. C. et al. Augmented reality applications in design and manufacturing. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 61, n. 2, p. 657–679, 2012.

NIKOLIC, V.; ELZER, P. F.; VETTER, C. **A monitor-based AR system as a support tool for industrial maintenance BT - 4th IFAC Symposium on Mechatronic Systems, MX 2006**,

September 12, 2006 - September 14, 2006. [s.l.] IFAC, 2006. v. 4.

PALMARINI, R. et al. A systematic review of augmented reality applications in maintenance. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 49, n. March 2017, p. 215–228, 2018.

PERDIKAKIS, A.; ARAYA, A.; KIRITSIS, D. Introducing Augmented Reality in Next Generation Industrial Learning Tools: A Case Study on Electric and Hybrid Vehicles. **Procedia Engineering**, v. 132, p. 251–258, 2015.

RIOS, H. et al. A mobile solution to enhance training and execution of troubleshooting techniques of the engine air bleed system on boeing 737. **Procedia Computer Science**, v. 25, p. 161–170, 2013.

SUÁREZ-WARDEN, F. et al. Assembly Operations Aided by Augmented Reality: An Endeavour toward a Comparative Analysis. **Procedia Computer Science**, v. 75, n. Vare, p. 281–290, 2015.

TAVARES, L. A. **Administração moderna da manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Polo, 1999.

WEBEL, S. et al. An augmented reality training platform for assembly and maintenance skills. **Robotics and Autonomous Systems**, v. 61, n. 4, p. 398–403, 2013.

SOBRE OS ORGANIZADORES

INGRID WINKLER Professora e Pesquisadora dos PPGs Stricto Sensu em Gestão e Tecnologia Industrial (GETEC) e em Modelagem Computacional (MCTI) do Centro Universitário SENAI CIMATEC, é graduada em Computação pela Universidade Mackenzie (1998) e Doutora em Administração pela Universidade Federal da Bahia (2012), com estágio doutoral na Ecole de Gestion - HEC Montreal. É líder do Grupo de Pesquisa CNPQ Realidade Aumentada, Realidade Virtual e interfaces inovadoras para Interação Humano-Computador na Indústria, Saúde e Educação, onde investiga temas relacionados à Indústria 4.0, Manufatura Avançada, eHealth, Tecnologias Assistivas e Metodologias Ativas de Ensino, entre outros. Possui sólida experiência na captação de recursos e execução de projetos de pesquisa aplicada, contribuindo de forma direta para o aumento da competitividade da indústria brasileira ao coordenar 23 projetos de inovação e desenvolvimento tecnológico financiados por players como EMBRAER, SHELL, VALE, FORD, TOTVS, Petrobras e startups, através de recursos da EMBRAPPII (Empresa Brasileira de Inovação Industrial), ANP (Agência Nacional de Petróleo) e SEBRAE, entre outros programas de fomento.

LILIAN LEFOL NANI GUARIEIRO Possui Graduação em Química pelo Centro Universitário de Lavras (2003), Mestrado em Química Orgânica e Especialização em Química do Petróleo pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2006), Doutorado em Química Analítica pela Universidade Federal da Bahia (2010), Doutorado Sanduíche na Virginia Polytechnic Institute and State University em Blacksburg, VA-EUA e Pos-Doc pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Energia e Ambiente (2011). Foi membro afiliado da Academia Brasileira de Ciências para o quinquênio 2014-2018 e é membro Júnior da Academia de Ciências da Bahia. Atualmente é Professor Adjunto do SENAI CIMATEC, Salvador-BA onde atua como Coordenadora do Mestrado Profissional de Desenvolvimento Sustentável (MPDS), Coordenadora do Laboratório de Pesquisa Aplicada em Química (LIPAQ), Membro do Corpo Docente do CONSU e do CONSEPE do Centro Universitário SENAI Bahia (SENAI CIMATEC) e Membro permanente dos Programas de Pós Graduação (PPG) em Gestão e Tecnologia (GETEC), PPG em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial (MCTI) e MPDS. Já recebeu os prêmios: (2007) Best of Biorenewables (ACS). (2009 e 2011) Prêmio PUBLIC-FAPEX, (2010) Prêmio Inventor UFBA, (2012) Medalha RVq, (2012) Prêmio Ciência Tecnologia e Inovação em Biodiesel, (2013) Inova SENAI e (2014) Prêmio PubliTec.

JOSIANE DANTAS VIANA BARBOSA Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande (2004) e Pós-graduada em nível de Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande (2011). Atualmente é Coordenadora do Mestrado Profissional e do Doutorado em Gestão e Tecnologias Industriais - PPGGETEC. É docente dos Programas de pós-graduação em Gestão e Tecnologias Industriais - GETEC no SENAI CIMATEC e no Programa de Tecnologias em Saúde na Faculdade Bahiana de Medicina. Atuou por seis anos como Gerente da área de Materiais no SENAI CIMATEC, desempenhando atividades de coordenação de equipe, projetos de P&D&I e gestão da qualidade de laboratórios de calibração e ensaios mecânicos. No âmbito de projetos de pesquisa vêm desenvolvendo estudos relacionados a nanocompósitos, blendas de polímeros biodegradáveis, processamento de polímeros, compósitos poliméricos, biomateriais, e materiais aplicados a saúde. Atualmente trabalha no Projeto de Implantação do Instituto de Tecnologia em Saúde - ITS CIMATEC.

ALEX ÁLISSON BANDEIRA SANTOS Doutorado pelo Programa de Energia e Ambiente do Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente (CiEnAm) da Universidade Federal da Bahia (2010). Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Bahia (1998) e Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (2001). Professor e Pesquisador do SENAI CIMATEC, e, Membro Sênior da Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas (ABCM). Coordenador do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial do Centro Universitário SENAI CIMATEC. Também no SENAI CIMATEC, foi Gerente do Departamento de Eficiência Energética e Energias Renováveis e do Departamento de Manutenção Industrial. Coordenou projetos de infraestrutura e de P&D com empresas de atuação nacional e internacional, como também com financiamento de agências e secretarias de estado como CNPq, FINEP, SECTI/Governo da Bahia, SEINFRA/Governo da Bahia e FAPESB. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica atuando principalmente nos seguintes temas: combustão industrial, formação e controle da fuligem e de NOx, energia, engenharia térmica, manutenção industrial, eficiência energética de processos e equipamentos industriais.

JEANCARLO PEREIRA DOS ANJOS Possui graduação em Química (Licenciatura) pela Universidade Federal de Lavras - UFLA (2008) e Mestrado em Agroquímica (2010) pela mesma universidade. cursou o Doutorado em Química pela Universidade Federal da Bahia - UFBA (2014), com ênfase em Química Analítica. Foi bolsista de Pós-doutorado pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Energia e Ambiente (INCT - E&A), na Universidade Federal da Bahia - UFBA (2014-2016). Atualmente, é Professor adjunto e vice-coordenador do Mestrado Profissional em Desenvolvimento Sustentável no Centro Universitário SENAI CIMATEC (Salvador-BA). Tem experiência na área de Química, atuando principalmente nos seguintes temas: técnicas de separação (cromatografia líquida e cromatografia a gás), técnicas de preparação de amostras (extração, pré-concentração e clean-up), análises físico-químicas de aguardente, controle de qualidade de bebidas e coleta/análise de poluentes atmosféricos (fase gasosa e particulada)

KEIZE KATIANE DOS SANTOS AMPARO Mestre em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial no SENAI CIMATEC. Possui graduação em Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário Jorge Amado (2016) e graduação em Tecnólogo em Sistemas Automotivos pela Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC (2013). Atualmente é bolsista de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC.

ILAN SOUSA FIGUEIREDO Possui graduação em Engenharia de Petróleo pelo Centro Universitário Jorge Amado (2013), especialização em Engenharia de Dutos pela PUC-Rio (2015), mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial (MCTI) pelo Centro Universitário SENAI CIMATEC (Departamento Regional da Bahia). Atualmente é doutorando em MCTI no Senai Cimatec com linha de pesquisa voltada para a área de Engenharia e Modelagem Computacional. Foi professor da Universidade Regional da Bahia nos cursos de Engenharia Química, Engenharia de Produção, Engenharia Ambiental e Tecnólogo de Petróleo e Gás. Tem experiência na área de engenharia, emissões, química, automotiva, modelagem computacional, petróleo e mineração

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-501-3



9 788572 475013