

Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um Mundo Global

4



Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2020

Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um Mundo Global

4



Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo

Edição de Arte: Luiza Batista

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 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 4 / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia. ISBN 978-65-5706-144-2 DOI 10.22533/at.ed.442202606</p> <p>1. Ciência – Brasil. 2. Inovação. 3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Machado, Lucio Mauro Braga.</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

Em “Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um Mundo Global 4” trazemos doze capítulos que pontuam os desafios para o desenvolvimento da sociedade a partir da ciência, tecnologia e inovação.

Temos aqui demonstradas as tecnologias que permitirão cidades inteligentes com uso consciente e ecológico de espaços públicos, que analisam alternativas à pavimentação tradicional e que demonstram preocupação com os desafios na comunicação.

Trazemos também estudos na produção de alimentos, buscando maximizar produção, minimizando desperdícios.

Além disso, temos ainda estudos avaliando os impactos de toda essa inovação no mercado de trabalho e nos trabalhadores.

Esperamos que esta obra possa contribuir para os desafios futuros da humanidade. Boa leitura!

Franciele Braga Machado Túllio
Lucio Mauro Braga Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
SMART CITY: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA	
Eduardo Felipe de Araújo	
Auricélia Costa Gonçalves	
Alan Kilson Ribeiro Araújo	
Rafael Fernandes de Mesquita	
DOI 10.22533/at.ed.4422026061	
CAPÍTULO 2	19
SMART STOP: UM MODELO DE PARADA DE ÔNIBUS INTELIGENTE A SER APLICADO NA CIDADE DE SÃO LUÍS – MA	
Iago de Melo Torres	
Mariana de Sousa Prazeres	
Yara Lopes Machado	
Leticia Maria Brito Silva	
Marcos Henrique Costa Coelho Filho	
Paulo Rafael Nunes e Silva Albuquerque	
Bruna da Costa Silva	
Thainá Maria da Costa Oliveira	
Moisés de Araujo Santos Jacinto	
Camilla Gomes Arraiz	
Jayron Alves Ribeiro Junior	
Marcio Fernando de Andrade Moreira	
DOI 10.22533/at.ed.4422026062	
CAPÍTULO 3	31
AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO MÉTODO <i>WHITETOPPING</i> NA RECUPERAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS	
Leonardo Guimarães de Sousa	
Larissa da Silva Paes Cardoso	
DOI 10.22533/at.ed.4422026063	
CAPÍTULO 4	40
ESTUDO, INSTALAÇÃO E MONITORAMENTO ELETRÔNICO DE UM SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA POR ENERGIA SOLAR COMPOSTO POR TUBOS A VÁCUO	
Ademir José Demétrio	
André Fernandes Cristofolini	
Claiton Emilio do Amaral	
Derek Soares de Melo	
Diogo Ramsdorf Souza	
Emerson José Corazza	
Fabio Krug Rocha	
Gilson João dos Santos	
Murilo Carriel Vassão	
Renato Cristofolini	
Rosalvo Medeiros	
DOI 10.22533/at.ed.4422026064	
CAPÍTULO 5	54
PROJETO NUMÉRICO E EXPERIMENTAL DE ARRANJO DE ANTENAS DE MICROFITA UTILIZANDO A GEOMETRIA FRACTAL DE MINKOWSKI	
Elder Eldervitch Carneiro de Oliveira	

Pedro Carlos de Assis Júnior
Relber Antônio Galdino de Oliveira
Marcos Lucena Rodrigues
Tales Augusto Carvalho de Barros

DOI 10.22533/at.ed.4422026065

CAPÍTULO 6 66

EFEITO TRANSLAMINAR DE EXTRATOS ORGÂNICOS DE *Piper amalago* var. *medium*, SOB LARVAS DE *Tuta absoluta* (MEYRICK) (LEPIDOPTERA:GELECHIIDAE), NA CULTURA DO TOMATEIRO

Meri Garcia Rezende
Roney de Carvalho Macedo Silva
Elaine Ferrari de Brito
Leandro do Prado Ribeiro
Edson Luiz Lopes Baldin

DOI 10.22533/at.ed.4422026066

CAPÍTULO 7 70

INGESTÃO DE ALIMENTOS? BENEFÍCIOS OU MALEFÍCIOS À SAÚDE

Raquel Costa Chevalier
Sandriane Pizato
William Renzo Cortez Vega

DOI 10.22533/at.ed.4422026067

CAPÍTULO 8 76

SECAGEM DA AMEIXA PELO MÉTODO EM CAMADA DE ESPUMA: ESTUDO SOBRE AS VARIÁVEIS DO PROCESSO E QUALIDADE DO PÓ

Cinthia Meirelly de Araújo Elpídio
Aimeé Karla Tavares Machado
Jackson Araújo de Oliveira
Maria de Fátima Dantas de Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.4422026068

CAPÍTULO 9 93

OPTIMIZED COMMUNICATION PLAN AND ITS IMPACT ON THE EMERGENCY AND CONTINGENCY PLAN REGARDING RESPONSE TIMES IN CRISIS SITUATIONS IN THE AIRLINE INDUSTRY

Lúcia de Fátima Silva Piedade
Jorge Miguel dos Reis Silva

DOI 10.22533/at.ed.4422026069

CAPÍTULO 10 106

CONCEPÇÃO ATUAL DA GESTÃO DA QUALIDADE ASSEGURADA NO ÂMBITO GLOBAL DAS INDÚSTRIAS

Michely Duarte Leal Coutinho de Souza
Neide Kazue Sakugawa Shinohara

DOI 10.22533/at.ed.44220260610

CAPÍTULO 11 116

UMA PERCEPÇÃO DO TRABALHADOR NA INDÚSTRIA 4.0

Jadir Perpétuo dos Santos
Alexandre Acácio de Andrade
Júlio Francisco Blumetti Facó
Erick Bovi dos Santos
Antônio Carlos de Alcântara Thimóteo

DOI 10.22533/at.ed.44220260611

CAPÍTULO 12 124

A RELATIVIZAÇÃO DA DIGNIDADE HUMANA NAS RELAÇÕES EMPREGATÍCIAS COM A “COISIFICAÇÃO” DO TRABALHADOR

[Khimberly de Souza Santos Carvalho](#)

DOI 10.22533/at.ed.44220260612

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 135

ÍNDICE REMISSIVO 136

SMART CITY: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Data de aceite: 22/06/2020

Eduardo Felipe de Araújo

Discente do curso de Bacharelado em Administração de Empresas do Instituto Federal do Piauí – IFPI. E-mail: edphelipe2001@gmail.com.

Auricélia Costa Gonçalves

Discente do curso de Bacharelado em Administração de Empresas do Instituto Federal do Piauí – IFPI. E-mail: auricelia.costa05@gmail.com.

Alan Kilson Ribeiro Araújo

Professor do Instituto Federal do Piauí – IFPI.
E-mail: alankilson@ifpi.edu.br.

Rafael Fernandes de Mesquita

Professor do Instituto Federal do Piauí – IFPI.
E-mail: rafael.fernandes@ifpi.edu.br

RESUMO: Existem no mundo vários projetos de implantação de *Smart Cities* que fazem uso das novas tecnologias para atender as demandas sociais. O objetivo desta pesquisa é mapear a produção científica internacional sobre Smart City nas principais bases de dados, *ISI Web of Knowledge/Web of Science* e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), no recorte temporal entre os anos 1991 e 2018. Como revisão teórica inicial, apresenta-se uma seção introdutória com um quadro geral a respeito do desenvolvimento das cidades por meio das

Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e outras ferramentas tecnológicas. Como procedimentos metodológicos, foi realizada uma pesquisa bibliométrica em trabalhos acadêmicos na *Web of Science* e Scielo. Como principais resultados das análises foram identificada quantidade de artigos em evolução exponencial atingindo sua culminância no ano de 2018 e os artigos mais citados que apresentam, abordagens relacionando *Smart City* com outros mecanismos de comunicação e informação, como a Internet das Coisas.

PALAVRAS-CHAVE: Cidades Inteligentes, Desenvolvimento Sustentável, Tecnologias.

ABSTRACT: There are several Smart Cities implementation projects in the world that make use of new technologies to meet social demands. The objective of this research is to map the international scientific production on Smart City in the main databases, ISI Web of Knowledge / Web of Science and Scientific Electronic Library Online (SciELO), in the time frame between 1991 and 2018. As an initial theoretical review., an introductory section is presented with an overview of the development of cities through Information and Communication Technologies (ICTs) and other technological tools. As methodological procedures, a bibliometric research was performed in academic works in the Web of Science and Scielo. As main results

of the analyzes were identified the number of exponentially evolving articles reaching their peak in 2018 and the most cited articles that present, approaches relating Smart City with other communication and information mechanisms, such as the Internet of Things.

KEYWORDS: Smart Cities, Sustainable Development, Technologies.

1 | INTRODUÇÃO

Os estudos de Su *et al.* (2011) definem *Smart City* como o uso da tecnologia de comunicação e informação usadas para medir, analisar e integrar os dados-chaves de um sistema em um único conjunto núcleo. Com o advento das novas tecnologias de comunicação, que estão sendo atualizadas a cada dia, os cidadãos passaram a ter poderes para participar da dinâmica de inovação de suas cidades, permitindo assim, o surgimento de cidades mais econômicas, tecnológicas, sustentáveis e com infraestruturas mais sofisticadas, tornando o papel do usuário final, do cidadão, cada vez mais notável (CAPDVILA; ZARLENGA, 2015).

A efetivação de uma cidade inteligente concede instrumentos de experiências que objetivam um gerenciamento e monitoramento de energia mais adequado, e assim provocar maior grau de confiança (TANG, 2011). Além disso, ao estabelecer um projeto piloto de *Smart City*, pressupostos mais adequados para a realidade nacional, no qual o projeto está introduzido sobre informações críticas, como por exemplo, custos de implantação e operação, o reconhecimento de soluções tecnológicas indispensáveis, seus impactos e vantagens para clientes, distribuidores e a sociedade por inteira, colaboram para uma importante contribuição deste conceito de projeto.

Com o passar do tempo é possível distinguir grandes mudanças na dinâmica das cidades, pois os modelos urbanos se adaptam às necessidades de cada geração. Sendo assim, todas as épocas seguem em constante atualização e com a finalidade de aprimorar seus recursos e serviços, oferecer uma melhor qualidade de vida, promover ambientes mais inovadores, sustentáveis, econômicos e sociais, originou-se Cidades Inteligentes, termo aporuguesado, que estão diretamente ligadas às inovações tecnológicas. Estas cidades tendem a utilizar os conhecimentos e avanços tecnológicos para aperfeiçoar e otimizar a gestão urbana e o modelo de vida das pessoas, tornando-a mais sustentável e eficiente aos usuários, minimizando os impactos gerados por sua construção.

Para uma cidade se tornar mais inovadora e mais inteligente, necessita de uma visão abrangente e sistêmica do espaço urbano e da integração efetiva dos diversos setores urbanos. Para isso, é necessário ir além dos investimentos em inovação tecnológica e inovar também na gestão, no planejamento, no modelo de governo e no desenvolvimento de políticas públicas. Pellicer *et al.* (2013) em sua pesquisa, trás informações dos principais projetos de *Smart Cities* no mundo, como: Paris, Amsterdam, Vienna, Toronto, Nova York, Málaga, entre outras. Dessa forma, *Smart Cities* vêm se tornando uma realidade ao redor do mundo e adquirindo relevância em artigos acadêmicos, assim, surge o seguinte problema: como está a pesquisa acadêmica sobre *Smart City*?

A partir do questionamento anterior e diante desse contexto, o objetivo desta pesquisa é mapear a produção científica internacional sobre Smart City nas principais bases de dados, *ISI Web of Knowledge/Web of Science e Scietific Electronic Library Online (SciELO)*, no recorte temporal entre os anos 1991 e 2018. Tendo como primeiro registro de artigo indexado na *Web of Science*tm do autor Drohojowska (1991). O texto encontra-se organizado da seguinte forma: na próxima seção são eluciados os principais teóricos usados como embasamento para a realização desta pesquisa e nas seções seguintes, em ordem, os procedimentos metodológicos utilizados, as análises dos resultados obtidos e as principais conclusões oriundas do estudo.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Conceituando Smart City

Na década de 1990, surgeu termo *Smart City* com o propósito de conceituar o fenômeno de desenvolvimento urbano ligado às tecnologias, inovações e globalização, principalmente sob uma visão econômica (GIBSON, KOZMETSKY e SMILOR, 1992).

Para Odendaal (2003) *Smart City* é aquela cidade que capitaliza sobre as oportunidades apresentadas pelas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na promoção de sua prosperidade e influência, isto é, são cidades que aproveitam da melhor forma as TICs para se desenvolverem.

No entanto, Rizzon *et al* (2017, p. 134) sintetizam que as cidades inteligentes não estão mais centralizadas apenas na gestão de TICs, mas também no envolvimento do cidadão na governança sustentável, eficiente e participativa, demonstrando assim uma maior relevância do papel do consumidor final.

A União Internacional de Telecomunicações, segundo o Documento de demonstração de tecnologias para cidades inteligentes, descreve que as “TICs” atuam como plataforma para agregar e processar informações e dados e, nesse sentido, viabilizam, por exemplo, compartilhamento da informação e do conhecimento, previsões qualificadas sobre eventos futuros, e integração” (BRASIL, 2017, p. 14).

Nas cidades inteligentes, tudo é integralizado o máximo possível com a internet ou outras tecnologias de comunicação, assim todos terão acesso a certas informações, portanto, soluções para problemas em rede serão simplificados, criando comunidades de cidadãos em coordenação com instituições locais e estruturas de governança (DESOUZA; FLANERY, 2013).



Figura 1. Modelo de cidade inteligente.

Fonte: Revista Exame Online

O governo brasileiro supervisionou a elaboração do *Documento de Referência – Ambiente de demonstração de tecnologias para cidades inteligentes* (Brasil, 2017), o qual se constitui em uma espécie de cartilha nos âmbitos do *Projeto Ambiente de Demonstração de Tecnologias para Cidades Inteligentes*, desenvolvido pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial e pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Tal documento conceitua a cidade inteligente como:

aquela que, por meio da absorção de soluções inovadoras, especialmente ligadas às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), ao movimento da Internet das Coisas e ao fenômeno do Big Data, otimiza o atendimento às suas demandas públicas (as quais variam de acordo com a Cidade em estudo), aproximando-se, tanto quanto possível, do estágio tecnológico vigente da humanidade (Brasil, 2017, p. 10).

O discurso sobre *SmartCities* foi inicialmente centralizado em temas relacionados à TICs, mas evoluiu para conceitos que tendem a torna-se uma visão mais abrangente do assunto, considerando três fatores principais: tecnologia (hardware e software), pessoas (criatividade, diversidade, educação) e instituições (política e governança) (NAM; PARDO, 2011; LEE *et al.*, 2013).

Os cidadãos das *SmartCities* se tornaram mais emponderados devido à utilização das TICs, uma vez que representam um recurso cada vez mais enfatizado (PAPA *et al.*, 2015). Assim, o empoderamento dos cidadãos é uma maneira de apoiar o processo de tomada de decisão com base em uma ampla base de opiniões e, portanto, assegurar o desenvolvimento de processos mais participativos, colaborativos e capazes de responder eficazmente a necessidade das comunidades locais (PAPA *et al.*, 2015).

Lemos (2017) faz contribuições para as definições do conceito ao afirmar que o adjetivo inteligente refere-se a essas novas funcionalidades e sensibilidades performática dos

espaços e objetos que moldam uma nova forma de vida urbana.

A importância do desenvolvimento sustentável

No século XXI, com o crescimento rápido das cidades e dos problemas ambientais gerados por esse desenvolvimento acelerado, as discussões sobre os desafios para planejar e gerenciar os centros urbanos ganharam grande destaque nas agendas públicas, principalmente sobre a temática ambiental (LEITE, 2012).

Brundtland (1987, p 41-42) foi o primeiro a sistematizar o conceito de Desenvolvimento Sustentável (DS), este demonstrou que a Sustentabilidade tinha como objetivo suprir as carências atuais sem comprometer nossos sucessores. Em seu relatório, desenvolveu discussões em que o tema foi a necessidade de se repensar sobre a utilização dos recursos ambientais e de criar técnicas que permitem uma relação equilibrada entre desenvolvimento econômico e meio ambiente.

Diante disso, Elkington (1999) buscou ampliar esse entendimento sobre Desenvolvimento Sustentável criando o termo *Triple Bottom Line* (Linha Tripla de Botton), no qual expõe instruções objetivando a integração de forma mais clara das densidades econômicas, sociais e ambientais.

A criação de cidades inteligentes trata-se da evolução do desenvolvimento socioeconômico e de fenômeno global (NAM; PARDO, 2011), que tem como finalidade equilibrar o relacionamento entre o mundo virtual e o material, entre todos os subsistemas do conjunto civil, dando prioridade aos interesses dos atores que agem nas cidades e respeitando suas personalidades e vocações particulares (BOYKO *et al.*, 2006; NAM; PARDO, 2011a; TOPPETA, 2010; RASSOLIMANESH *et al.*, 2011).

Esse acontecimento que está sendo discutido surgiu como uma apreensão para o poder público a partir do ano de 2013, quando foi criada a Rede Brasileira de Cidades Inteligentes e Humanas, no âmbito da Frente Nacional de Prefeitos. De acordo com o Documento Brasil 2030 – Indicadores Brasileiros de Cidades Inteligentes e Humanas (Rede, 2017), a Rede tem como foco a permuta de informações e conhecimentos voltados para o desenvolvimento e economia das cidades. Com essa concepção, pesquisadores, empreendedores e gestores municipais das 350 maiores cidades brasileiras, reúnem-se para planejar objetivos em benefício do fenômeno cidades inteligentes. Para a instituição, estas

[...] sustentam sua própria evolução contínua, tendo como metas o bem-estar, a qualidade de vida e o empoderamento do cidadão e das comunidades locais, sustentando seu desenvolvimento em ações, projetos e políticas públicas que promovam de modo igualitário a colaboração entre comunidade, poder público e sociedade civil para a mediação e solução de conflitos e promoção da criatividade local, utilizando, para isso, tecnologias avançadas de interação social e uma infraestrutura tecnológica resiliente, interoperável e transparente de geração e gestão de dados de modo aberto e acessível' (Rede, 2017, p. 18).

Na visão da literatura crítica (HOLLANDS, 2008; GREENFIELD, 2013; VANOLO, 2014; KITCHIN, 2015) as soluções inteligentes dessas cidades são consideradas como respostas

técnicas a uma lista seletiva de problemas identificados como prioritários por quem as propõe.



Figura 2. Cidades inteligentes e sustentáveis

Fonte: Universal Automação

Para Abdala *et al* (2014) as *Smart City* contribuem para o surgimento das cidades sustentáveis por meio das tecnologias que agem como provedora de valor inteligente com o envolvimento das pessoas, suas relações com o ambiente e a capacidade de desenvolvimento, de adaptação e superação da comunidade local. Assim, a tecnologia, suas aplicações e inovações devem ser vistas sob uma perspectiva mais abrangente possível e descentralizada, visando a melhoria da percepção e relação das pessoas com o seu ambiente.

Conforme Seixas(2019) atualmente as *SmartCities* configuram modelo de uma importante política de modelação de desenvolvimento urbano sustentável. E, portanto, estas cidades inteligentes estão envolvidas de maneira crescente nas discussões acadêmicas, mediáticas, empresariais e governamentais (MOURA *et al.*,2017).

Essas discussões sobre esse conceito permite interligar os métodos de revolução digital, com a crescente difusão e capacidade de computação das novas tecnologias, promovendo inovação social e à integração de mecanismos e ações de gestão e planejamento de espaços urbanos (CUNHA, et al., 2016).

A primeira Smart City social do Mundo

A multinacional PLANET, que tem seu capital 100% privado, é um grupo empresarial formado por empresas britânicas, brasileiras e italianas, que contemplou o Brasil com a primeira *Smart City* social do mundo, Laguna, um projeto imobiliário revolucionário, que busca tornar a vida mais econômica, sustentável e social (SMART CITY LAGUNA, 2019).

De acordo com seus organizadores, “Laguna deve ser reconhecida por sua estrutura projetada com tecnologia de ponta. Isto significa dizer que transporte público, áreas de entretenimento, geração de energia, qualidade do ar e até empregabilidade já estão sendo pensadas para serem o mais tecnologicamente possível” (ENGENHARIA É, 2017, online).

A *Smart City* Laguna apresenta um planejamento urbanístico bem articulado e sofisticado, que possibilita uma maior distribuição e equilíbrio das áreas verdes, residenciais, comerciais e industriais. A cidade é totalmente autônoma e não precisa estar ligada ao fluxo econômico de outra cidade. Assim, a economia se torna um sinônimo de prosperidade. A tecnologia digital da cidade proporciona aos cidadãos acesso rápido a serviços públicos mais eficientes, como saúde, segurança, transporte, entre outros (SMART CITY LAGUNA, 2019).

A cidade Laguna está localizada no estado do Ceará, no município de São Gonçalo do Amarante e abrigará aproximadamente 25 mil habitantes, em 6.500 unidades habitacionais, em uma área de 330 hectares a pouco mais de 50 quilômetros da capital Fortaleza.



Figura 3. Planejamento Territorial da cidade Laguna

Fonte: Site Smart City Laguna

A preferência por esse local tem razões econômicas, Croatá é uma região desfrutada por empresas de tecnologia, e assim identifica-se uma formação de um “Cinturão Digital”, visto como um ponto estratégico no Nordeste, isso é decorrente de sua proximidade com o Porto do Pecém, em Fortaleza, um elemento que visa atender as demandas empresariais, tendo em foco as indústrias de base voltada para as atividades de siderurgia (INBEC, 2018).

O projeto *Smart City* Laguna criado em 2011, pretende ser a primeira ‘cidade inteligente social’ do mundo. A 1ª etapa do projeto, que corresponde a 90 hectares, foi concluída em 2018, onde foram entregues 1.808 lotes prontos para construir. A 2ª etapa de 240 hectares está sendo construída em ritmo acelerado, com previsão de conclusão para dezembro de 2021. Nos próximos três anos serão construídas 1.800 casas, que variam entre 50m² e 110m² e usam diversas tecnologias. A cidade inteligente também conta com um forte programa de engajamento social para transformar a cidade em um ambiente vivo e inclusivo (SMART CITY LAGUNA, 2019).

Não há um padrão de procedimentos para que uma cidade se torne *Smart*. Isso porque cada cidade tem seus próprios elementos que as caracterizam. Portanto, para uma cidade ser *Smart*, apesar de precisar desenvolver melhor sua infraestrutura de forma geral, ela precisa descobrir quais seus pontos mais fracos e, com criatividade e inteligência, encontrar soluções que se apliquem a cada um deles. (GONÇALVES; PAIVA, 2015).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliométrica, que foi caracterizada por Pritchard (1969) como conjunto de métodos e técnicas quantitativos para a gestão de bibliotecas e instituições envolvidas com o tratamento de informação. Os resultados das análises bibliométricas foram, nessa medida, considerados importantes coadjuvantes da definição de estratégias de gestão de unidades de informação e de bases de dados. Este tipo de estudo prioriza indicadores e dados bibliográficos com a finalidade de identificar a trajetória do desenvolvimento científico de determinado assunto ou área temática (ARAÚJO, 2006).

Como bases de dados, foram escolhidas a *ISI Web of Knowledge/Web of Science* e a *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). A SciELO foi escolhida por abranger periódicos de todo território latino-americano e Caribe, especializados em ciências da saúde, entre outras áreas do conhecimento (PUCCINI et al., 2015). Já *Web of Science* foi definida por ser considerada confiável e, portanto, mais garantida quando se tem tais objetivos científicos, devido sua grande abrangência para busca de trabalhos científicos (MUGNAINI et al., 2008).

Quanto aos procedimentos para a coleta de dados, foi usado o período de busca disponível nas duas bases para anos completos (1945-2018) na *Web of Science* e (2002-2018) na SciELO, a fim de possibilitar a replicação ou atualização desta pesquisa sem a necessidade de realizá-la novamente desde o início. Dessa forma, em ordem, foram definidos os seguintes termos de busca para ambas: “*smartcit**” or “*smartcit**” or “*cidade* inteligente**”. Foram utilizados “asteriscos” (*) para indicar possibilidades de plural nas palavras. A coleta foi realizada a partir da busca destes termos no título dos artigos, resumos, palavras-chave do autor e palavras-chave criadas (*keywordplus*). Os resultados apontaram o primeiro registro de publicação no ano de 1991.

Após a busca, foi realizado um refinamento dos trabalhos encontrados por meio da aplicação de filtros oferecidos pelo mecanismo de busca da coleção principal da *Web of Science*. O refinamento utilizado foi o tipo de documento, dentre os quais foram selecionados “*article*”, gerando resultados que apresentam apenas artigos completos publicados em periódicos, excluindo-se os demais. Na base de dados SciELO, não foi realizado nenhum refinamento. Deste modo, foram identificados 2740 trabalhos, que foram utilizados como conjunto de artigos para as análises bibliométricas propostas nesta pesquisa.

Em seguida à coleta de dados foi realizada a análise do material a partir da exportação destes dados para o pacote de *software* de organização de dados HistCite™, a fim de

organizar as informações e facilitar as análises. Foram analisadas: a trajetória de evolução anual das publicações; os periódicos com maior quantidade de publicações; os autores com o maior número de publicações; a quantidade de artigos distribuídos por país de origem dos autores; os artigos mais citados na *Web of Science* (global) e os artigos com as datas de publicação mais recentes.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após realizado o levantamento bibliométrico nas plataformas de pesquisas *Web of Science* e *Scielo* foram identificados 2740 artigos sobre *Smart City*. Estes artigos estão publicados em 864 periódicos distintos indexados nas bases de dados em questão e foram escritos por 7713 autores que possuem vínculos a 2615 instituições localizadas em 103 países. Para a obtenção destes artigos foram utilizadas 91.882 referências, com uma média de aproximadamente 34 referências por artigo. Observa-se também uma média de aproximadamente 75 autores distribuídos pelos 103 países identificados e uma média de 3 artigos publicados nos periódicos indexados. Na tabela 1, a seguir, são apresentados esses resultados.

Dados Bibliométricos	Quantidade
Publicações (artigos)	2740
Periódicos indexados	864
Autores	7713
Instituições (vínculos dos autores)	2615
Países	103
Referências citadas	91882

Tabela 1:

Resultados Gerais do Levantamento Bibliométrico sobre Smart City (1991-2018)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Web of Science™ e Scielo.

A partir do acesso a duas plataformas (*Web of Science* e *Scielo*) e a utilização do *software* HistCite, obtivemos os seguintes dados de abordagens sobre *Smart Cities*, demonstrados na tabela a cima. Nesta pesquisa, identificamos 2740 artigos, 864 periódicos anexados, 7713 autores, 2615 Instituições e 91882 referências citadas. Com isso, foi possível observar que *Smart City* é um tema que vem sendo cada vez mais discutido no mundo. Conforme é possível observar na figura 1, a seguir, que apresenta a evolução das publicações nesta temática, o primeiro registro de artigo indexado na Web of Science™ data do ano de 1991 que tem como autor Drohojowska (1991).

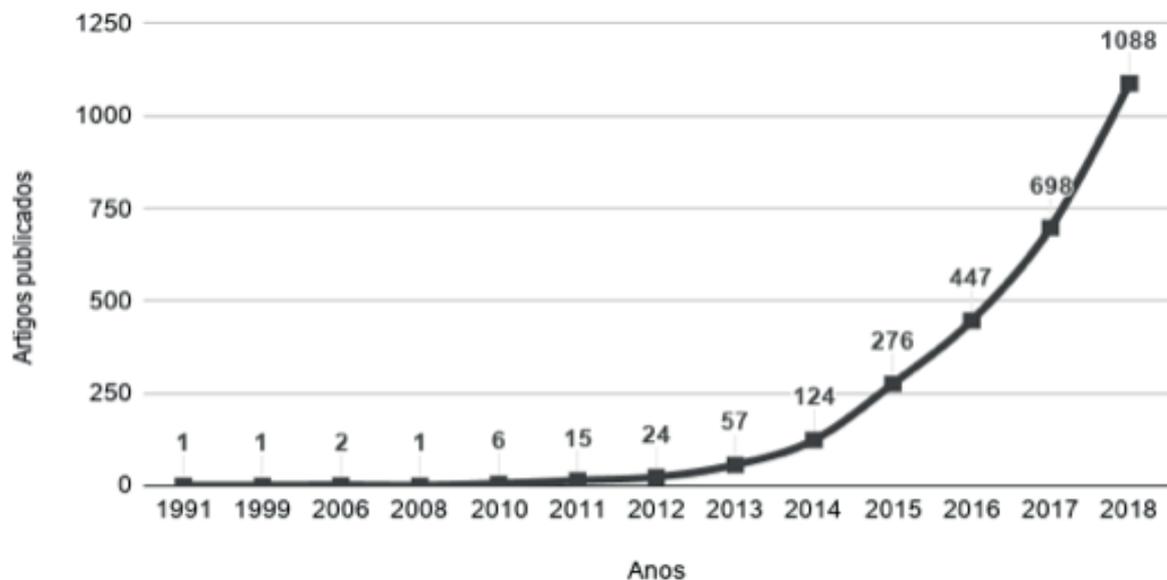


Gráfico 1. Distribuição das publicações (1991-2018)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Web of Science™ e Scielo.

A figura 1 demonstra que entre os anos 1991 e 2010 o número de publicações era baixo, variando apenas entre 1, 2 e 6 publicações. Houve um crescimento a partir do ano 2011 (com 15 publicações) e nos últimos anos o número de publicações apenas aumentou, este aumento é decorrente dos estudos saírem do teórico para o campo de ação, ou seja, *Smart City* vem se tornando uma realidade cada vez mais atual.

Ano	Artigos	Citações
1991	1	1
1999	1	88
2006	2	374
2008	1	8
2010	6	37
2011	15	1247
2012	24	1208
2013	57	2285
2014	124	6321
2015	276	4782
2016	447	6089
2017	698	7392
2018	1088	4656

Tabela 2:

Distribuição anual das publicações (1991-2018)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Web of Science™ e Scielo.

A tabela 2 mostra a quantidade de artigos publicados e de citações entre 1991 e 2018.

Os anos 1991, 1999 e 2008 tiveram cada um, apenas um artigo publicado, havendo uma assimetria apenas no número de citações. O ano que possuiu maior número de artigos é 2018 com 1088, e o maior número de citações é o ano de 2014. Observa-se também que o número de produções a respeito desse tema cresceu ao longo dos anos desde de que começou a ser discutido.

Periódicos	Quantidade de Artigos	Citações	Citações/Quantidade
Sensors	159	1499	9,42
IEEE Access	128	1971	15,39
Sustainability			
IEEE Communications Magazine	71	453	6,38
Future Generation Computer Systems-The	66	2483	37,62
International Journal of Escience	64	1501	23,45
IEEE Internet Of Things Journal			
Sustainable Cities And Society	56	2736	48,85
Cities	52	624	12
International Journal Of Distributed Sensor	45	1636	36,35
Networks	33	154	4,66
Journal Of Urban Techology	29	1655	57,06

Tabela 3:

Top Periódicos com mais artigos publicados (1991-2018)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Web of Science™ e Scielo.

A tabela 3 fornece os periódicos internacionais com maior número de artigos publicados sobre a temática das *SmartCities*. Foram analisados os 864 periódicos indexados na *Web of Science™* e *Scielo* em relação à quantidade de artigos publicados sobre o tema e o total de citações nas bases de dados. Ao somar os trabalhos publicados nesses onze periódicos, totalizam 703 registros, o que corresponde a 25,6% da quantidade total de trabalhos identificados. O periódico com maior número de artigos foi *Sensors*, com 159 artigos e o segundo periódico com mais artigos publicados é *IEEE Access*. Entretanto, ao verificar a relação entre o número de citações e de artigos publicados temos como periódico mais representativo *Journal Of Urban Techology* com 29 artigos publicados e 1655 citações, resultando em 57,06 (citações/Quantidade). Este índice pode ser útil para futuras pesquisas e funcionar como um indicador da relevância dos periódico com mais publicações sobre o tema.

Autores	Artigos	Citações	Afiliação (Instituição de vínculo)	País
ZHANG, Y.	16	109	Peking Univ,Sch Elect Engn& Comp Sci	China
KANTARCI, B.	14	232	Univ Ottawa, Sch Elect Engn&CompSci	Canadá
MUNOZ, L.	13	330	Univ Cantabria, EngnCommunDept	Espanha
SONG, H.B.	13	385	Embry Riddle Aeronaut Univ	Estados Unidos
CHOO, K.K.R.	10	122	Univ Texas San Antonio	Estados Unidos
FOSCHINI, L.	10	400	Univ Bologna	Itália
KUMAR, N.	10	139	Thapar Inst Engn&Technol Deemed Univ	Índia
DUSTDAR, S.	9	76	Academia Europaea	Áustria
KITCHIN, R.	9	242	MaynoothUniv	Irlanda
NESI, P.	9	73	Univ Florence	Itália
SANGAIAH, A.K.	9	60	VIT Univ	Índia
WINTERS, J.V.	9	211	Universidade Estadual de Iowa	Estados Unidos

Tabela 4:

Autores com maior número de publicações (1991-2018)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da *Web of Science™* e *Scielo*.

A tabela 4 com os autores que possuem o maior número de publicações foi elaborada a partir da classificação destes pelo total de publicações e total de citações recebidas. Foram selecionados os doze autores com maior quantidade de registros, pois a frequência de publicações destes se repetia da posição 13^a à 24^a, indicando uma seleção superior ao número de dez posições, inicialmente predefinida para organizar os dados. Entre os autores com mais publicações sobre o tema está Yong Zhang, que atualmente trabalha na Peking University (China) com dezesseis artigos e BurakKantarci, que atualmente é professor na University of Ottawa (Canadá) com quatorze artigos. Este resultado pode indicar uma maior participação principalmente de países desenvolvidos e com tecnologias para possuir *SmartCities* em seus territórios.

País	Quantidade	Citações
China	436	5082
Estados Unidos	410	6629
Espanha	362	4066
Itália	361	8418
Reino Unido	274	5645
Índia	134	943
Coreia do Sul	134	1843
Canadá	133	2822
Austrália	127	2050
França	98	1019

Tabela 5:

Quantidade de artigos por país de origem das instituições de vínculo dos autores

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da *Web of Science™* e *Scielo*.

Para observar a representatividade dos países de origem das instituições de vínculo dos 7713 autores dos 2740 trabalhos mapeados neste estudo bibliométrico foram

identificados os dez países com mais produção científica no campo de *Smart City* que podem ser observados na Tabela 5. Entre esses países, a China aparece em primeiro com 436 registros, os Estados Unidos aparece em seguida com 410 e em seguida Espanha com 362. Com base na observação da tabela 5, também é possível verificar que a produção de trabalhos sobre o assunto está bem difundida pelo globo, apresentando trabalhos que tem maioria origem em países europeus, asiáticos e americanos.

Autor(a)(es)/ano	Título	Fonte	Citações
Zanella et al. (2014)	Internet of Things for Smart Cities	IEEE Internet of Things Journal	1355
Caragliu, Del Bo e Nijkamp (2011)	Smart Cities in Europe	Journal of Urban Technology	698
Botta et al. (2016)	Integration of Cloud Computing and Internet of Things: A survey	Future Generation Computer Systems-The International Journal of Escience	486
Neirotti et al. (2014)	Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts	Cities	468
Batty et al (2012)	Smart cities of the future	European Physical Journal-Special Topics	437
Jin et al (2014)	An Information Framework for Creating a Smart City Through Internet of Things	IEEE Internet of Things Journal	404
Albino, Berardi e Dangelico (2015)	Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives	Journal of Urban Technology	372
Shapiro (2006)	Smart Cities: Quality of life, productivity, and the growth effects of human capital	Review of Economics and Statistics	371
Mancarella (2014)	MES (multi-energy systems): An overview of concepts and evaluation models	Energy	334
Perera et al (2014)	Sensing as a service model for smart cities supported by Internet of Things	Transactions on Emerging Telecommunications Technologies	325

Tabela 6:

Artigos mais citados

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da *Web of Science*TM e *Scielo*.

O trabalho mais citado é escrito por Zanella et al. (2014). Os autores apresentam principalmente uma relação entre Internet das Coisas (IoT) e *Smart City*, apresentando o conceito de IoT, fornecendo uma visão geral de uma estrutura de IoT urbano, ou seja, um sistema com protocolos e arquiteturas para *Smart Cities*. Por fim, o trabalho também aborda soluções técnicas e diretrizes de melhores práticas adotadas no projeto da *Smart City* de Padova na Itália.

O segundo trabalho mais citado é de Caragliu, Del Bo e Nijkamp (2011) que buscam uma definição de cidades inteligentes por meio de uma revisão literária, correlacionando o fato de que as tecnologias são hoje uma importante ferramenta de desenvolvimento, tanto sustentável como no estilo de vida das pessoas.

O terceiro trabalho mais citado é de Botta et al (2016) que relacionam o uso de computação nuvem e Internet das Coisas (IoT), os autores fazem uso da pesquisa bibliográfica sobre a integração de *Cloud e IoT* e identificam questões em aberto esperando-se que essas ferramentas tecnológicas e de comunicação desempenhem um papel de liderança no cenário da Internet do Futuro.

Neirotti et al (2014) em sua pesquisa, busca compreender *Smart City* através de uma visão mais global, analisando tendências globais para a implementação ou gestão de uma cidade inteligente, a saber: recursos naturais e energia, transporte e mobilidade, edifícios, vida, governo, economia e pessoas. Além disso, o trabalho fornece aos formuladores de políticas e gerentes da cidade, diretrizes úteis que podem influenciar no desenvolvimento tecnológico dessas cidades, para definir e direcionar suas estratégias e ações de planejamento para os domínios de implementação mais apropriados.

O quinto trabalho mais citado é de Batty et al (2012), na qual os autores relacionam a infraestrutura das cidades inteligentes ao seu funcionamento e planejamento operacionais por meio de gerenciamento, controle e otimização, exploram a noção de cidade como laboratório de inovação, fornecem portfólios de simulação urbana que informem projetos futuros, desenvolvem tecnologias que garantem equidade, justiça e melhor qualidade de vida na cidade e que garantem a participação informada e criem conhecimento compartilhado para a governança democrática das cidades.

O sexto trabalho mais citado é de Jin et al (2014) o trabalho foca na preocupação com o crescimento urbano e um sistema que atenda as necessidades dos cidadãos. O artigo apresenta uma estrutura para a realização de cidades inteligentes por meio da Internet das Coisas (IoT), que abrangeria o sistema completo de informações urbanas.

O sétimo trabalho mais citado é de Albino, Berardi e Dangelico (2015), o trabalho aborda uma revisão literária aprofundada a fim de esclarecer o significado da palavra inteligente no contexto das cidades. Além de apresentar características de *SmartCities*.

Shapiro (2006), correlaciona a qualidade de vida das pessoas com a produtividade e nível de graduação de habitantes. Segundo o autor, de acordo com o nível de graduação que as pessoas possuem, elas buscarão melhores qualidades de vida e essas melhores qualidades de vida proporcionarão o aumento de sua produtividade nos seus dias.

Mancarella (2014) apresenta sistemas de energia múltipla, que representam uma importante oportunidade para aumentar a eficiência técnica, econômica e desempenho ambiental em relação aos sistemas de energia. O objetivo do trabalho é fornecer ao leitor uma visão abrangente e crítica dos mais recentes modelos e técnicas de avaliação atualmente disponíveis para analisar o MES.

O décimo trabalho mais citado que lista na tabela é de Perera *et al* (2014) o trabalho tem como objetivo investigar o conceito de sensoriamento como modelo de serviço nas perspectivas tecnológica, econômica e social e identificar, isto é, os autores relacionam sensores que suportem Internet das coisas e que possam ser usados em *Smart Cities*.

3 | CONCLUSÕES

A partir da verificação dos dados encontrados, obtiveram-se respostas para a problematização abordada nesta pesquisa, que se refere ao fato de como está a pesquisa acadêmica sobre *Smart City*. Os estudos descrevem um crescimento de produções acadêmicas sobre o tema ao longo dos anos em instituições presentes em todos os continentes. Através dos resultados, foram encontrados 2740 artigos relacionados ao termo *Smart City*, sendo elaborados por 7713 autores, tendo a China e outros países desenvolvidos com maior número de publicações, demonstrando que o tema é principalmente discutido em países que possuem grandes economias e altas chances de implantar uma *Smart City* em seu território.

Dentre os artigos mais citados nas bases de dados utilizadas (*ISI Web of Knowledge/ Web of Science* e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO)), foi possível observar que os autores abordam conteúdos que relacionam-se com a criação, manutenção e desenvolvimento de uma *Smart City*, como por exemplo, a Internet das Coisas (IoT) que de acordo com os autores é um sistema de protocolos que auxiliam as Cidades Inteligentes no que diz respeito a otimização, rapidez e segurança da rede de dados, o Desenvolvimento Sustentável (DS), considerando-se as *Smarts Cities* como um modelo e solução para problemas ambientais preocupando-se ao mesmo tempo com o bem estar das pessoas.

Supondo que esta pesquisa seja refeita futuramente, propõe-se a utilização de outras bases de dados para que a abrangência acerca do tema seja superior, em grau de periódicos, autores, recorte temporal e países. Como sugestões para pesquisas futuras também se inclui a possibilidade de verificar os trabalhos mais recentes e os citados da área em estudo comparativo com este para identificar possíveis alterações do percurso teórico ou metodológico dos investigadores e as suas formas de abordar este campo ou objeto de estudo.

REFERÊNCIAS

- ABDALA, L. N. et al. (2014). Como as cidades inteligentes contribuem para o desenvolvimento de cidades sustentáveis? Uma revisão sistemática de literatura. **International Journal of Knowledge Engineering and Management**, 3(5), 98-120. Recuperado em 1 julho, 2016 de http://via.ufsc.br/wp-content/uploads/2016/06/Cidades-Inteligentes_Lucas.pdf
- ARAÚJO, C. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em questão**, v. 12, n. 1, p. 11-32, jan./jun., 2006.
- AUNE, A. **HumanSmartCities – O cenário brasileiro e a importância da abordagem joined-up na definição de Cidade Inteligente**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
- BOYKO, C. T. et al. Addressing sustainability early in the urban design process. *Management of Environmental Quality: an International Journal*, 17(6), 689-706.
- BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. (2017). Documento de referência Ambiente de demonstração de tecnologias para cidades inteligentes. Disponível em: http://cidadesinteligentes.abdi.com.br/downloads/dl_documento_de_referencia.pdf
- BRUNDTLAND, Comissão. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: o nosso futuro comum. Universidade de Oxford. Nova Iorque, 1987.
- CAPDEVILA, J. & ZARLENGA, M. I. (2015). Smart city or smart citizens? The Barcelona case. *Journal of Strategy and Management*, 8(3), 266-282. Retrieved July 1, 2016 from https://www.researchgate.net/publication/277180909_Smart_City_or_smart_citizens_The_Barcelona_case.
- DESOUZA, K. C.; FLANERY, T. H. Designing, planning, and managing resilient cities: A conceptual framework. *Cities*, 35, 89–99. Retrieved July 1, 2016 from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275113000875>
- ELKINGTON, J. Triple Bottom Line Revolution: Reporting for the Third Millennium. **Australian CPA**, 1999
- GREENFIELD, A. *Against the smart city, Do Projects*, Nova York, 2013.
- GIBSON, D. V.; KOZMETSKY, G.; SMILOR, R. W. *The Technopolis Phenomenon: Smart Cities, Fast Systems, Global Networks*. Rowman & Littlefield, New York, 1992.
- GONÇALVES, R.; PAIVA, A. Smart Cities só são possíveis com smarter citizens. **FGV PROJETOS**. Rio de Janeiro, 12 de junho. 2015.
- HOLLANDS, R. Critical interventions into the corporate smart city. **Cambridge Journal of Regions**, Economy and Society, Oxford University Press, 2015, pp.6177. Disponível em: <https://goo.gl/MUxFzg>. Acesso em 05 de novembro de 2019
- KITCHIN, R. Making sense of smart cities: addressing present shortcomings. **Cambridge Journal of Regions**, Economy and Society, Oxford University Press, 2015, pp. 131-136. Disponível em: <https://goo.gl/5UUWe4>. Acesso em 05 de novembro de 2019.
- LEITE, C. *Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano*. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- LEMOS, A. (2017). Smart cities, internet of things and performative sensibility: brief analysis on Glasgow, Curitiba and Bristol's initiatives. *P2P & Inovação*, 3, 2, 80-95. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21721/p2p.2017v3n2.p80-95>.

MESQUITA, R. F.; MATOS, F. R. N.; RECHENE, S. T. O que dizemos sobre as mulheres empreendedoras? **RELISE**: Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo, v. 3, n. 6, p. 186-213, nov/dez, 2018.

MOURA, L.; BOLICI, R.; DEAKIN, M. (2017). The first two decades of smart-city research: a bibliometric analysis. *Journal of Urban Technology*, 24(1), 3-27. <http://dx.doi.org/10.1080/10630732.2017.1285123>.

MUGNAINI, R.; STREHL, L. Recuperação e impacto da produção científica na era Google: uma análise comparativa entre o Google Acadêmico e a Web os Science. **Encontros Bibli**: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, n. esp., 1º sem, p.92-105, 2008.

NAM, T.; PARDO, T. A. 2011. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference on Digital Government Innovation in Challenging Times - dg.o'11, 282. Retrieved september 25, 2016 from https://inta-aiivn.org/images/cc/Urbanism/background%20documents/dgo_2011_smartcity.pdf.

NAZÁRIO, D. C.; SILVA, P. F.; DANTAS, M. A. R. Mapeamento das Publicações Acadêmico-científicas sobre CloudComputingIn: Computer on the Beach 2012, 2012, Florianópolis. Computer on the Beach 2012: **Anais do Evento / CTTMar/ UNIVALI**, 2012a. p. 201-210.

ODENDAAL, N. Information and communication technology and local governance: understanding the difference between cities in developed and emerging economies. *Computers, Environment and Urban Systems*, 27, 585-607. Retrieved July 1, 2016 from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0198971503000164>

OLIVEIRA, A. L.; CASTRO, G. G. S. SmartCities: comunicação e consumo de um futuro prescrito no espaço urbano. **INTERIN**, v.24, n. 1, p. 209-225, jan/jun. 2019.

OPPETA, D. The smart city vision: how innovation and ICT can build smart, “livable”, sustainable cities. Milão: The Innovation Knowledge Foundation. Recuperado em 15 de junho de 2012, de http://www.thinkinnovation.org/file/research/23/en/Toppeta_Report_005_2010.pdf.

PAPA, R. et al. Smart and Resilient Cities: a Systemic Approach for Developing Crosssectoral Strategies in the Face of Climate Change. *TeMa, Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 19-49. Retrieved July 1, 2016 from <http://www.tema.unina.it/index.php/tema/article/view/2883>

PELLICER, S. et al. **A Global Perspective of Smart Cities: A Survey**. In: Proceedings of 7th International Conference on Innovative Mobile and Internet Service in Ubiquitous Computing, pp.439-444, 2013.

PINHO, F. G. Smart City Laguna é destaque na folha de São Paulo. **Folha de São Paulo**. Disponível em: <<https://smarcitylaguna.com.br/smart-city-laguna-e-destaque-na-folha-de-sao-paulo/>>. Acesso em: 09 de outubro de 2019.

Por que morar ou investir em uma Cidade Inteligente? **Info Smart City Laguna** Disponível em: <https://info.smartcitylaguna.com.br/por-que-investir-em-uma-cidade-inteligente?utm_source=Google&utm_medium=Search%20ads&utm_campaign=LP_Investir_em_uma_Cidade_Inteligente&gclid=CjwKCAjw0vTtB RBREiwA3URt7lamqgfs1qseav0QyeYr0CYQyn-ILHoRjFjxetg9iFdrPiA1n0GpmBoCI58QAvD_BwE#rd-button-joq3m2m7>. Acesso em: 31 de outubro de 2019.

PUCCINI, L. R. S. et al. Comparativo entre as bases de dados PubMed, SciELO e Google Acadêmico com o foco na temática Educação Médica. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, n. 28, p. 75-82, ago. 2015.

RAMOS, A. O homem como protagonista da primeira cidade inteligente do Brasil. Engenharia É. Disponível em: <<https://engenhariae.com.br/smart-city/o-homem-como-protagonista-da-primeira-cidade-inteligente-do-brasil>>. Acesso 03 de novembro de 2019.

RAMOS, A. Primeira cidade inteligente do Brasil será inaugurada ainda este ano. 17 de janeiro de 2017.

Engenharia É. Disponível em: <<https://engenhariae.com.br/tecnologia/primeira-cidade-inteligente-do-brasil-sera-inaugurada-ainda-este-ano>>. Acesso em: 03 de novembro de 2019.

RASOOLIMANESH, S. M.; BADARULZAMAN, N.; & JAAFAR, M. (2011). Achievement to sustainable urban development using city development strategies: a comparison between cities alliance and the World Bank definitions. **Journal of Sustainable Development**, 4(5), 151-166. <http://dx.doi.org/10.5539/jsd.v4n5p151>.

Rede Brasileira de Cidades Inteligentes e Humanas. (2017). Brasil 2030: indicadores brasileiros de cidades inteligentes e humanas. Disponível em: http://redebrasileira.org/arquivos/Brasil_2030_CIH.pdf

RIZZON, F. et al. Smart City: um conceito em construção. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 7, n. 3, p. 123-142, set. 2017. Disponível em: <http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/1378>

SANTOS, R. N. M. ; KOBASHI, Nair Yumiko . BIBLIOMETRIA, CIENTOMETRIA, INFOMETRIA: CONCEITOS E APLICAÇÕES. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, v.2, n.1, p.155-172, jan./dez. 2009.

SEIXAS, P. C. Introdução. In: P. C. Seixas (Ed.), *Ativar cidades: modelos de políticas de cidades* (pp. 7-11. Lisboa: Caleidoscópio). 2019.

Smart City Laguna. (2019). *O empreendimento*. Disponível em: <http://smartcitylaguna.com.br/empreendimento/>. Acessado em: 07 de novembro de 2019.

Su, K.; Li, J.;Fu, H., **Smarty City and the Applications**.In: Proceedings of 2011 International Conference on Electronics, Communications and Control (ICECC),pp.1028-1031, 2011.

TANG, G.Q.**Smart Grid Management & Visualization**.In: Proceedings of 8th International Conference & Exposition on Emerging Technologies for a Smarter World (CEWIT), pp. 1-6, 2011

TAMBELLI, C. N. SmartCities: uma breve investigação crítica sobre os limites de uma narrativa contemporânea sobre cidades e tecnologia.**Instituto de Tecnologia e Sociedade**, Rio de Janeiro, 2018

TEIXEIRA, M. L. M.; IWAMOTO, H.; MEDEIROS, A. L. Estudos bibliométricos (?) em Administração: discutindo a transposição de finalidade. **Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 14, n. 3, p. 423, 2013.

TREIGHER, T. Localizada no Ceará, Smart City Laguna é a primeira cidade inteligente social do mundo. INBEC. Disponível em: <https://inbec.com.br/blog/localizada-ceara-smart-city-laguna-primeira-cidade-inteligente-social-mundo>. Acessado em: 06 de novembro. 2019.

VANOLO, A.Smartmentality: The Smart City as Disciplinary Strategy. **UrbanStudies**,Vol 51, Issue 5, 2013, pp. 883 - 898. Disponível em: <https://goo.gl/KwUXXm>. Acesso em 05 de novembro de 2019

VILACA, N. M. C. A. A. et al. Smart City–Caso de Implantação em Búzios–RJ. **Revista SODEBRAS**, v. 9, n. 98, p.16-22, fev. 2014.

SMART STOP: UM MODELO DE PARADA DE ÔNIBUS INTELIGENTE A SER APLICADO NA CIDADE DE SÃO LUÍS – MA

Data de aceite: 22/06/2020

Data de submissão: 29/04/2020

Iago de Melo Torres

Centro Universitário do Maranhão – CEUMA

São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/5578335321786885>

Mariana de Sousa Prazeres

Universidade Federal do Pará – UFPA

Belém – PA

<http://lattes.cnpq.br/7532910948771388>

Yara Lopes Machado

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/7057289790371911>

Leticia Maria Brito Silva

Centro Universitário do Maranhão – CEUMA

São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/2051219408849229>

Marcos Henrique Costa Coelho Filho

Instituto de Pós-graduação e Graduação – IPOG

São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/0584960846811437>

Paulo Rafael Nunes e Silva Albuquerque

Universidade Federal do Pará – UFPA

Belém – PA

<http://lattes.cnpq.br/5214416871742356>

Bruna da Costa Silva

Universidade Federal do Pará – UFPA

Belém – PA

<http://lattes.cnpq.br/6403927694339320>

Thainá Maria da Costa Oliveira

Universidade Federal do Pará – UFPA

Tucuruí – PA

<http://lattes.cnpq.br/1957653175840481>

Moisés de Araujo Santos Jacinto

Universidade Federal do Pará - UFPA

Belém – PA

<http://lattes.cnpq.br/2662433839830308>

Camilla Gomes Arraiz

Instituto Brasileiro de Educação Continuada –

INBEC

São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/8718953087466000>

Jayron Alves Ribeiro Junior

Universidade Federal do Pará – UFPA

Tucuruí – PA

<http://lattes.cnpq.br/2453528848909979>

Marcio Fernando de Andrade Moreira

Centro Universitário do Maranhão – CEUMA

São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/9352508999603170>

RESUMO: Este trabalho apresenta a concepção de um modelo de parada de ônibus inteligente, denominado *Smart Stop*. Partindo-se da hipótese de que o transporte coletivo da cidade de São Luís necessite de inovações e melhorias em sua qualidade, pretendeu-se associar elementos de acessibilidade, conforto e eficiência energética a um projeto. Adotou-se

um sistema de painéis fotovoltaicos para a geração de energia do ponto de ônibus, bem como o emprego de elementos audiovisuais e físicos naquele espaço, com o intuito de incluir pessoas com deficiência visual, auditiva ou de mobilidade reduzida no sistema de transporte público local. Todos os componentes utilizados foram listados e precificados, e todo o cálculo para dimensionamento das placas solares foi apresentado. Foi feito então uma análise comparativa de custo entre os abrigos que atualmente se encontram à disposição da população, e o projeto proposto, a fim de identificar a viabilidade da implantação de tecnologias para este novo modelo. Por fim, conclui-se que, apesar de pouco mais onerosa, a *Smart Stop* apresenta-se como uma alternativa para o avanço do desenvolvimento do sistema de transporte público de São Luís.

PALAVRAS-CHAVE: Construção civil. Projeto. Acessibilidade. Energia solar.

SMART STOP: AN INTELLIGENT BUS STOP MODEL TO BE APPLIED AT THE CITY OF SÃO LUÍS – MA

ABSTRACT: The following article presents the conception of an intelligent bus stop model, denominated Smart Stop. Based on the assumption that the public transportation of the city of São Luís needs innovations and quality improvements, it has been intended to associate elements of accessibility, comfort and energy efficiency to a project. In this way, it has been opted for a photovoltaic panels system for the electricity demand of the bus spot, as well as the use of audiovisual and physical elements in that space, in order to include people with reduced mobility and visual and hearing impairment into the local public transportation system. All of the used components were listed and priced, and the entire calculation for the dimensioning of the solar panels was shown. Then, a comparative analysis was made between the shelters that are currently available for the citizens, and the proposed project, in order to identify the deployment feasibility of technologies for this new model. Lastly, it is concluded that although it is slightly more costly, Smart Stop is presented as an alternative for a development advancement of the public transportation system of the city of São Luís.

KEYWORDS: Construction. Project. Accessibility. Solar energy.

1 | INTRODUÇÃO

A cidade pode ser definida, atualmente, como um sistema complexo caracterizado por um enorme número de cidadãos interconectados, negócios, diferentes modais de transporte, redes de comunicação e serviços privados e de utilidade pública. Devido à essa complexidade, o crescimento populacional e aumento da urbanização ocasionam diversos problemas de natureza técnica, social, econômica e organizacional, assim comprometendo a sustentabilidade econômica e ambiental nas cidades (NEIROTTI *et al.*, 2014).

A busca por sustentabilidade nas cidades criou uma urgência de formas mais inteligentes para gestão das problemáticas anteriormente citadas. Nam e Pardo (2011) citam algumas cidades, tais como Seoul (Coréia do Sul), Queensland (Austrália), Tel Aviv

(Israel), consideradas “cidades inteligentes” por operarem de forma inteligente, melhorando o conforto e bem estar da população.

O termo cidade inteligente (CI) não possui um consenso geral acerca do seu significado, entretanto, Neirotti et al. (2014) afirmam que CI é caracterizada pelo uso de tecnologias de informação e comunicação (TICs) visando a otimização dos recursos em domínios urbanos. Entre os possíveis domínios de uma cidade inteligente, o presente trabalho prioriza dois aspectos: o gerenciamento de iluminação pública, o qual visa a implantação de recursos renováveis, tais como energias solar e eólica; e mobilidade e logística, o qual provém aos usuários informações dinâmicas para eficiência do transporte público.

No território nacional, soluções abordando a implantação do uso de energia renovável e TICs para o transporte público foram objeto de estudo para diversos pesquisadores. Jaques *et al.* (2012) apresentam alternativas de sistemas que disponibilizem informações aos passageiros e provedores de transporte público. Pessoa e Barbosa (2017) propõem um modelo de ponto de ônibus sustentável a partir da implantação das tecnologias de telhado verde e sistemas fotovoltaicos. Araújo Júnior et al. (2018) elaboraram uma possível intervenção nas paradas de ônibus, adotando placas fotovoltaicas para a climatização e conforto, e sistema interativo para os passageiros.

Entretanto, a possibilidade de implantação de paradas sustentáveis é vinculada inicialmente com sua viabilidade econômica, assim, o presente trabalho propõe uma comparação orçamentária entre uma parada convencional e uma parada sustentável inteligente denominada *Smart Stop*, ambas executadas na cidade de São Luís – MA, considerando seus custos de execução e operação.

2 | METODOLOGIA

A presente pesquisa se classifica em duas categorias: quanto a forma de abordagem (quantitativa e qualitativa) e quanto ao objetivo (exploratória, descritiva e explicativa ou analítica). (NEVES, 2007). Sendo assim, o presente artigo foi realizado a partir da pesquisa descritiva, com abordagem quantitativa. Realizou-se uma revisão bibliográfica acerca do tema, onde buscou explicar e discutir acerca do mesmo, com base em referências teóricas publicadas em livros, artigos e revistas. Utilizou-se o Sketchup para o desenvolvimento da modelagem 3D da *Smart Stop*.

2.1 Materiais e métodos

Para este conceito de parada, foi integrado um sistema de acessibilidade, que será composto da seguinte forma: um dispositivo com informações da localização de cada ônibus e de todos os pontos das linhas de ônibus de São Luís; um sistema irá informar quais serão os próximos ônibus que poderá parar naquele ponto, bem como seus tempos aproximados de chegada, através de um sistema de voz eletrônica e também de *displays* de segmento para determinada frequência; uma estrutura de acessibilidade para pessoas com

baixa mobilidade, deficiência visual e auditiva; tomadas de uso geral; um acionamento para solicitar que o próximo ônibus a passar pela parada encoste e pare. Ao acionar o botão será emitido um som, e as cores dos segmentos do *display* que, por padrão estariam vermelhas, serão sinalizadas em cor verde, permitindo que o motorista veja que é necessário parar, sem que sejam necessários os acenos por parte dos passageiros.

Ainda há uma proposta de extensão deste sistema para o interior dos ônibus coletivos, que deve atender à seguinte lógica: um passageiro à bordo deseja desembarcar em uma próxima parada (pré-definida pela linha de ônibus mostrada em *display* dentro do ônibus), este deverá pressionar um botão anexado ao meio de transporte, e ao fazê-lo, será ativado um som e um aviso no *display* que o ônibus irá desembarcar naquela parada. Neste projeto optou-se pela implantação de painéis fotovoltaicos (figura 1), usando um sistema on-grid, que permite a associação direta do sistema com a rede de energia elétrica da cidade. Com base na Resolução Normativa nº482, de 2012 da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, que refere-se aos sistemas de compensação de energia elétrica, especifica-se que o consumo de energia elétrica ativa a ser faturado pela concessionária é a diferença entre a energia consumida e a alimentada na rede, e o que for excedido deverá ser abatido no consumo dos meses seguintes, sendo até 36 meses.

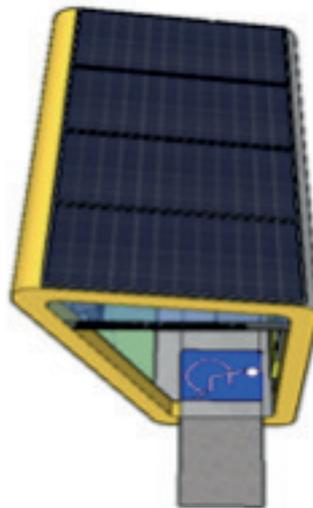


Figura 1 - Modelo em 3D da disposição dos painéis fotovoltaicos na Smart Stop.

Fonte: do Autores.

O sistema fotovoltaico a ser utilizado na *Smart Stop* foi dimensionado considerando que no ponto de ônibus haveria:

- a) 3 tomadas de uso geral de dois módulos;
- b) 1 disposição de displays de segmentos de 3” para o ambiente externo e outra para o ambiente interno;
- c) 2 climatizadores por aspersão de 120W de potência cada;

- d) 1 termostato para ativação dos climatizadores;
- e) 1 relé fotoelétrico;
- f) 1 câmera de segurança;
- g) 2 alto-falantes de 10W cada;
- h) 1 sistema Arduino Mega 2560 R3 com Ethernet Shield W5100 que controlaria parte das tecnologias na parada de ônibus;
- i) 2 fitas LED para iluminação da parada;
- j) 2 luminárias tipo spot de 15W para iluminação do painel de propagandas e para iluminação do mapa de informações sobre linhas de ônibus.

Foi considerado para a geração de energia a utilização de 4 painéis solares que geram 340 Wp de energia e com 2 m² de área cada, considerando o coeficiente de rendimento igual a 83%. Vale ressaltar que alguns itens foram desconsiderados para efeito de cálculo energético pois apresentavam consumo desprezível no sistema. A Tabela 1 indica como foi feito o cálculo do consumo energético. Para o cálculo da geração de energia de cada placa fotovoltaica, foi considerado a seguinte fórmula:

$$G = P_{WP} \times H_{SP} \times 30 \times F_p ,$$

onde:

G = Geração de energia em Kwh/mês;

P_{WP} = Potência em watts pico;

H_{SP} = Hora de sol pico;

F_p = Fator de perda.

LEVANTAMENTO DO SISTEMA					
Item	Aparelho	Unid.	Pot. (W)	Uso (h/dia)	Consumo (kWh/dia)
1	Luminaria spot	02	15	6	0,18
2	TUG	06	20	3	0,36
3	Câmera de segurança	01	5	24	0,12
4	Climatizador	02	120	6	1,44
5	Fita Led 5050 Branco Frio	08	14,4	6	0,6912
6	Display de segmento 3"	30	0,08	24	0,0576
7	Consumo Standby Microinversor	01	3	18,79	0,05637
8	Alto falante	02	10	24	0,48
9	Arduino Mega	01	3	24	0,072
TOTAL					3,45717
CONSUMO MENSAL (kWh/mês)					103,7151

Tabela 1 - Consumo de Energia da Smart Stop.

Fonte: Autores, 2018.

Sendo cada placa de 340 W de potência - com fator de perda de 83% - com uma média de 5,21 horas de sol pico para a cidade de São Luís/MA, segundo dados do SunData – CRESESB. A partir destas informações foi obtido através de cálculos, para este sistema, os valores de 176,43 kWh/mês para geração de energia e 103,71 kWh/mês para consumo de energia, proporcionando à rede elétrica um ganho de 72,72 kWh/mês.

Para materiais não ligados ao consumo de energia, foram utilizados em sua maioria estruturas metálicas, devido sua facilidade de execução e menor peso próprio. Será utilizado chapas de aço galvanizado para revestimento, perfis U, pilares metálicos galvanizados, barras chatas para estrutura da cobertura, concreto de classe C20, vidro temperado, piso tátil e sinalização horizontal para pessoas com deficiência para os aspectos de superestrutura, infraestrutura, cobertura e revestimento.

Na concepção do projeto, foi determinado um comprimento de 4 metros, altura de 2,96 metros e largura de 1,30 metros na base, sendo este último valor considerado a partir de um levantamento em campo realizado pelos autores, onde a largura de grande parte das calçadas analisadas na cidade de São Luís apresentou este valor. Vale ressaltar que estas dimensões são para o projeto base, ou seja, dependendo da disponibilidade de espaço na área onde for implementada, a parada é passível de modificações em suas medidas. A figura 2 apresenta a modelo em 3D da *Smart Stop*.



Figura 2 - Modelo em 3D da *Smart Stop* desenvolvido em Sketchup.

Fonte: Autores, 2018.

Ao atingir a temperatura de 30°C, os climatizadores por aspersão serão ativados, sendo responsáveis pela ventilação do ambiente, combatendo o desconforto de altas temperaturas. No painel menor (lateral) será exibido propagandas, enquanto no maior será exposto um mapa com informações das linhas de ônibus da cidade e instruções para as funcionalidades da *Smart Stop*.

Estes painéis serão fixados sob perfis metálicos, onde também se encontrará o microinversor. Foi adotado uma inclinação de 15° para estas placas, a fim de garantir uma autolimpeza e incidência solar formidável para este sistema.

Com uma iluminação agradável e moderna, as fitas em LED proporcionarão um ambiente aconchegante para os usuários de transporte coletivo (figura 3). Um relé fotoelétrico será responsável pelo controle da iluminação do local. Já a câmera de segurança deve ser integrada ao Centro de Controle de Operações do Trânsito e Transporte, sistema de monitoramento da Secretaria Municipal de Trânsito e Transporte, com o intuito de ampliar a segurança no trânsito da cidade de São Luís.

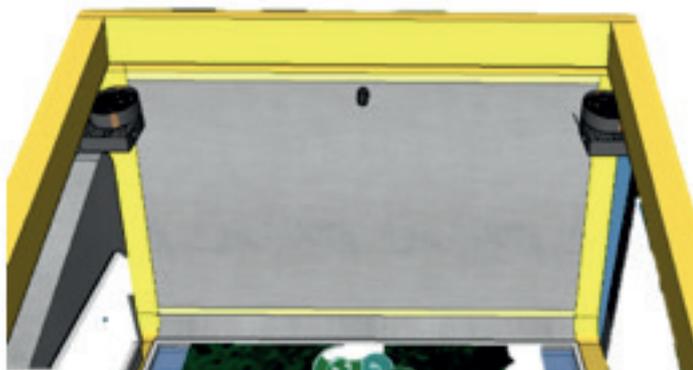


Figura 3 - Destaque para a Câmera 360°, climatizadores e iluminação em fitas LED

Fonte: Autores, 2018.

Conforme NBR 14022, foi destinada uma área para pessoas com mobilidade reduzida logo após a rampa de acesso, facilitando sua locomoção. A declividade do piso posterior da parada facilita o direcionamento para embarque. Ao fundo pode-se observar tomadas de uso geral, dispostas de forma a atender desde os usuários do banco, até quem estiver no espaço de acessibilidade (figura 4).



Figura 4 – Rampa de acesso e área destinada a cadeirantes.

Fonte: Autores, 2018.

Com os materiais e tecnologias aplicadas neste projeto, foi feito o orçamento com base na tabela SINAPI referente ao mês de julho de 2018, sem desoneração. É importante ressaltar

que para os materiais e serviços que não se encontram na tabela SINAPI, foi efetuado uma cotação de preços com três fornecedores diferentes, utilizando por fim o valor médio dentre estes. As dimensões do projeto da parada foram feitas com base na média das medidas dos passeios da cidade de São Luís, utilizando-se de adaptações para a inclusão de cadeirantes.

2.2 Custos

Para análise comparativa foi utilizado o modelo de parada de ônibus implementado no ano de 2015 na cidade de São Luís. O orçamento foi concedido pela Coordenação de Projetos, Obras de Engenharia e Serviços de Trânsito – SUTRANS, núcleo da Secretaria Municipal de Trânsito e Transporte – SMTT. O modelo segue referências da tabela SINAPI 01/2015, ORSE e cotações de mercado. Sua composição de custo é exibida na Tabela 1.

PLANILHA DE CUSTO - ESTAÇÃO SIMPLES - SMTT								
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	REF	COD. REF	QUANT	QUANT	P. UNIT	TOTAL UNIT (R\$)
	Estação para embarque e desembarque de passageiros do transporte coletivo urbano	und			1	200		
1	SERVIÇOS PRELIMINARES							
2	MOVIMENTO DE TERRA							R\$ 176,37
2.1	Escavação manual de valas em material de 1ª categoria	m³	SINAPI 01/2015	79478	0,64	128,00	R\$ 37,04	R\$ 23,71
2.2	Aterro compactado	m³	SINAPI 01/2015	55835	3,45	690,00	R\$ 44,25	R\$ 152,66
3	INFRA-ESTRUTURA							R\$ 2971,36
3.1	Concreto Estrutural FCK=25MPa (Bloco, Cinta e Lastro)	m³	SINAPI 01/2015	74138/003	0,94	188,00	R\$ 496,85	R\$ 467,04
3.2	Bloco Estrutural 9 X 19 x 39 cm	m²	SINAPI 01/2015	73998/001	11,59	2.318,00	R\$ 58,03	R\$ 672,57
3.3	Aço CA-50	kg	SINAPI 01/2015	74254/002	182,57	36.514,00	R\$ 8,04	R\$ 1.467,86
3.4	Forma de Compensado 15mm	m²	SINAPI 01/2015	84218	5,80	1.160,00	R\$ 62,74	R\$ 363,89
4	PAVIMENTAÇÃO							R\$ 1539,63
4.1	Regularização de terreno	m²	SINAPI 01/2015	5622	16,54	3.308,00	R\$ 4,17	R\$ 68,97
4.2	Execução de piso em concreto FCK=15MPa	m²	SINAPI 01/2015	73675	16,54	3.308,00	R\$ 65,12	R\$ 1077,08
4.3	Pavimentação com Piso Tatil direcional e/ou alerta, de concreto, na cor vermelha, p/ deficientes visuais, dimensões 25x25cm, aplicado com argamassa industrializada ac-ii, rejuntado	m²	ORSE	7324	4,65	930,00	R\$ 84,64	R\$ 393,58
5	SUPERESTRUTURA							R\$ 9331,69
5.1	Fornecimento e Montagem de Estrutura em aço carbono galvanizado a fogo chapa 14	kg	MERCADO		195,42	39.084,00	R\$ 7,32	R\$ 1.430,47

5.2	Fornecimento e Montagem de Estrutura em aço carbono galvanizado a fogo chapa 18	kg	MERCADO		54,30	10.860,00	R\$ 7,44	R\$ 403,99
5.3	Fornecimento e Montagem de Estrutura em aço carbono galvanizado a fogo chapa 3/8	kg	MERCADO		41,93	8.386,00	R\$ 6,85	R\$ 287,22
5.4	Fornecimento e instalação de cantoneira em aço carbono 2" x 2/16	kg	MERCADO		72,34	14.468,00	R\$ 8,14	R\$ 588,85
5.5	Fornecimento e instalação de cantoneira em aço carbono 1" 1/2 x 1/8	kg	MERCADO		43,80	8.760,00	R\$ 7,40	R\$ 324,12
5.6	Tubo em aço galvanizado 2"	m	MERCADO		28,40	5.680,00	R\$ 37,75	R\$ 1.072,10
5.7	Pintura esmalte brilhante, duas demãos	m²	ORSE	S06067	108,53	21.706,00	R\$ 42,51	R\$ 4.613,61
5.2	Cobertura em chapa metálica	m²	MERCADO		9,75	1.950,00	R\$ 62,70	R\$ 611,33
6	LIMPEZA DA OBRA							R\$ 31,09
6.1	Limpeza Geral	m²	SINAPI 01/2015	9537	15,70	3.140,00	R\$ 1,98	R\$ 31,09
TOTAL UNITÁRIO								R\$ 14.050,14

Tabela 2 – Composição de custo de abrigo simples

Fonte: SMTT – Secretaria Municipal de Trânsito e Transporte

A Tabela 3 apresenta o orçamento realizado para o projeto. Ele é composto de insumos e serviços para a construção da estrutura e instalação dos equipamentos do projeto.

ITEM	CÓD.REF.	DESCRIÇÃO	PREÇO	UND	QTDE	TOTAL
1		SERVIÇOS PRELIMINARES				
2		MOVIMENTO DE TERRA				
2.1	79478	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M	R\$ 48,30	m³	0,64	R\$ 30,91
2.2	79482	ATERRO COMPACTADO COM AREIA	R\$ 59,10	m³	3,45	R\$ 203,90
3		INFRAESTRUTURA, SUPERESTRUTURA E COBERTURA				
3.1	1524	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C20, COM...	R\$ 248,35	m³	0,6	R\$ 149,01
3.2	552	BARRA DE FERRO RETANGULAR, BARRA CHATA, 1 1/2" X 1/4" (L X E)	R\$ 7,56	m	32	R\$ 241,92
3.3	COTAÇÃO	PILAR METÁLICO TUBULAR GALVANIZADO 20X20cm	R\$ 243,90	m	11	R\$ 2.682,90
3.4	COTAÇÃO	VIDRO TEMPERADO 3MM	R\$ 26,90	m²	5,7	R\$ 153,33
3.5	COTAÇÃO	CHAPA DE AÇO 28 GALVANIZADA 2000X1000X0,43	R\$ 55,36	und	5	R\$ 276,80
3.6	40535	PERFIL "U" SIMPLES DE AÇO GALVANIZADO DOBRADO 75 X *40* MM...	R\$ 5,31	kg	85	R\$ 451,35
3.7	COTAÇÃO	BANCO LONGO AÇO INOX	R\$ 343,00	und	1	R\$ 343,00
4		PISO				

4.1	98680	PISO CIMENTADO, TRAÇO 1:3 (CIMENTO E AREIA), ACABAMENTO...	R\$ 27,99	m²	3	R\$ 83,97
4.2	38181	PISO TÁTIL ALERTA OU DIRECIONAL, DE BORRACHA, COLORIDO, 25 X 25 CM	R\$ 106,43	m²	2,5	R\$ 266,08
	COTAÇÃO	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL PARA DEFICIENTES FÍSICOS - 1M X 1M	R\$ 75,38	und	1	R\$ 75,38
5		INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				
5.1	COTAÇÃO	FITA LED 5050 BRANCO FRIO	R\$ 24,90	m	8	R\$ 199,20
5.2	COTAÇÃO	CLIMATIZADOR 120W	R\$ 790,00	und	2	R\$ 1.580,00
5.3	92008	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 10 A, INCLUINDO...	R\$ 29,89	und	3	R\$ 89,67
5.4	83399	RELÉ FOTOELÉTRICO	R\$ 32,52	und	1	R\$ 32,52
5.5	COTAÇÃO	CÂMERA DE TETO 360° FULL HD	R\$ 124,99	und	1	R\$ 124,99
5.6	97594	LUMINÁRIA TIPO SPOT, DE SOBREPOR, COM 2 LÂMPADAS DE 15 W...	R\$ 79,22	und	2	R\$ 158,44
5.7	COTAÇÃO	DISPLAY DE SEGMENTOS 3"	R\$ 0,74	und	30	R\$ 22,20
5.8	COTAÇÃO	ALTO-FALANTE 10W	R\$ 22,99	und	2	R\$ 45,98
5.9	COTAÇÃO	PLACA FOTOVOLTAICA 340W	R\$ 1.099,00	und	4	R\$ 4.396,00
5.10	COTAÇÃO	MICROINVERSOR APS YC-1000	R\$ 2.678,00	und	1	R\$ 2.678,00
5.11	COTAÇÃO	PERFIL U ALUMÍNIO E INOX 304 PARA SUPORTE DOS PAINÉIS...	R\$ 59,16	m	4,2	R\$ 248,47
5.12	COTAÇÃO	ARDUINO MEGA 2560 R3	R\$ 54,35	und	1	R\$ 54,35
5.13	COTAÇÃO	TERMOSTATO	R\$ 19,99	und	1	R\$ 19,99
5.14	COTAÇÃO	ETHERNET SHIELD W5100	R\$ 53,00	und	1	R\$ 53,00
6		PINTURA				
6.1	84660	FUNDO PREPARADOR PRIMER SINTÉTICO, PARA ESTRUTURA...	R\$ 8,68	m²	2	R\$ 17,36
6.2	73924/1	PINTURA ESMALTE ALTO BRILHO, DUAS DEMAS, SOBRE SUPERF...	R\$ 20,07	m²	4	R\$ 80,28
7		LIMPEZA DE OBRA				
7.1	9537	LIMPEZA FINAL DA OBRA	R\$ 1,91	m²	15,7	R\$ 29,99
		BDI - INCIDÊNCIA E DESPESAS INDIRETAS	24,02%			R\$ 3.545,11
					TOTAL S/ BDI	TOTAL C/ BDI
					R\$ 14.758,99	R\$ 18.304,10

Tabela 3 – Orçamento do projeto da Smart Stop.

Fonte: Autores, 2018.

Foi considerado que a parada será construída em uma calçada já existente, por este motivo não foram inclusos os serviços preliminares no orçamento. Para base de referência, ao final pode ser observado o orçamento total sem o BDI e com o BDI. Todos os insumos que foram cotados ou de referência da tabela SINAPI tiveram o preço de mão-de-obra

incluso, assim como seus encargos trabalhistas. É importante ressaltar que existem fatores que podem reduzir custos do projeto, como as propagandas do painel de propagandas, e também, através de anúncios pelo sistema de som da parada, sendo estes valores não atribuídos ao orçamento realizado.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi possível observar nas tabelas de custos resultantes da implantação de uma parada de ônibus convencional e o modelo proposto, nota-se uma diferença de custo de R\$ 4.253,96, o que representa um aumento de 30,27%. Contudo a viabilidade econômica não está somente atrelado ao custo de implantação do projeto, mas se estende também a fatores como tempo de implantação e custos com manutenção. Além disso, o maior investimento inicial pode ser compensado progressivamente por menores custos operacionais.

A eficiência energética proporcionada pelo modelo de energia solar implementado exemplifica satisfatoriamente essa relação de compensação de custo citada acima, uma vez que a energia gerada pelas placas fotovoltaicas, além de suprir o consumo de energia elétrica da parada, alimenta a rede elétrica com o excesso produzido, o que resulta em “lucro”. A tabela abaixo, demonstra o saldo financeiro resultante do acúmulo de energia gerado pelas placas fotovoltaicas.

Tarifa energética local (sem impostos)	Número de <i>Smart Stops</i>	Energia gerada por mês (kWh)	Energia consumida por mês (kWh)	Saldo de energia por mês (kWh)	Lucro mensal	Lucro anual
R\$ 0,654	1	176,43	103,71	72,72	R\$ 47,559	R\$ 570,707
	200	35286	20742	14544	R\$ 9.511,78	R\$ 114.141,312

Tabela 4 – Balanço do saldo financeiro para o excedente de energia gerado

Fonte: Autores, 2018.

Outro fator a ser discutido no que tange a compensação de custo, é o ganho por propagandas exibidas no painel e no sistema de som. Isso por que esse tipo de propaganda vem ganhando espaços nos últimos anos, como mostra análise feita por Silveira Ramos e Petrelli (2012), quando afirma que este tipo de mídia é moderno e dinâmico e faz parte de estratégias de marketing diferenciadas.

4 | CONCLUSÃO

O crescimento populacional resultou na readequação dos espaços urbanos, desafiando os serviços públicos a implementar uma gestão de qualidade, englobando a acessibilidade, o desenvolvimento sustentável e econômico. Sendo assim, novas tecnologias devem ser desenvolvidas no setor de infraestrutura, a fim de amenizar os problemas existentes na área de mobilidade urbana, integrando parte da população que possui necessidades especiais, e

favorecendo o bem-estar e qualidade de vida das pessoas.

Contudo, a ideia da parada de ônibus inteligente proposta no trabalho, apesar de possuir um custo mais oneroso comparado ao sistema comum empregado na cidade, se torna mais vantajoso para o desenvolvimento do transporte público em São Luís - MA, pois apresenta melhorias em acessibilidade por meio de informações que são repassadas para os deficientes acerca das linhas de ônibus, eficiência energética devido à implantação de placas fotovoltaicas e o conforto da população mediante todas as tecnologias presentes no sistema.

REFERÊNCIAS

NEIROTTI, P.; DE MARCO, A.; CAGLIANO, A. C.; MANGANO, G.; SCORRANO, F. Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. **Cities**, v. 38, p. 25-36. 2014.

NAM, T.; PARDO, T. A. **Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions**. The Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research. 2011.

ARAUJO JÚNIOR, E.; MOREIRA, G.; VALIM PAIÃO, M.; BONDARENKO, R. B.; CRIADO, R. C. **Inovação nas paradas de ônibus de Presidente Prudente/SP**. Encontro de Iniciação Científica. Presidente Prudente, 2018. p. 1-20.

JAQUES, P.; PASIN, M.; CHIWIACOWSKY, L. D.; BAZZAN, A.; MORAES, R.; BASTOS, R. **Provendo informações para atores do sistema de transporte público**: Um passo na direção de sistemas inteligentes de transporte. In: XXVI ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Joinville: ANPET, 2012. p. 1792-1803.

PESSOA, I. G.; BARBOSA, K. M. **Modelo de ponto de ônibus sustentável aplicado a cidade de Manaus-AM**. In: CONTECC – Congresso Técnico Científico da Engenharia e Agronomia, Belém: CONTECC, 2017. p. 1-5.

SILVEIRA RAMOS, Aretuza Cristina; PETRELLI, Marco Aurélio. Análise da eficiência dos painéis de LED como ferramenta para a comunicação empresarial. **Iniciacom**, v. 4, n. 2, 2012.

AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO MÉTODO *WHITETOPPING* NA RECUPERAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Data de aceite: 22/06/2020

Data de submissão: 17/03/2020

Leonardo Guimarães de Sousa

SENAI CIMATEC

Salvador – BA

Larissa da Silva Paes Cardoso

SENAI CIMATEC

Salvador – BA

RESUMO: O atual cenário de transportes terrestres no Brasil, onde há um fluxo de veículos cada vez maior, traz à tona o desafio de realizar as manutenções das rodovias com o mínimo de impacto no tráfego. O alto desempenho e baixa necessidade de manutenção do pavimento rígido, coloca esta modalidade como possível solução para minimizar as frequentes necessidades de intervenção nos pavimentos. Neste contexto, surge o conceito do *whitetopping*: método de reabilitação de pavimentos flexíveis com a superposição de uma camada de concreto. O objetivo deste estudo, é discutir a viabilidade do emprego da tecnologia *whitetopping* na reabilitação de pavimentos flexíveis, observando aspectos técnico, econômico, social e ambiental. Trata-se de uma revisão bibliográfica baseada na literatura especializada.

PALAVRAS-CHAVE: pavimento rígido;

whitetopping; recuperação de pavimentos;

EVALUATION OF USING THE *WHITETOPPING* METHOD IN THE RECOVERY OF DAMAGED FLEXIBLE PAVEMENTS

ABSTRACT: The current scenario of ground transport in Brazil, where there is an increasing vehicles flow, brings up the challenge of performing maintenance on the highway with the least impact on traffic. The high performance and minimal maintenance of the rigid pavement appears as a solution to these frequent intervention needs. In this context, the concept of whitetopping emerges: a method of recovering flexible pavements with the use of a concrete overlay. The purpose of this article is to discuss the feasibility of using the whitetopping technology, in the recovery of flexible pavements, observing the technical, economic, social and environmental spheres. It is a literature review based on specialized literature.

KEYWORDS: rigid pavements; whitetopping; pavements recovery;

1 | INTRODUÇÃO

Em um momento onde ocorre o aumento considerável do volume de tráfego, as ruas,

avenidas e estradas não podem parar, nem mesmo para manutenção. Os prejuízos à mobilidade, causados pelos problemas da rápida deterioração dos pavimentos, são incalculáveis. Um bom resultado em mobilidade depende diretamente da escolha de um bom pavimento [1].

Segundo dados da CNT - Confederação Nacional do Transporte, entre 2001 e 2015, a extensão de estradas pavimentadas apresentou um crescimento de 23%, ao passo de que a frota de veículos aumentou 184%. Além disso, em 2016, a CNT realizou uma pesquisa a fim de avaliar a condição do pavimento nas rodovias brasileiras. O resultado foi que, em 103.259 km de rodovias pavimentadas pesquisadas, 48% foram classificadas como regulares, ruins ou péssimas, sendo o restante classificadas como boas ou ótimas [2].

De acordo com o mapeamento realizado pelo IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, foi identificada a necessidade de R\$ 183,5 bilhões de reais em investimentos para sanar os problemas e impulsionar o setor rodoviário nacional, ampliando sua eficiência e seu impacto sobre a economia do país, sendo R\$ 144,18 bilhões só em obras de recuperação, adequação e duplicação [3].

Esta situação traz aos gestores de redes viárias um desafio constante: reparar, recuperar, substituir ou aumentar a capacidade de carga de pavimentos já em certo estágio de degradação, sem provocar retenção do tráfego, desvios de rota e congestionamentos, que aumentam os custos de operação dos veículos e do usuário, mais os custos sociais disso decorrentes [1].

Nesse contexto, surge a tecnologia *whitetopping*: método de recuperação de pavimentos flexíveis deteriorados com a utilização do concreto, de forma a aumentar a durabilidade do pavimento e reduzir seu custo de manutenção ao longo do tempo, além de promover uma maior segurança, conforto e economia aos usuários.

O objetivo principal do trabalho é discutir a viabilidade do emprego da tecnologia *whitetopping* na reabilitação de pavimentos flexíveis, observando aspectos nos âmbitos técnico, econômico, social e ambiental.

2 | METODOLOGIA

O presente artigo foi desenvolvido através de uma revisão bibliográfica baseada na literatura especializada por meio de consulta a livros, documentos publicados por instituições ligadas ao setor de transporte e artigos científicos selecionados a partir de buscas. A pesquisa foi realizada entre os meses de fevereiro e agosto do ano de 2017.

A qualidade dos textos pesquisados foi avaliada através da pertinência dos conteúdos em relação aos assuntos abordados neste trabalho.

3 | PAVIMENTO RÍGIDO E FLEXÍVEL

De forma geral, os pavimentos são classificados em dois tipos: rígidos ou flexíveis, de acordo com o material utilizado na sua camada de revestimento. Os pavimentos flexíveis utilizam materiais betuminosos como revestimento, e os rígidos são os pavimentos que são revestidos com concreto de cimento Portland [4].

A principal diferença entre os pavimentos rígido e flexível reside no fato de que as cargas aplicadas no pavimento flexível tendem a criar um campo de tensões mais concentrado junto ao ponto de aplicação das mesmas, enquanto que no pavimento rígido, o campo de tensões é mais distribuído pela extensão da placa, transferindo um esforço menor ao subleito, quando comparado com o pavimento flexível [5].

4 | WHITETOPPING

Whitetopping é um pavimento de concreto superposto a um pavimento flexível existente. O pavimento *whitetopping* se comporta como um pavimento rígido comum, onde as tensões solicitantes são resistidas tão somente pelo próprio concreto, tendo o antigo pavimento flexível como sub-base [6].

A técnica consiste basicamente em aplicar o concreto diretamente sobre o pavimento antigo, sendo exigido preparo prévio apenas nos casos onde o pavimento apresente avançado estágio de deterioração funcional ou estrutural, o que requer a correção dos defeitos - através da fresagem ou, nos piores casos, da execução de uma camada de nivelamento - antes da aplicação do concreto [7].

O pavimento *whitetopping* é classificado pela espessura e pela aderência com o pavimento asfáltico. Três categorias distintas podem ser encontradas: *whitetopping* convencional, *thin whitetopping* e *ultra-thin whitetopping* [8].

4.1 Whitetopping convencional

O *whitetopping* convencional consiste na aplicação de uma camada de concreto sobre um pavimento asfáltico deteriorado, com o objetivo de recuperar e aumentar a sua vida útil. O seu funcionamento ocorre sem a aderência entre a camada de concreto e a de asfalto, permitindo a livre movimentação entre ambas as camadas. A espessura do pavimento pode variar de acordo com as necessidades de projeto e volume do tráfego, em geral acima de 150 mm [4].

Apesar da espessura elevada do *whitetopping* convencional exigir números menores de barras de transferência de carga, aditivos com fibras e permitir um maior espaçamento entre juntas de dilatação, esta modalidade tem um custo de ciclo de vida mais elevado quando comparado a opção TWT[8].

4.2 Thin Whitetopping (TWT) e Ultra-Thin Whitetopping (UTW)

O conceito da ligação entre o concreto e o asfalto, na execução do *whitetopping*, começou a ser considerada e introduzida nas construções, principalmente por meio da fresagem do asfalto, afim de criar uma ponte de aderência entre as camadas, e revogando antigas práticas, que incluíam eventualmente a aplicação de substâncias para reduzir a aderência entre o concreto e o asfalto [8].

Como mostra a Figura 1, uma vez que existe a conexão entre o concreto e o asfalto, os esforços na superfície do concreto são significativamente reduzidos quando comparados a situação de não ligação entre as camadas. Além disso, a maior parte do concreto sofre compressão, tendo os esforços de tração reduzidos, o que permite o projeto de pavimentos menos espessos do que no método convencional sem perda de desempenho, surgindo assim os métodos TWT e UTW [8].



Figura 1: Comportamento do pavimento sob carga vertical

Fonte: [8]

Uma análise de custos realizada pela NCHRP – *National Cooperative Highway Research Program* revelou a variação do custo do ciclo de vida do pavimento *whitetopping* de acordo com diferentes espessuras da camada de concreto. A espessura que obteve um valor final mais rentável foi a de 150 mm, representado pela categoria *Thin-Whitetopping*, como mostra a Figura 2 [8].

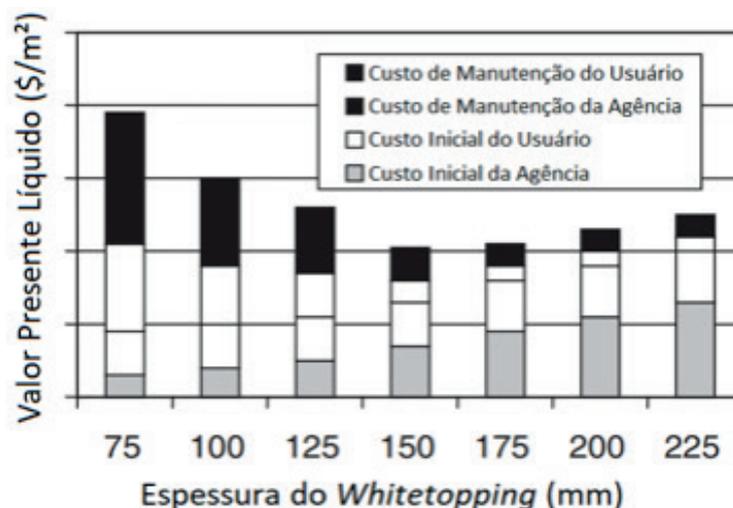


Figura 2: Comparação do custo do ciclo de vida do *whitetopping* de acordo com a espessura da camada de concreto

Segundo o Departamento de Transporte de Colorado, EUA (CDOT – Colorado Department of Transportation), os pavimentos TWT e UTW atingem desempenhos satisfatórios para aplicações específicas e longo tempo de serviço com baixa necessidade de manutenção. Para o UTW, as aplicações se limitam a vias de pequeno fluxo. Já o TWT é o modelo de *whitetopping* mais utilizado pelas agências de pavimentação norte americanas no recapeamento de estradas [9].

5 | AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO WHITETOPPING

5.1 Avaliação Dos Aspectos Técnicos

É comum no Brasil a construção de rodovias de asfalto, cujo custo, em geral, é inferior ao pavimento em concreto. Contudo, os pavimentos flexíveis sofrem deformações constantes devido às cargas e ao clima brasileiro, o que reduz a durabilidade e o desempenho destas estradas. Apesar de, em alguns casos, representarem um maior custo inicial quando comparados ao pavimento asfáltico, rodovias em concreto apresentam alta durabilidade, e chegam a apresentar custos de manutenção até 85% mais baixos que os pavimentos flexíveis [3].

Há outras vantagens técnicas inerentes ao pavimento de concreto: redução na frenagem dos veículos em até 40%, redução de até 20% do consumo de combustível e economia em até 60% no gasto com energia elétrica na iluminação das vias [3].

O pavimento *whitetopping* é uma solução definitiva, com vida útil prevista de no mínimo 30 anos. Há casos de rodovias de pavimento de concreto, como a Rodovia Itaipava – Teresópolis, operar durante mais de 70 anos sem nenhuma necessidade de recapeamento [10].

5.2 Avaliação Dos Aspectos Econômicos

O custo total rodoviário engloba, além das despesas de construção, manutenção e operação da rodovia, os custos do usuário, relacionados a acidentes, tempo de viagem, poluição, custo de aquisição e custo operacional dos veículos [10].

Diante da inexistência de critérios claros de comparação entre os custos de pavimentação rígida e flexível, a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) apud [11], desenvolveu um parâmetro de comparação entre as alternativas de pavimentação quanto ao custo de implantação. Para se estabelecer um custo unitário, as estruturas de cada pavimento foram definidas a partir da intensidade e composição do tráfego solicitante e nas condições de suporte da fundação.

O estudo avaliou o custo unitário, incluindo materiais e serviço, da implantação de uma seção-tipo de pavimento de concreto ou asfalto, com 7 m de largura e 1km de extensão, variando de acordo com o Volume Médio Diário comercial (VMDc). O VMDc é o número

médio de veículos que percorre uma seção ou trecho de uma rodovia, por dia, durante um certo período. Quando não se especifica o período considerado, pressupõe-se que se trata de um ano [12].

As informações obtidas no estudo realizado mostraram que o custo de implantação de um pavimento de concreto é viável financeiramente, quando comparado ao de asfalto, quando o VMDc de uma rodovia é maior do que 2000.

Segundo o DNIT, de acordo com o Plano Nacional de Contagem de Tráfego, em 2016, 91% das rodovias federais monitoradas ao longo do ano apresentaram um VMDc acima de 2000 [13].

Todavia, para uma saúde financeira dos órgãos públicos, deve-se analisar não só o custo inicial da pavimentação, e sim o seu custo final, que é representado pelo custo inicial mais o custo de manutenção. A análise comparativa da viabilidade técnica e econômica de projetos de pavimentos rígidos e flexíveis tem comprovado que, a médio e longo prazo, o pavimento de concreto gera um menor custo anual, considerando sua durabilidade e baixa necessidade de manutenção [14].

Um estudo de viabilidade para a implantação e manutenção de um corredor metropolitano foi realizado pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo (EMTU-SP), expondo o pavimento asfáltico com um custo de construção 4,1% mais elevado do que o pavimento de concreto. Além disso, após 20 anos de uso, o valor presente do pavimento flexível seria de 29% maior do que o do pavimento rígido. Este aumento se deve, principalmente, a maior necessidade de manutenção que o pavimento flexível tem em comparação ao rígido [15].

Uma outra análise comparativa foi conduzida pela CDOT, analisando o custo do ciclo de vida de um pavimento, comparando o seu recapeamento asfáltico ou em TWT. Considerando apenas o preço de projeto, os custos de ambos foram equivalentes. Entretanto, após considerar um recapeamento com uma camada de asfalto de 50 mm a cada 10 anos e um recapeamento de concreto com uma camada de 10 mm a cada 20 anos, o custo do ciclo de vida do pavimento fica 11% mais barato se recuperado de acordo com o modelo TWT [9].

Pode-se concluir que, independentemente dos custos iniciais, a alternativa de pavimentação rígida pode ser viabilizada a médio prazo através do seu baixo custo de manutenção.

5.3. Avaliação Dos Aspectos Sociais

As condições funcionais de uma rodovia influenciam diretamente no custo operacional dos veículos, de forma que, uma rodovia com baixo índice de condição funcional irá resultar em um alto custo de operação para os veículos que circularão sobre ela. Uma vez que a condição funcional de uma rodovia pavimentada com concreto tem uma variação muito pequena ao longo do seu período de utilização, o custo operacional da frota circulante sobre ele será muito menor do que aquele previsto para uma pavimentação flexível [10].

Uma pesquisa conduzida pela CNT, em 2016, acerca das condições das rodovias

brasileiras, mostrou que, num total de 103.259km levantados, 55,6% da extensão pesquisada apresentavam algum grau de imperfeição, sendo que 12,9% foram classificados entre ruins e péssimos [2].

Estudo realizado por técnicos do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) e da Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT) apontam que as más condições das nossas vias geram um aumento significativo no custo social, representados pelos seguintes números: elevação de 38% nos custos operacionais dos veículos; aumento em até 58% no consumo de combustíveis; aumento em até 50% no índice de acidentes; aumento de até 100% no tempo de viagem [16].

Assim, a adequação e a durabilidade da pavimentação das rodovias cumprem papel fundamental no sentido de minimizar estes impactos na sociedade, reduzindo o custo social e garantindo segurança e conforto ao usuário. O pavimento de concreto detém características que oferecem mais segurança aos usuários, e que poderiam vir a reduzir as estatísticas relacionadas a acidentes, custos aos usuários e aos cofres públicos e maior qualidade no rolamento [14].

Uma vantagem importante do pavimento de concreto relativa à segurança do usuário é a significativa redução na distância de frenagem, devido ao fato de que nos pavimentos de concreto a aderência dos pneus à superfície de rolamento é bastante elevada. Um experimento realizado mostrou que a distância de frenagem de um veículo de passeio, foi reduzida em 40% da pista de asfalto com deformações plásticas para o pavimento de concreto (que não sofre esse tipo de deformação) [14].

Segundo um estudo conduzido pelo Conselho Nacional de Pesquisa do Canadá, os automóveis que circulam em pavimentos rígidos consomem menos combustível do que em pavimentos flexíveis. Esta economia pode chegar a faixa de 17%. Isso acontece devido ao pavimento de concreto oferecer menor resistência ao rolamento, exigindo menor esforço da parte mecânica dos veículos por conta da sua superfície rígida, indeformável e estável [10].

5.4 Avaliação Dos Aspectos Ambientais

A superfície clara do concreto contribui para a redução da temperatura ambiente. O uso do pavimento de concreto e o plantio de árvores podem reduzir até 5 graus Celsius a temperatura média de um ambiente. A temperatura na superfície do pavimento de concreto é inferior em até 14 graus Celsius quando comparadas com o pavimento asfáltico [10].

Como visto no item 5.3., a economia de combustível dos automóveis ao trafegarem pelo pavimento de concreto também é um fator positivo para o meio ambiente, tendo em vista que desta forma serão reduzidos os gases emitidos à atmosfera. Segundo a American Concrete Pavement Association (ACPA) *apud* [14], em uma via arterial principal típica de concreto com 100km de extensão, há uma redução anual de emissão média de 5000 toneladas de CO₂, 56,7 toneladas de óxidos de nitrogênio e 7,17 toneladas SO₂ em relação ao asfalto.

Outra vantagem apresentada pelo pavimento de concreto, é que o principal insumo do concreto é o cimento, e o uso de cimento, se comparado ao asfalto, pode reduzir o impacto

no meio ambiente por meio de coprocessamento e das adições na sua produção industrial. O coprocessamento consiste na destruição térmica de resíduos industriais indesejáveis, com alto poder energético em fornos de cimento, sem prejudicar a qualidade final do produto [21]. Já as adições são o aproveitamento de resíduos industriais na composição do cimento, dando-lhe características técnicas especiais [22].

6 | CONCLUSÃO

O alto crescimento do número de veículos comerciais ocorrido nas últimas décadas fez com que a infraestrutura de muitos pavimentos se tornasse obsoleta para suportar a frota de veículos existente, o que contribuiu para a deterioração precoce de grande parte da rede viária brasileira. Desta forma, elevou-se a frequência da necessidade de manutenção das estradas do país, provocando não só um custo adicional aos cofres públicos, mas também mais insegurança aos usuários.

A degradação dos pavimentos causa grandes prejuízos aos cofres públicos, seja pela necessidade de recuperação destes pavimentos, pela perda de mobilidade ou pelo aumento de gastos com saúde pública, relacionado ao aumento da insegurança viária causada pelas más condições das vias.

Tendo em vista as vantagens apresentadas ao longo deste artigo, as estradas brasileiras podem ser reabilitadas através da tecnologia *whitetopping*, uma vez que se trata de uma excelente solução, tanto sob o aspecto técnico e econômico, quanto o ambiental e social, principalmente no caso de rodovias submetidas a tráfego intenso e pesado de veículos comerciais, em que as soluções tradicionais do pavimento flexível não desempenham satisfatoriamente o resultado esperado.

REFERÊNCIAS

1 DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Governar é Abrir Estradas**. 1ª Ed., São Paulo, 2009.

2 CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Anuário CNT do Transporte**. 2017. Disponível em: <<http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2017/Inicial>> Acesso em: 12 de dezembro de 2017.

3 IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Comunicado do Ipea nº 52: Rodovias brasileiras: gargalos, investimentos, concessões e preocupações com o futuro**. 2010, 60p.

4 DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura e Transportes. **Manual de Pavimentos Rígidos**. 2ª Ed., Rio de Janeiro, DNIT, 2005.

5 BALBO, J. T. **Estudo das Propriedades Mecânicas das Misturas de Brita e Cimento e sua Aplicação nos Pavimentos Semi-Rígidos**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1993. 181p.

6 DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **DNIT 068/2004 – Pavimento Rígido – Execução de camada superposta de concreto do tipo whitetopping por meio mecânico –**

Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2004, 17p.

7 PITTA, M. R. **Whitotopping – A evolução de um conceito.** In: Congresso Brasileiro de Cimento, 4., 1996, São Paulo.

8 National Cooperative Highway Research Program. **NCHRP Synthesis 338 - Thin and Ultra-thin Whitotopping: a Synthesis of Highway Practice.**, National Academie Of Sciences, Washington, D.C., 2004.

9 YU, H. T.; TAYABJI, S. TechBrief: **Thin Whitotopping – the Colorado Experience.** Federal Highway Administration's, 2007.

10 CARVALHO, Marcos Dutra de. **Pavimento e concreto: reduzido a custo social.** São Paulo, ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, 2007.

11 CROSARA, F. C., VIZZONI, R., CARVALHO, M. D. **Escolha da Melhor Alternativa de Pavimentação.** Rodovias & Vias. Curitiba/PR, p. 94-95, Ano 14, Ed. 80/2013.

12 DNER – Departamento Nacional de Estradas De Rodagem. **Glossário de termos técnicos rodoviários.** Rio de Janeiro, 1997. 296p.

13 DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura e Transportes. **Plano Nacional de Contagem de Tráfego.** Disponível em: <<http://servicos.dnit.gov.br/dadospnct/ContagemContinua>>. Acesso em 30/08/2017.

14 CARVALHO, M. D. de. **Vantagens e Benefícios do Whitotopping e do Inlay na Reabilitação de Pavimentos.** São Paulo, ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, 2012.

15 VIZZONI, R. **Seminário: Pavimento de Concreto: Solução Sustentável e Custo Competitivo.** II Seminário ABCIC/IBRACON de Infraestrutura Viária e Mobilidade Urbana. São Paulo, 2015.

16 CNT - Confederação Nacional dos Transportes. **Revista CNT.** Brasília, 2001. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br>>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2018.

17 ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. **Panorama do Coprocessamento - Brasil 2016.** São Paulo, 2016.

18 VIZZONI, R. **Seminário: O pavimento de concreto no modal nacional de transportes – uma realidade consolidada.** Concrete Show, 2009.

ESTUDO, INSTALAÇÃO E MONITORAMENTO ELETRÔNICO DE UM SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA POR ENERGIA SOLAR COMPOSTO POR TUBOS A VÁCUO

Data de aceite: 22/06/2020

Ademir José Demétrio

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE -
Joinville – SC
<http://lattes.cnpq.br/4158431052286991>

André Fernandes Cristofolini

Sociedade Educacional de Santa Catarina –
SOCIESC – Joinville - SC
lattes.cnpq.br/8457521801769489

Claiton Emilio do Amaral

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE -
Joinville – SC
<http://lattes.cnpq.br/7181056965617404>

Derek Soares de Melo

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE -
Joinville – SC
<http://lattes.cnpq.br/4526148137615566>

Diogo Ramsdorf Souza

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE -
Joinville – SC
<http://lattes.cnpq.br/5753695442106412>

Emerson José Corazza

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE -
Joinville – SC
<http://lattes.cnpq.br/8055365157436215>

Fabio Krug Rocha

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE -
Joinville – SC
<http://lattes.cnpq.br/9326510594255048>

Gilson João dos Santos

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE -
Joinville – SC
<http://lattes.cnpq.br/3595321224657639>

Murilo Carriel Vassão

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE -
Joinville – SC
<http://lattes.cnpq.br/9922635349421726>

Renato Cristofolini

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE -
Joinville – SC
<http://lattes.cnpq.br/0566811776369991>

Rosalvo Medeiros

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE -
Joinville – SC
<http://lattes.cnpq.br/9844563310605499>

RESUMO: O objetivo deste trabalho é demonstrar a viabilidade técnica do sistema instalado, a sua eficiência e performance em funcionamento. A variedade de aquecedores solares é grande hoje em dia, e tudo o que importa atualmente tratando-se deste ramo, é se o mesmo possui a capacidade de suprir uma certa demanda, e este artigo, trata-se de um em especial, o aquecedor solar de tubos à vácuo. Este que se tornou uma tecnologia que auxilia na economia de energia gasta por aquecimento elétrico de água, tanto em construções prediais quanto em residências. Sendo assim, serão apresentados os métodos para a montagem

da tubulação, materiais e equipamentos que serão utilizados, planejamento de layout, funcionamento dos coletores solares, uso da NBR 15569 (ABRAVA, 2008), fixação de estrutura e cabeçote, e fluxo de água interior por termossifão, entre outros. Dos resultados esperados, será uma validação e ao mesmo tempo, o exemplo da possibilidade de instalação de um SAS tubular à vácuo, que, terão dados que comprovem a sua eficácia em aquecimento de água.

PALAVRAS-CHAVE: Aquecedores, Energia, Viabilidade, Tubular.

STUDY, INSTALLATION AND ELECTRONIC MONITORING OF A SOLAR ENERGY WATER HEATING SYSTEM COMPOSED OF VACUUM TUBES

ABSTRACT: The aim of this work is to demonstrate the technical feasibility of the installed system, its efficiency and performance in operation. Nowadays the variety of solar heaters is large, this requires great efforts to estimate the system capacity to supply a certain demand, for this reason this article is a special one, the heater solar vacuum tube. This has become a technology that assists in energy saving by electric water heating, both in building construction and homes. This study aims to analyze the technical feasibility, demonstrating it in an installed system, and monitoring the installation of a tubular geometry solar heating system (SAS), with built-in vacuum, under favorable conditions for residential use. Thus, methods for pipe assembly will be presented, materials and equipment will be used, layout planning, solar collector operation, use of NBR 15569 (ABRAVA, 2008), frame and head fixing, and water flow thermosiphon interior, among others. From the expected results, it will be a validation and, at the same time, an example of the possibility of installing a vacuum tubular SAS, which will have data proving its effectiveness in water heating.

KEYWORDS: Heaters, Energy, Feasibility, Tubular.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil em seu rico território fluvial, enfrenta uma crise energética atualmente, no qual, os pontos de construção de usinas hidroelétricas estão se esgotando, e o índice de consumo de energia nunca esteve tão alto, beirando os 6% do consumo total anual do Brasil (O GLOBO, 2013). Enquanto isso, as alternativas renováveis já são realidade ao olhar de indústrias e consumidores interessados em investir. Contudo, há sempre dúvidas em meio à segurança do retorno financeiro, e se a devida instalação conseguirá oferecer eficiência o suficiente para suprir troca da energia antes elétrica, para a agora a renovável.

O mercado de energias renováveis atualmente percorre em alta e com muitas novidades. A sua procura aumentou devido a muitos dos países do mundo, possuem carência de recursos energéticos para explorar, e com isso, tomaram medidas financeiras para suprir as próprias demandas aplicando essas tecnologias que seguiam silenciosas envoltas de dúvidas. O Brasil aos poucos, segue o mesmo rumo, contudo, ainda com dificuldade de implementação por conta de a tecnologia empregada ser provida de importação, encarecendo

o mercado e inviabilizando projetos mais complexos, que por motivos de viabilidades técnica e financeira, não possuem o devido retorno capital (BATISTI *et al*, 2018).

O sistema do coletor solar tubular à vácuo, funciona a partir de radiação solar, que assim que é insolada na geometria tubular, refrate em volta do vácuo e o atravessa, atingindo a camada de cobre interior, e aquecendo a água que se encontra em repouso. E assim, por um sistema de termossifão, a água entra em estado de vapor, e com uma diferença de densidade, percorre toda a estrutura tubular até o cabeçote de alumínio, o mesmo direciona o fluido até o reservatório por meio de tubos de material PPR, armazenando a água quente, e estocando litros para o consumo. O Acompanhamento de instalação será realizado comparando e conferindo as orientações conforme a norma NBR 15569. Objetivo deste trabalho é demonstrar a viabilidade técnica do sistema instalado, a sua eficiência e performance em funcionamento.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistemas de aquecimento solar de água

Há uma grande gama de aquecedores solares hoje em dia, como exemplo temos os coletores solares de tubo a vácuo, estes que trabalham com radiação difusa e de feixe, em grande maioria com temperaturas acima da ambiente, em torno de 100°C (DUFFIE *et al*, 2013).

O mercado apresenta muitas opções de modelos de coletores solares, porém, a sua comparação em relação aos coletores planos, atribui maior credibilidade ao tubular. Pesquisas atuais estão colaborando para difundir o coletor solar com tubo evacuado, baseado em Sabiha *et al*. (2015), há um aumento médio de 25 a 40% na temperatura de saída no caso do uso de um coletor solar de tubo evacuado comparado aos coletores de placas plana.

Alguns estudos buscam aperfeiçoar estes tipos de coletores, sendo assim, Sabiha, M.A. *et al* (2016) investigou as características da transferência de calor nas condições atuais em tubos com coletores a vácuo e encontrou uma perda e calor de aproximadamente 0.4 W/m² K to 0.6 W/m² K na maioria dos casos. Além disso, segundo Ayompe *et al*. (2011), realizaram uma comparação experimental em condições climáticas semelhantes durante 12 meses, um coletor com placa plana e outro com tubos a vácuo, sendo respectivamente sua geração de energia de 496 kWh / m² e 681 kWh / m² de energia por unidade de área, além das médias anuais de eficiência térmica de 46,1% e 60,7%, respectivamente.

Os coletores solares tubulares à vácuo, estes que possuem uma geometria melhorada em relação aos planos gera possibilidade de aproveitar mais o calor fornecido pelo sol através de sua geometria, esse equipamento também possui uma camada à vácuo, que torna o equipamento ineficaz em relação a transferências de calor por condução e convecção, porém, e em meio à esse isolamento com o meio externo, é possível ter altos índices de eficiência por conta da radiação, que conforme Shafieian *et al*, (2019), fornece ótimo isolamento que obtém calor em climas frios e com temperaturas amenas à 60° Celsius, que na pesquisa,

seria a temperatura ideal para trabalho ainda coletando radiação.

Por meio de sensores, foi comprovado que possuem perdas em parcelas de construção do dispositivo, foi constatado perdas em grampos metálicos centralizadores dos tubos, na extremidade inferior e interna do módulo; perdas de calor por meio de condução nas junções acima dos vidros; e grandes perdas envolvendo radiação solar entre as superfícies internas do tubo que estão em contato com o vácuo, estes todos somados, totalizam um valor de perdas térmicas relacionadas com o coletor de 7,95 Watts, é de ordem pequena se comparado com o potencial de geração que este coletor possui, mas ainda é uma perda.



Figura 1 – Representação ilustrativa de um coletor solar tubular.

Fonte: (HIDROPLAC, 2019)

Conforme pesquisas (Yan, S. *et al*, 2017) há um desenvolvimento de micro tubos de transferência de calor, que em meio ao isolamento do tubular à vácuo, aumenta mais a eficiência diminuindo perdas por conta do seu planejamento geométrico.

2.2 Funcionamento dos equipamentos do sistema

Os coletores solares de aquecimento de água SAS (Sistemas de Aquecimento Solar), possuem um princípio de funcionamento baseado em modelos de transferências de calor. Primeiramente acontecerá a absorção da radiação solar (energia absorvida), após isto é convertida em calor (energia interna) e transferida para o fluido presente na tubulação do coletor (AYOMPE *et al*, 2011)

O coletor solar trabalhado é o de baixa pressão, este que não utiliza bombas para bombeamento de fluido, e nem válvulas para criação de vácuo, apenas o sistema fornecerá o fluido por gravidade, e os tubos já possuem a camada de vácuo fabricado, não necessitando de equipamentos mais sofisticados.

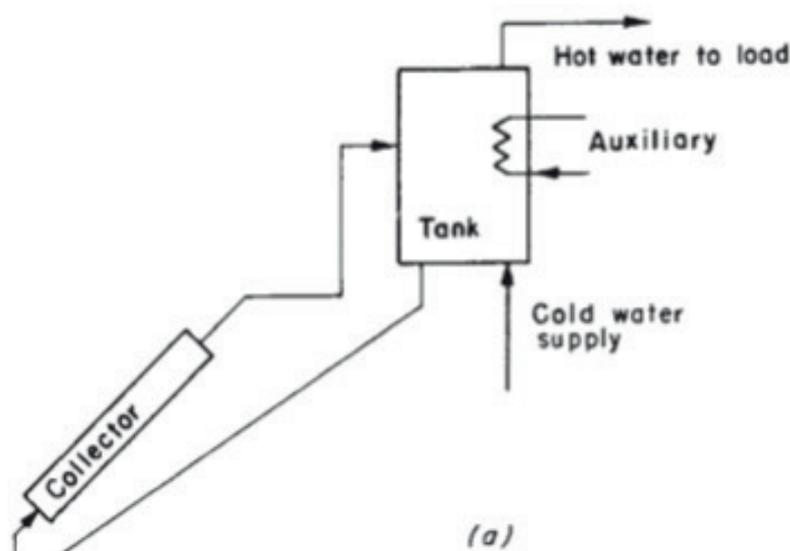


Figura 2 – Esquema de um coletor solar, com os respectivos coletor, tanque, suprimento de água fria e descarga de água quente, em conjunto com uma resistência auxiliar.

Fonte: (Duffie *et al*, 2013)

O reservatório trabalha como um sistema de isolamento e transferência de calor, com saídas para válvulas de entrada, saída, alimentação e respiro. Ainda conta com a saída para um termopar, que seria um apoio de aquecimento elétrico para dias nublados, com pouca incidência solar.

2.3 Norma Brasileira NBR 15.569

A norma NBR 15.569, abrange um total de 15 normativas para compô-la, estas que correlacionam: Instalações elétricas de baixa tensão; Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas; Instalação predial de água fria; Cargas para cálculo de estrutura de edificações; Projeto e execução de instalações prediais de água quente; Coletores solares planos líquidos; Reservatórios térmicos para líquidos destinados a sistemas de energia solar; Conexões para união de tubos de cobre por soldagem ou brasagem capilar; Instalação de aparelhos a gás para uso residencial; Tubo de cobre leve, médio e pesado, sem costura, para condução de fluídos; Instalações internas de gás liquefeito de petróleo (GLP); Instalações internas de gás natural (GN); Instalações internas para uso alternativo dos gases GN e GLP; Instalação predial de tubos e conexões de cobre e ligas de cobre; Válvulas de alívio para sistemas de suprimento de água quente (Traduzido do inglês). Ou seja, é um grande compilado de várias vertentes para poder instalar um coletor solar.

Segundo Sabiha, M.A. et al (2015), um uso mesclado de 4 ou 5 coletores solares e um sistema de gás como apoio é de uso atrativo, pois, de vários cenários retratados pela autora, se torna um sistema autossuficiente com compensações entre quedas de energia coletada pelo sistema à gás, que por estudo, se tornou mais barato e eficiente que uma implementação com um sistema puramente elétrico.

Este documento normatiza instalações com este perfil de coleção de energia solar, a mesma instrui como deve ser exposto o equipamento, fixação, melhor ângulo para incidência solar, manutenção de equipamento, arranjo hidráulico e instalação, onde o fluido de trabalho é a principalmente a água.

2.4 Viabilização técnica do Sistema

A viabilização técnica, se trata de uma série de planejamentos que são necessários em ordem de definir se é possível ou não a devida instalação do equipamento. A NBR 15.569, norteia essa parcela técnica destes equipamentos, como serão instalados, o que é necessário para um bom funcionamento, montagem, descrição de cada componente, informações específicas de como deve ser aplicado o equipamento em questão, sua manutenção, uso, leitura, etc.

A NBR 15.569 para SAS (Sistemas de Aquecimento Solar) de origem de aquecimento de água em tubos à vácuo, regula este seguimento, esta que possui quaisquer informações técnicas precisas para poder aplicar essa tecnologia, encontrados nos itens F.1 a F.12 da norma.

2.5 Fluidos utilizados

Em relação à parte de fluidos dos coletores solares, a água carece de potencial calorífico em relação com outros tipos de fluidos que misturam características metálicas ou de liga, que conforme Yan et al. (2017), compara estudos com variações de concentração de um nanofluido de SiO₂ em meio a água. A partir dos estudos, ele pôde observar a grande capacidade energética dessa nova tecnologia, todavia, segundo Ghaderian et al. (2017), os nanofluidos, podem aglomerar nos microcanais adaptados para conduzir partículas nas tubulações e, acabar entupindo o fluxo.

2.6 Características ópticas

A parte óptica do tubo a vácuo relaciona-se à sua geometria e a capacidade de conduzir os feixes de luz e radiação para aquecer a água. Segundo Teles (2019), foi realizado o teste óptico no tubo, colocando uma camada de um “espelho” embaixo do cilindro de cobre, onde o mesmo é disposto de maneira diferente ao utilizado neste artigo, mas com o mesmo princípio.

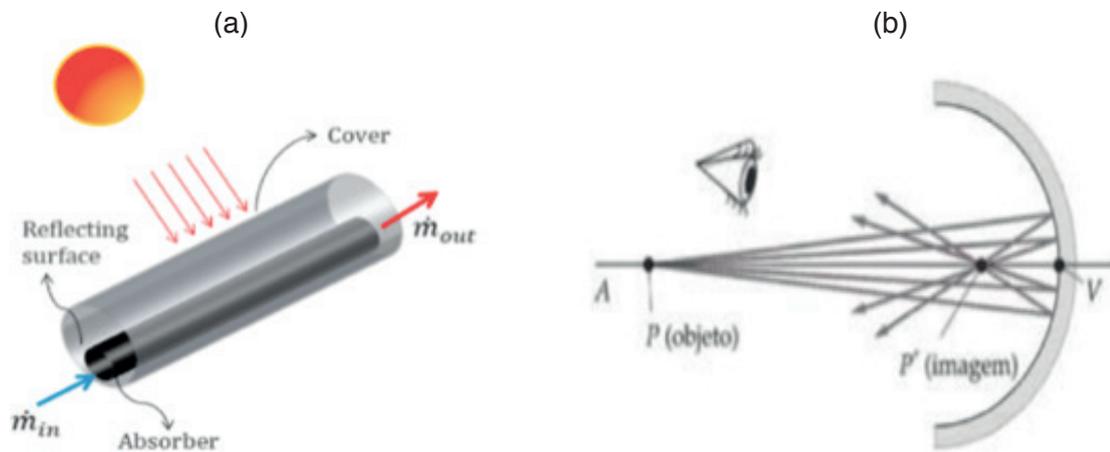


Figura 3 – (a) diagrama do teste óptico e disposição da cobertura espelhada abaixo do tubo de cobre.; (b) Diagrama Ilustrativo base para entender ponto de vista de um espelho esférico côncavo formando uma imagem em P' = “o tubo de cobre”.

Fonte: Figura (a): (Teles, 2019), e Figura (b): (Tipler, 2009)

Segundo Tipler (2009), assim espelhos no formato de tubo esféricos, causam uma convergência em um ponto P , que coincide com a parte do material de cobre, melhorando sua eficiência

3 | MÉTODOS E ANÁLISES

A metodologia utilizada neste trabalho, é uma pesquisa com o intuito de produzir um conhecimento aplicado na vida real, desta forma, a proposta é apresentar a instalação de um SAS com tubos a vácuo, monitorado eletronicamente. Também será utilizada uma pesquisa quantitativa, aonde será verificado o desempenho do sistema.

A instalação dos equipamentos do sistema de aquecimento, foi acompanhado e seguido as orientações conforme a norma NBR 15.569, e para uma melhor organização, foi dividido as atividades de instalação, em três passos principais:

Passo 1: Foi transportar os equipamentos (Boiler, conexões, tubos, suportes, etc.) para as regiões onde cada um deles foram instalados. Conforme a figura 4 (a):

Passo 2: Fixação de cada acessório do sistema. Conforme a figura 4 (b):



Figura 4 – (a) Transportes dos equipamentos; (b) fixação dos suportes e acessórios.

Fonte: (Primária, 2019)

Passo 3: Foi a montagem dos componentes, suportes e dispositivos.

Para a montagem da tubulação de material PPR, foi utilizado um termofusor, e os tubos aquecidos foram montados com encaixes de macho e fêmea, “soldando-os” com a própria temperatura e material das conexões, criando uma junta permanente.

Posteriormente, iniciou-se a instalação da tubulação em conexão ao boiler para a estrutura com o cabeçote, esta que contaria com tubos de três materiais diferentes para usos específicos do coletor, o PVC, o PPR e o cobre.

A estrutura de fixação dos tubos a vácuo, foram direcionadas para o norte, rente à parede com a angulação correta para a região sul do Brasil, pois, além da angulação por parte da NBR 15569, ela varia de acordo com a região, e a região sul, é entorno dos 20 % a mais nos graus para captar melhor a luz solar. Esta estrutura foi parafusada rente à parede do prédio, onde o não será prejudicado pela edificação, pois, a disposição de luz solar é constante.

Após a instalação do sistema de tubos a vácuo, conforme a figura 5, foram realizados testes para a identificação de vazamentos nas tubulações e conexões.



Figura 5 – (a) Tubo à vácuo ; (b) Sistema de aquecimento solar tubular à vácuo instalado.

Fonte: (Primária, 2019)

Após os testes hidrostáticos e de estanqueidade, e realizado os devidos ajustes, foi iniciado a instalação de monitoramento eletrônico, para acompanhar o sistema de aquecimento de água instalado através de sensores. O equipamento utilizado para a medição foi um termômetro que monitora e indica a temperatura em 5 pontos distintos, conforme figura 6.



Figura 6 – Aparelho de coleta de temperatura, modelo penta III da Full Gauge

Fonte: (Full Gauge, 2019)

3.1 Definição dos pontos e monitoramento do sistema

Para monitorar o sistema, foram instalados sensores (termopares tipo “J”), conforme recomendações do item 10.7.3 na norma NBR 15. 569, apresentado na figura 7, em um circuito com termossifão, com todas as posições dos sensores instalados no sistema para a coleta das temperaturas.

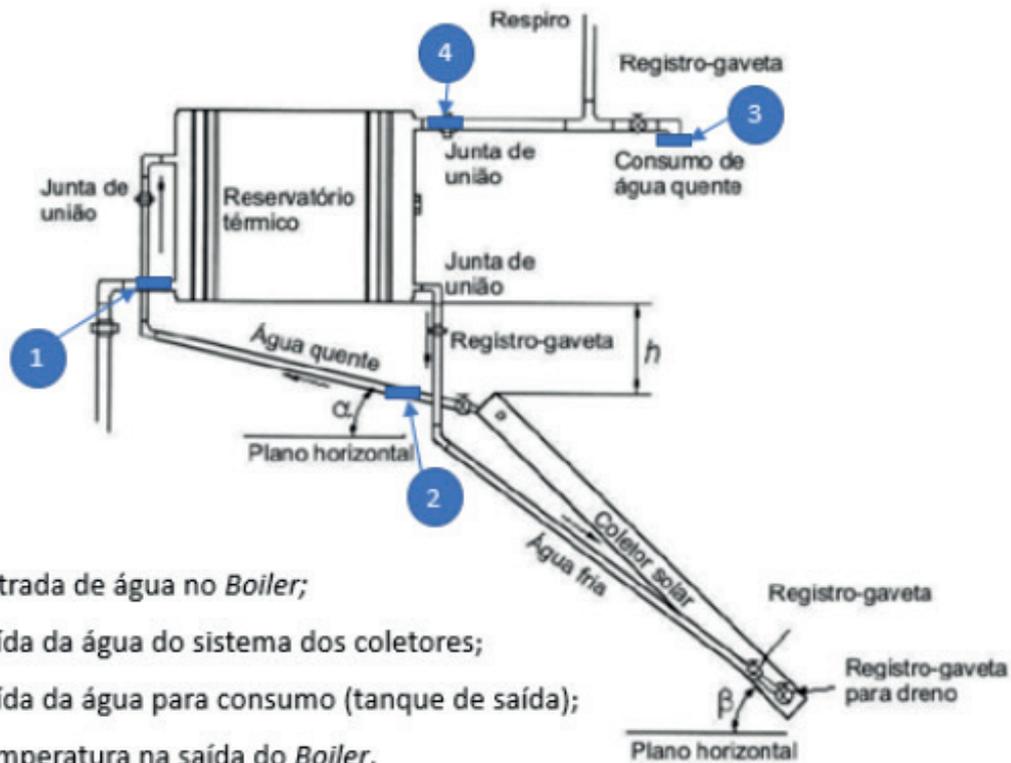


Figura 7 – Esquema do circuito para termostifão com as posições de coletas de temperaturas dos sensores

Fonte: (Adaptado da norma NBR15.569, 2008)

Nas figuras 8 (a) e (b), são apresentados alguns pontos que foram fixados os sensores para a coleta das temperaturas, para acompanhar a performance do sistema.

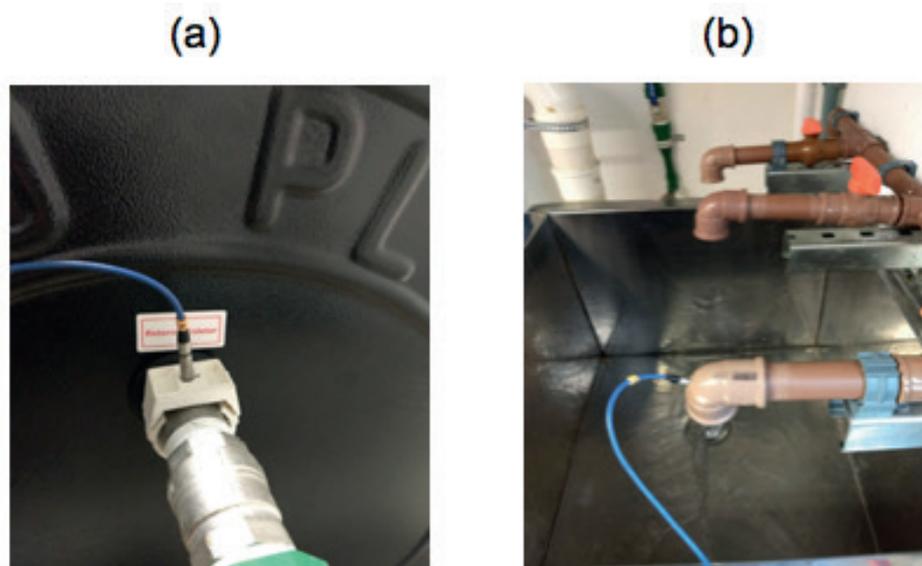


Figura 8 – (a) fixação do sensor (termopar) na saída do Boiler; (b) fixação do sensor (termopar) na saída da água para consumo.

Fonte: (Primária, 2019)

3.2 Avaliação e validação do sistema para a medição

Para a avaliação do sistema, foi utilizado a metodologia da norma NBR 15.569 de 2008, aonde iremos simular o consumo de uma residência unifamiliar, atendendo todos critérios estabelecidos de dimensionamento da norma. O método de cálculo apresentado, considerou uma fração solar de 70% e que não exista sombreamento sobre os coletores solares, assim validando o sistema.

O sistema foi dimensionado para uma residência localizada na cidade de Joinville, SC, com as seguintes características: Três pessoas; orientação geográfica: 30° Leste; inclinação de instalação dos coletores solares: 18°; água quente na ducha e na cozinha; e dados do coletor solar: Fr: 0,6967 e Fr ul = 5,6508.

Levantamento do volume consumido:

1. Ducha:

Tempo médio banho = 10 minutos;

Vazão = 6,6 l/min;

Frequência = 1 banho por usuário.

$V = (6,6 \times 10 \times 3) = 198$ l/dia.

2. Cozinha:

Tempo médio de uso = 3 minutos;

Vazão = 3,0 l/min;

Frequência = 2 utilizações por usuário.

$V = (3,0 \times 3 \times 6) = 54$ l/dia.

Após os cálculos, a somatório dos consumos diários, será um volume de $V = 252$ litros/dia, e para validar o reservatório foi realizado o cálculo do volume do sistema de armazenamento para temperatura de armazenamento de 50 °C. Aonde utilizando a equação de Volume de armazenamento:

$$V_{\text{armaz.}} = (V_{\text{consumo}} \times (T_{\text{consumo}} \times T_{\text{ambiente}})) / (T_{\text{armaz.}} - T_{\text{ambiente}})$$

Chegou-se na seguinte necessidade de volume dia, $V_{\text{armaz.}} = 130$ litros/dia. Desta forma o reservatório instalado que possui capacidade de 400 litros/dia, supri a demanda.

4 | RESULTADOS ESPERADOS

Com o sistema de tubos a vácuo instalado, foi conferido conforme a norma NBR 15.569 de 2008, que estabelece os requisitos para o SAS, considerando aspectos de concepção,

dimensionamento, arranjo hidráulico, instalação e manutenção, onde o fluido de transporte é a água. Após estas conferências e validações, iniciou o acompanhamento do sistema em funcionamento, e foi dado o início as medições das informações sobre temperatura e vazão do sistema.

As medições do sistema, foram realizados com uma vazão $Q_1 = 0,47$ l/s, durante 420 segundos, e um consumo de 197,4 litros de água quente, vazão suficiente para suprir a demanda de uma residência unifamiliar, simulada no item 3.2 deste artigo.

Conforme o esquema já apresentado na figura 7 deste artigo, foram coletados os primeiros valores do sistema instalado, que será demonstrada na figura 9.

Medição/Temperatura	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4
1	55,2	34,3	48,4	23,8
2	55,1	34,2	48,4	23,9
3	55,2	34,2	48,2	23,9
4	55,0	34,1	48,1	24,0
5	54,7	33,5	46,3	24,0
6	54,5	33,1	46,1	23,9
7	52,6	32,8	44,8	23,8
8	51,8	32,5	41,5	23,9
9	48,1	31,6	39,8	24,0
10	43,9	30,8	35,6	24,0
11	40,2	29,5	32,5	24,0
12	38,8	28,5	30,5	23,9
13	34,5	27,8	29,1	23,8
14	30,5	26,9	28,5	23,9
15	28,7	26,2	26,5	24,0

Figura 9 – Tabela com os valores coletados no sistema

Fonte: (Primária, 2019)

O quadro, apresentado na figura 9, as 15 coletas aconteceram durante o tempo de 7 minutos ou 420 segundos, em dia ensolarado, com temperatura conforme recomendado pela norma. O sistema trabalhou com uma vazão de 0,47 l/s, e consumiu 197,4 litros, e as medições foram realizadas a cada 28 segundos. Para facilitar a interpretação dos dados, foi desenvolvido o gráfico apresentado na figura 10, onde podemos observar as tendências das temperaturas de forma clara, e até o ponto 8, que é referente a 260 segundos de medição, as temperaturas se mantiveram constantes, e após esse ponto, todas estão tendenciando a atingir a temperatura, que seria a temperatura ambiente da água.

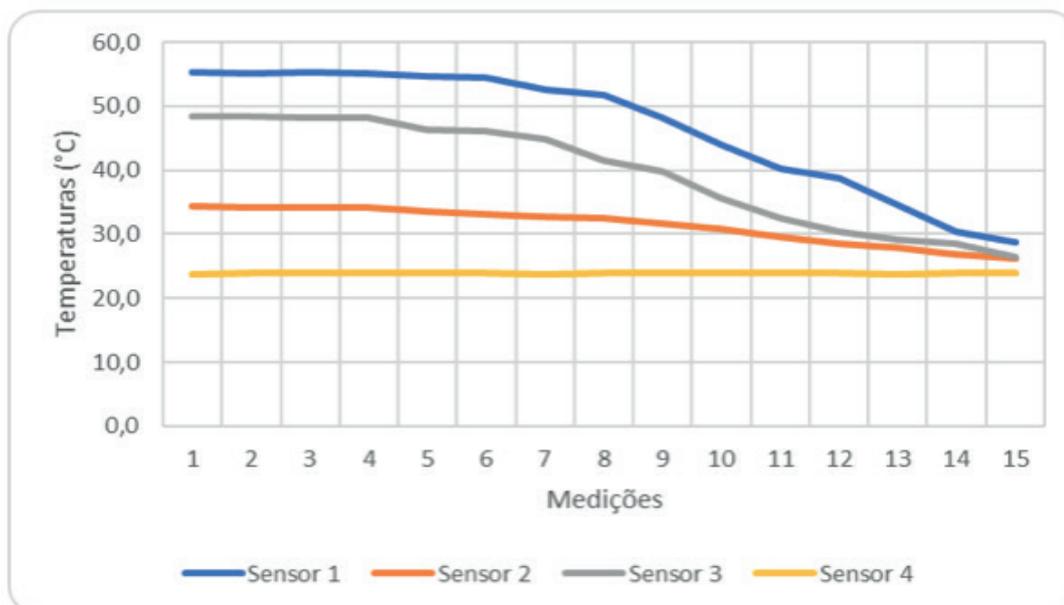


Figura 11 – Gráfico com as curvas de temperaturas

Fonte: (Primária, 2019)

Para uma primeira análise, e dados iniciais coletados do sistema de tubos a vácuo, demonstraram um bom desempenho, sendo que não podemos afirmar ainda, que o sistema instalado não tenha uma variação na temperatura de entrega da água, porque estamos ainda com a pesquisa em desenvolvimento.

5 | CONCLUSÕES

Concluimos que um sistema de aquecimento a vácuo será eficiente seguindo os padrões apresentados na norma NBR 15.569, porém, para buscar os resultados desejados neste projeto é preciso mais estudo para uma aplicação mais confiável.

Um dos principais objetivos deste trabalho, concretizou-se em aplicar os conhecimentos realizados em pesquisas a partir da instalação do equipamento seguindo a norma vigente, e assim, poder coletar dados apresentados na discussão de resultados de forma concreta.

Para trabalhos futuros, será dada a continuidade da pesquisa para as mais variadas vertentes, apresentando-se mais dados e informações sobre o sistema, otimizando o SAS e obtendo resultados para comparações com outros modelos de aquecedores já existentes no mercado. Como sugestão em aplicar o monitoramento de incidência solar, consumo e temperatura máxima de produção de calor com maior frequência, inserindo informações em gráficos e alinhar em estudos de eficiência.

REFERÊNCIAS

AYOMPE, L.M. et al. **Comparative field performance study of flat plate and heat pipe evacuated tube collectors (ETCs) for domestic water heating systems in temperate climate**. Department of Civil and Structural Engineering, Dublin Institute of Technology, Bolton Street, Dublin 1, Ireland. Elsevier - Energy 36

(2011) 3370 - 3378.

BATISTI, F.; MARANGONI, F.; ZEFERINO, C. L. **Análise da viabilidade para instalação de um sistema de aquecimento de água para banho em um hotel na cidade de Medianeira-PR**; Universidade tecnológica federal do Paraná, Departamento de Engenharia Elétrica. VII Congresso Brasileiro de Energia Solar - Gramado, 17 a 20 de abril de 2018.

ÇENGEL, Y. A. **Transferência de Calor e Massa, Uma Abordagem Prática**. Terceira Edição. Tradução por Luiz Felipe Mendes de Moura Professor Adjunto Faculdade de Engenharia Mecânica - UNICAMP; Revisão técnica por

DUFFIE, J. A.; BECKMAN, William A. **Solar Engineering of Thermal Process**. Wiley. Quarta Edição. Solar Energy Laboratory - University of Wisconsin-Madison. Hoboken, New Jersey, 2013.

Ghaderian, J.; Sidik, N. A. C. **An experimental investigation on the effect of Al₂O₃/distilled water nanofluid on the energy efficiency of evacuated tube solar collector**. Department of Thermofluid, Faculty of Mechanical Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, UTM Skudai, Johor 81310, Malaysia. Elsevier - International Journal of Heat and Mass Transfer 108 (2017) 972–987

GHADERIAN, J. et al. **Performance of copper oxide/distilled water nanofluid in evacuated tube solar collector (ETSC) water heater with internal coil under thermosyphon system circulations**. Department of Thermofluid, Faculty of Mechanical Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, UTM Skudai, Johor 81310, Malaysia. Elsevier - Applied Thermal Engineering 121 (2017) p. 520-536.

HIDROPLAC. **Ficha técnica e foto do SAS tubular a vácuo**. Disponível em: <<https://www.hidroplac.com.br/produtos/>>. Acesso em: 08 de setembro de 2019.

Kamal A. R. I. **Thermal Energy**. UNICAMP e Universidade de Nevada, Reno. 2013.

Norma Brasileira ABNT NBR 15569. **Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto – Projeto e Instalação**. Rio de Janeiro, RJ.

SABIHA, M.A. et al. **Progress and latest developments of evacuated tube solar collectors**. Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaysia. Elsevier - Renewable and Sustainable Energy Reviews 51 (2015) 1038 - 1054.

SHAFIEIAN, A.; KHIADANI, M.; NOSRATI, A. **Thermal performance of an evacuated tube heat pipe solar water heating system in cold season**. School of Engineering, Edith Cowan University, 270 Joondalup Drive, Joondalup, Perth, WA 6027, Australia. Applied Thermal Engineering 149 (2019) 644 - 657.

TELES, M. de P. R. et al. **A new version of a low concentration evacuated tube solar collector: Optical and thermal investigation**. State University of Campinas, Faculty of Mechanical Engineering, Energy Department, Mendeleiev Street, 200, Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, 13083-860, Barão Geraldo, Campinas, SP, Brazil. Elsevier - Solar Energy 180 (2019) 324–339.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. Física para cientistas e engenheiros. **Eletricidade e magnetismo, Óptica**. Sexta Edição. Volume 2. Tradução e Revisão técnica Naira Maria Balzaretta, Professora do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2009.

YAN, S. et al. **Heat Transfer property of SiO₂/Water nanofluid flow inside solar collector vacuum tubes**. College of Energy and Power Engineering Inner Mongolia University of Technology, Hohhot, Inner Mongolia, PR China. Key Laboratory of Wind and Solar Power Energy Utilization Technology Ministry of Education and Inner Mongolia construction Hohhot Inner Mongolia, PR China. Elsevier - Applied Thermal Engineering 118 (2017) p. 385-391.

PROJETO NUMÉRICO E EXPERIMENTAL DE ARRANJO DE ANTENAS DE MICROFITA UTILIZANDO A GEOMETRIA FRACTAL DE MINKOWSKI

Data de aceite: 22/06/2020

Elder Eldervitch Carneiro de Oliveira

Universidade Estadual da Paraíba
João Pessoa - PB

Pedro Carlos de Assis Júnior

Universidade Estadual da Paraíba
Patos – PB

Relber Antônio Galdino de Oliveira

Universidade Estadual da Paraíba
João Pessoa – PB

Marcos Lucena Rodrigues

Universidade Estadual da Paraíba
Patos – PB

Tales Augusto Carvalho de Barros

Universidade Estadual da Paraíba
Patos – PB

RESUMO: As Telecomunicações vêm passando por muitas inovações em termo de novos serviços e aplicações, principalmente aplicações em tecnologias 4G e 5G. Nesse contexto as antenas de microfita devido às suas diversas características, tais como: baixo peso, baixo perfil, conformidade a superfícies onduladas e principalmente um baixo custo associado tem ganhado bastante destaque nas pesquisas atuais envolvendo o eletromagnetismo aplicado. Tais dispositivos se apresentam como candidatos em potencial

a aplicações em sistemas de comunicações móveis, uma vez que a miniaturização dos dispositivos e a operação em várias faixas de frequências são requisitos desejáveis aos aparelhos de comunicação modernos, como os *smartphones*, *tablets*, etc. O objetivo desse artigo consiste no projeto e análise de um arranjo linear de antenas patches em microfita baseado na geometria fractal de Minkowski, com aplicação direta na faixa de frequência da banda ISM (*industrial, scientific and medical*), ou seja, na frequência compreendida entre 2,400 – 2,483 GHz. O projeto do arranjo de antenas proposto será realizado todo ele através do *Ansys software*TM, que implementa por trás de sua interface gráfica o método numérico de onda completa dos momentos (MoM). A estrutura investigada será excitada pela técnica de linha de transmissão (TLM) em microfita caracterizada fora de linha e terá seus diversos parâmetros de espalhamento analisados, dentre os quais se destacam: a perda de retorno (RL), diagrama de radiação, impedância de entrada, coeficiente de onda estacionária (VSWR) e sua largura de banda (BW).

PALAVRAS-CHAVE: Arranjo de antenas de microfita, Micro-ondas, Comunicação sem fio.

ABSTRACT: Telecommunications has been undergoing many innovations in terms of new services and applications, mainly applications

in 4G and 5G technologies. In this context, the microstrip antennas due to their diverse characteristics, such as: low weight, low profile, conformity to wavy surfaces and mainly a low associated cost have gained a lot of prominence in the current research involving applied electromagnetism. Such devices present themselves as potential candidates for applications in mobile communications systems, since the miniaturization of devices and operation in various frequency ranges are desirable requirements for modern communication devices, such as smartphones, tablets, etc. The objective of this article is the design and analysis of a linear array of microstrip patches antennas based on Minkowski fractal geometry, with direct application in the frequency range of the ISM band (industrial, scientific and medical), that is, in the frequency between 2.400 - 2.483 GHz. The design of the proposed antenna array will be carried out entirely through Ansys softwareTM, which implements behind its graphical interface the full-wave numerical method of the moments (MoM). The investigated structure will be excited by the transmission line technique (TLM) in microstrip characterized offline and will have its various spreading parameters analyzed, among which stand out: return loss (RL), radiation pattern, input impedance, standing wave coefficient (VSWR) and its bandwidth (BW).

KEYWORDS: Microstrip antenna array, Microwave, Wireless communication.

1 | INTRODUÇÃO

O grande avanço nos sistemas de telecomunicações contrasta com as dimensões dos mais diversos dispositivos utilizados, com isso a grande inspiração dos pesquisadores da grande área do eletromagnetismo aplicado consiste em buscar soluções que atendam aos diversos requisitos tecnológicos exigidos nos setores de telecomunicações, tais como: dispositivos mais leves, mais compactos, flexíveis e principalmente com o custo acessível. Um exemplo é o desenvolvimento das tecnologias de quarta (4G) geração, dessa forma buscando soluções técnicas que atendam aos requisitos das aplicações atuais, por exemplo, serviços comerciais e serviços militares (GARG, et al., 2001).

Neste contexto, projeto envolvendo estruturas planares, tais como antenas de microfita e seus derivados têm se mostrado de grande valia devido a suas características e quantidade de aplicações possíveis em altas frequências, principalmente na faixa de frequência das micro-ondas. Entre as mais conhecidas, destacam-se a comunicação móvel e navegação, comunicação via radares e satélite (BALANIS, 1997). A busca por tais características tem impulsionado a academia a buscarem soluções para os mais diversos serviços de telecomunicações projetando circuitos/dispositivos com as mais variadas geometrias e estruturas. No mercado atual, o surgimento de novas tecnologias sem fio resulta em demandas crescentes por antenas compactas e com características multibanda, que permitam, por exemplo, a união de diferentes tecnologias sem fio em dispositivos portáteis sem perda de desempenho. O uso da geometria fractal no projeto de arranjo de antenas apresenta vantagens em termos de miniaturização e a capacidade de operar em múltiplas bandas de frequência de ressonância com características de radiação similares (PUENTE,

et al., 1998).

Em comunicações de longa distância, uma antena com baixa capacidade diretiva deixa de ser atrativa. Neste sentido, para contornar esse problema um arranjo de antenas proporciona um melhor desempenho, uma vez que por meio da radiação de seus elementos agregados, permite irradiar o máximo da energia em uma direção particular e muito pouca em outras direções (BALANIS, 1997), (GARG, et al., 2001). Dessa forma, uma maior concentração de energia em uma determinada região apresenta uma melhor capacidade de irradiação por parte da antena, conseqüentemente apresenta um maior diretividade e um maior ganho quando comparado a uma antena patch retangular convencional (BALANIS, 1997). Neste contexto, a busca por dispositivos cada vez menores e sem perda de desempenho vem impulsionando as pesquisas na área de telecomunicações e do eletromagnetismo aplicado, o qual é a proposta do Grupo de Eletromagnetismo e Matemática Computacional Aplicada (GEMCA) da Universidade Estadual da Paraíba.

O arranjo de antenas projetado será capaz de funcionar em altas frequências, mais precisamente na faixa de frequência das micro-ondas em 2,45 GHz. A análise numérica desses dispositivos será toda ela realizada utilizando o simulador de onda completa, neste caso o *Ansys Software*™ que implementa o método dos momentos (MoM) na análise precisa do parâmetro de espalhamento (S11) associado aos arranjos propostos. A faixa de frequência de 2,45 GHz foi escolhida em virtude de pertencer a banda ISM (do inglês *industrial, scientific and medical*), o qual é não licenciada e livre para teste das mais diversas aplicações envolvendo a tecnologia de microfita e demais estruturas planares.

A seção II descreve a geração da curva de Minkowski. Na seção III é descrito a metodologia e a estrutura da antena proposta. Os resultados simulados e experimentais são apresentados na Seção IV. A seção V apresenta as conclusões desse artigo.

2 | GEOMETRIA FRACTAL: GERAÇÃO DA CURVA DE MINKOWSKI

O termo fractal remete a uma geometria com características irregulares, de dimensão fracionária, que pode ser divisível indefinidamente e onde ao pegarmos um pequeno pedaço de alguma forma fractal, esse segmento ou mesmo um pedaço ínfimo é uma cópia idêntica ao todo. Essa estrutura foi originalmente estudada e proposta pelo pesquisador Benoit Mandelbrot nos anos de 1970 (MANDELBROT, 1983).

Esse tipo de geometria apresenta duas características interessantes, principalmente quando aplicadas a circuitos e/ou dispositivos de alta frequência, como por exemplo as antenas e arranjos de antenas de microfita. A característica são:

i) Auto similaridade: se caracteriza por simetria através de escalas. Um objeto é dito auto similar quando apresenta o mesmo perfil em uma escala menor de observação. Essa característica quando aplicada em projetos de antenas e arranjo de antenas de microfita, proporciona uma característica de comportamento multibanda, ou seja, com ressonância em várias frequências.

ii) Preenchimento do espaço: ela é responsável pelo aumento do perímetro da estrutura ou da figura fractal. Essa importante característica quando aplicada em projetos de antenas e arranjo de antenas é responsável pela redução nas dimensões do dispositivo, isso em virtude do seu comprimento elétrico ter aumentado.

Para a geração de diferentes curvas fractais, existe o método denominado de IFS (*Iterative Function System*). Escolhemos utilizar esse método por ser de fácil implementação e por apresentar uma literatura vasta a seu respeito (OLIVEIRA, 2008). A Equação (1) mostra as 8 (oito) transformações afins necessárias para obtenção da curva fractal de Minkowski. A transformação utilizada, $q_i: R^2 \rightarrow R^2$, é dada por:

$$q_i(x, y) = \frac{1}{4} \begin{pmatrix} \cos\theta_i & -\text{sen}\theta_i \\ \text{sen}\theta_i & \cos\theta_i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e_i \\ f_i \end{pmatrix} \quad (1)$$

A Figura 1 ilustra os passos envolvidos no processo de construção da curva fractal de Minkowski de nível 1 a partir dos lados de um quadrado (forma inicial da curva). A curva de Minkowski de nível 1, será exatamente a forma geométrica do arranjo de antenas patches de microfita projetada para a faixa de frequência de 2,45 GHz.

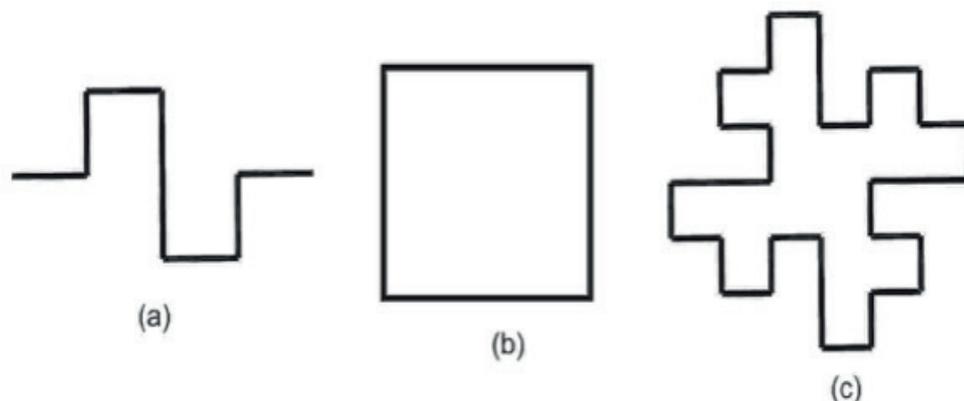


Figura 1 – Curva de Minkowski obtida por meio do método IFS. (a) curva geradora; (b) forma quadrática (nível 0 da curva de Minkowski); (c) Curva de Minkowski nível 1.

3 | METODOLOGIA EMPREGADA E ESTRUTURA DO ARRANJO DE ANTENAS FRACTAL PROPOSTO

A metodologia empregada nesse artigo consiste basicamente em projetar, analisar e caracterizar experimentalmente (por meio de medições dos parâmetros S de espalhamento) o arranjo de antenas proposto, o qual será denominado de AM1 (Arranjo Minkowski nível 1). Os parâmetros investigados para essa estrutura são: i) perda de retorno (S11); ii) diagrama de radiação; iii) coeficiente de onda estacionária (VSWR); iv) impedância de entrada e v) largura de banda (BW). Diante desses resultados é possível direcionar as possíveis aplicações para esses dispositivos dentro da faixa de frequência proposta como investigação (faixa de frequência das micro-ondas), bem como, propor melhorias e novas configurações

de arranjos de antenas de microfita, visando otimizar a performance dessa estrutura e dessa forma potencializar sua aplicação em sistemas de comunicação sem fio.

Para isso será feito uso das equações de projeto descritas em BALANIS (1997) baseado no modelo da linha de transmissão (TLM). Uma vez projetado o arranjo proposto nesse artigo, o mesmo será analisado pelo software comercial *Ansys Designer™* que implementa o método dos momentos na análise precisa do comportamento eletromagnético do arranjo de antenas proposto. A Figura 2 mostra a estrutura e as dimensões (em milímetros) do arranjo de antenas proposto, baseado diretamente na curva fractal de Minkowski de nível 1. Também é mostrado a fotografia do protótipo construído, e suas dimensões são mostradas na Tabela 1.

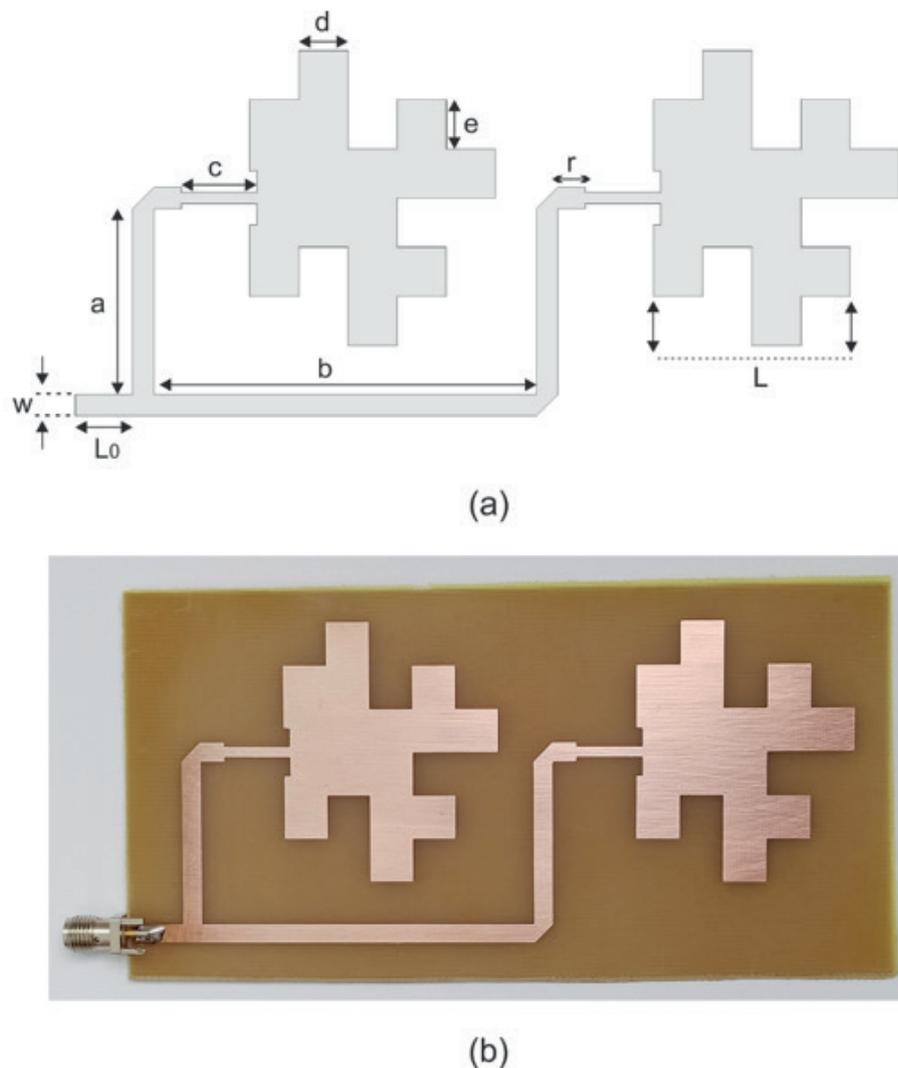


Figura 2 – Arranjo de antenas de microfita fractal proposto: (a) Estrutura do arranjo com suas dimensões em milímetros; (b) Protótipo construído.

Como o projeto do arranjo AM1 foi baseado na aplicação da curva fractal de Minkowski a uma estrutura de nível 0 (arranjo de antenas nível 0), conforme encontrado em RODRIGUES et al. (2016), houve um aumento do comprimento elétrico dessa estrutura (Figura 2b), o que acarreta em uma diminuição na frequência fundamental do arranjo AM1. Diante disso, os autores acharam interessante aplicar um fator de ajuste as dimensões do arranjo AM1

proposto com a finalidade de trazer a sua frequência fundamenta para a frequência inicial de projeto desejada, que é de 2,45 GHz. Para isso, foi feito uso do cálculo do fator de compressão (CF), segundo a Equação (2), as dimensões do arranjo AM1 (OLIVEIRA, 2008). Dessa forma, suas dimensões foram redimensionadas para a frequência de projeto de 2,45 GHz, o que acarretou em um novo dispositivo com dimensões reduzidas, denominado de AM1 miniaturizado (AM1 mini), para essa frequência de projeto. As novas dimensões para o arranjo de antenas fractal AM1 mini também é mostrado na Tabela 1.

$$CF = (Fr(GHz)/2,45 (GHz)) \times 100\% \quad (2)$$

Parâmetro	Dimensão (AM1)	Dimensão (AM1 mini)
L	28,7 mm	19,77 mm
d	7,18 mm	4,94 mm
L ₀	8,37 mm	5,77 mm
W	3,12 mm	2,15 mm
e	7,18 mm	4,94 mm
r	4,0 mm	2,75 mm
a	27,1 mm	18,67 mm
c	10,0 mm	6,89 mm
b	55,9 mm	38,51 mm

Tabela 1 - Dimensões do arranjo de antenas AM1 e AM1 mini propostos.

Toda a análise numérica desse dispositivo foi realiza no simulado *Ansys Designer*TM. A Figura 3 mostra a interface gráfica do simulador na fase de caracterização numérica do mesmo. A parte final do projeto consistiu na construção do dispositivo proposto e sua posterior caracterização experimental nas dependências do laboratório telecomunicações utilizando um analisador de rede vetorial modelo N523A da *Agilent Technologies*, conforme pode ser visualizado na Figura 4.

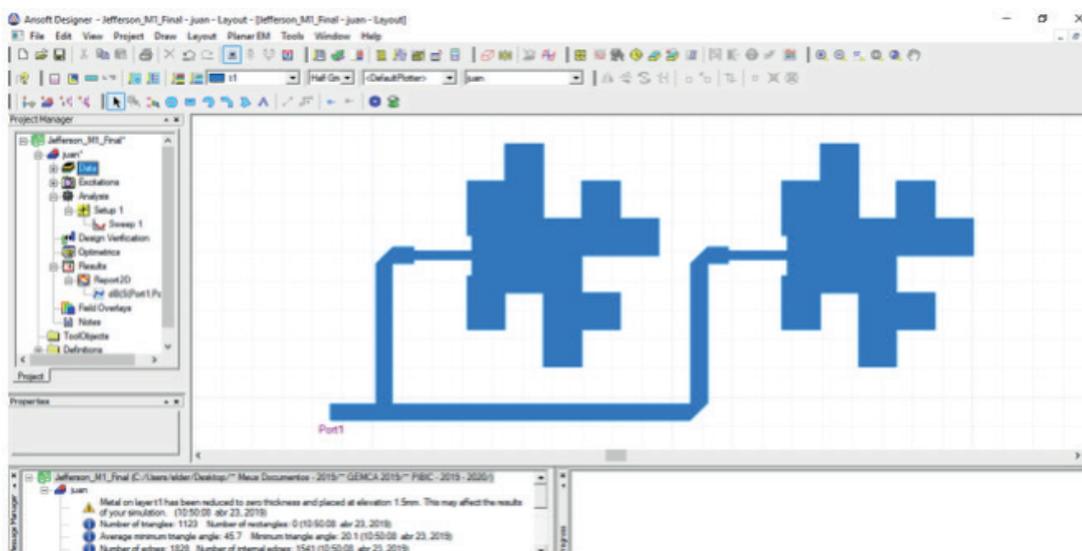


Figura 3 – Interface gráfica do simulador Ansys DesignerTM empregado na simulação do arranjo fractal proposto (AM1 e AM1 mini).

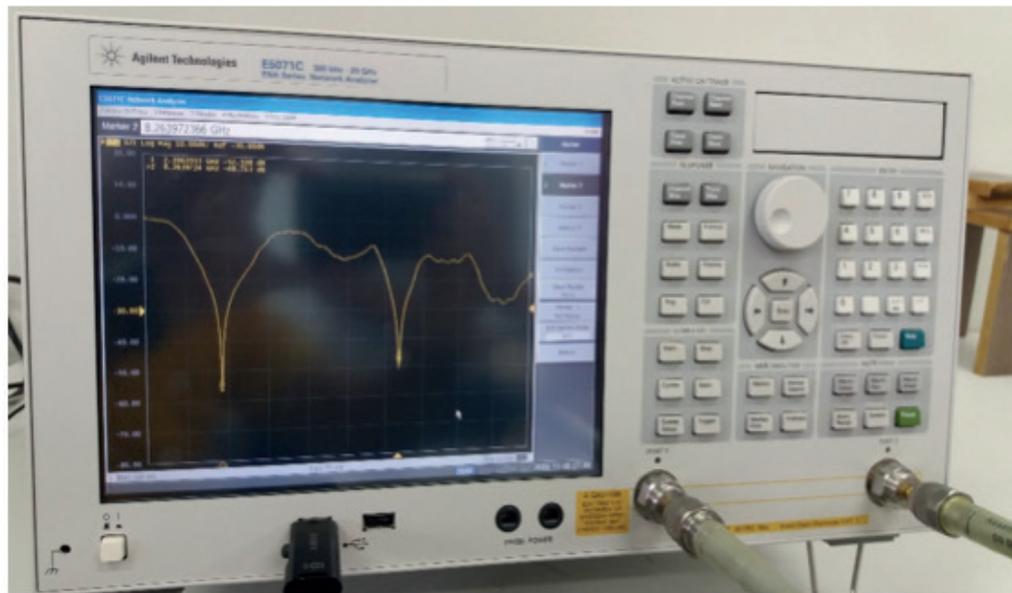


Figura 4 – Analisador de rede vetorial utilizado na medição dos parâmetros de espalhamento do arranjo AM1 proposto.

4 | RESULTADOS SIMULADOS E MEDIDOS PARA A ANTENA PROPOSTA

Para a construção do arranjo proposto, ver Figura 2(b), foi utilizada uma placa de circuito impresso de fibra de vidro (FR4), com as seguintes características: espessura ($h = 1,5$ mm), permissividade elétrica ($\epsilon_r = 4,4$) e tangente de perda ($\tan\delta = 0,02$). Também foi feito uso de um conector SMA de 50Ω de impedância com a finalidade de energizar o dispositivo.

A análise experimental desse dispositivo visa validar o projeto proposto, por meio de comparações entre os resultados medidos e simulados dos parâmetros de espalhamento (também conhecidos como parâmetros S) para esse dispositivo (BALANIS, 1997), (GARG, 2001).

Um dos parâmetros investigado nesse artigo para o arranjo de antenas proposto é a perda de retorno (RL) no terminal de entrada da antena, que segundo a literatura especializada é definida como sendo a relação em decibel (dB) entre as potências incidente e refletida no terminal do dispositivo, onde a mesma pode ser expressa em termos no coeficiente de reflexão (S11), conforme Equação (3) (BALANIS, 1997).

$$RL = -20 \log |S_{11}| \quad (3)$$

Dessa forma, o primeiro resultado desse artigo é mostrado na Figura 5, que mostra uma comparação entre as perdas de retorno simulada e medidas para o arranjo AM1 proposto. É possível observar do resultado um comportamento *dual band* (duas ressonâncias) para o arranjo AM1. Uma boa concordância entre os resultados simulado e medido foram alcançados, onde o resultado medido apresentou duas ressonâncias em 1,73 GHz e 2,45 GHz, respectivamente. Ambas as ressonâncias apresentaram a mesma largura de banda de 80 MHz. Essa última ressonância se mostrou interessante, pois é nessa faixa de frequência

de 2,45 GHz onde temos aplicações em sistemas de comunicação sem fio.

Outro parâmetro importante na análise de antenas e arranjo de antena de microfita é o coeficiente de onda estacionária (VSWR). Ele consiste na medida da energia que volta a fonte geradora por meio de ondas estacionárias na linha de alimentação, o que muitas vezes acontece entre um descasamento de impedância entre a linha de alimentação e o elemento patch (BALANIS, 1997). O VSWR é dado pela razão entre os coeficientes de reflexão das ondas incidentes e refletidas no terminal, conforme dado pela Equação (4).

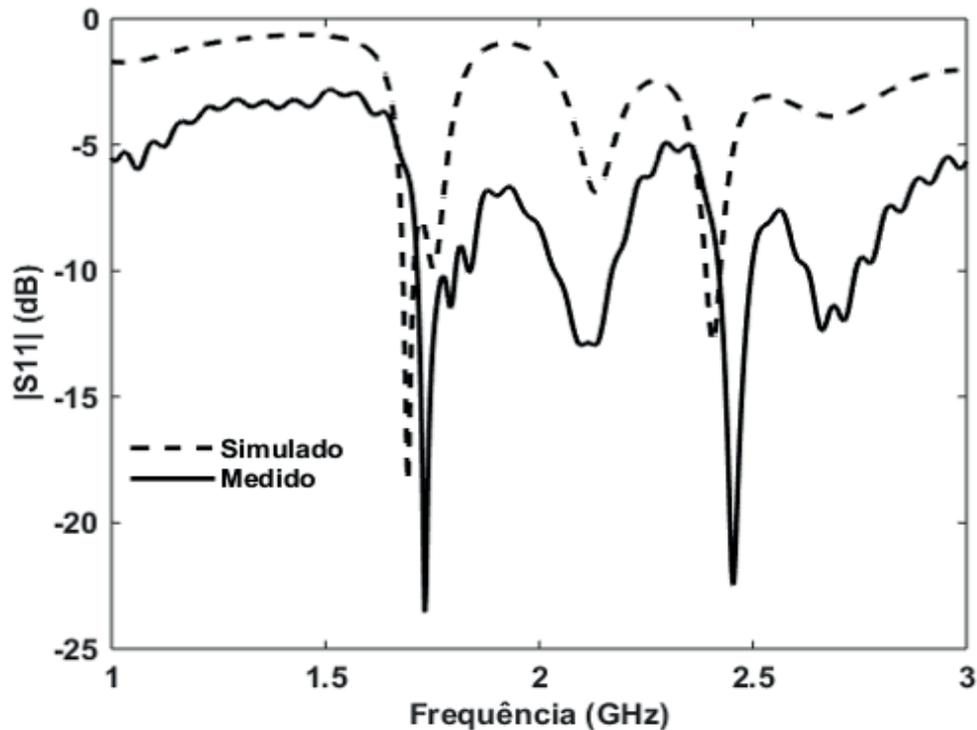


Figura 5 - Comparação entre simulação e medição da perda de retorno para o arranjo de antenas AM1 proposto.

$$VSWR = \frac{1 + |S_{11}|}{1 - |S_{11}|} \quad (4)$$

A Figura 6 mostra o resultado medido do coeficiente de onda estacionária (VSWR) para o arranjo AM1. Desse resultado podemos observar um valor de VSWR igual a 1,28 para o resultado simulado e um valor de 1,15 para o resultado medido. Ambos os valores se encontram abaixo da condição limite para um bom funcionamento da antena, o qual corresponde a um valor de VSWR igual a 2,0.

Por sua vez, o resultado de perda de retorno medido e simulado para o arranjo AM1 mini projetado é mostrado na Figura 7.

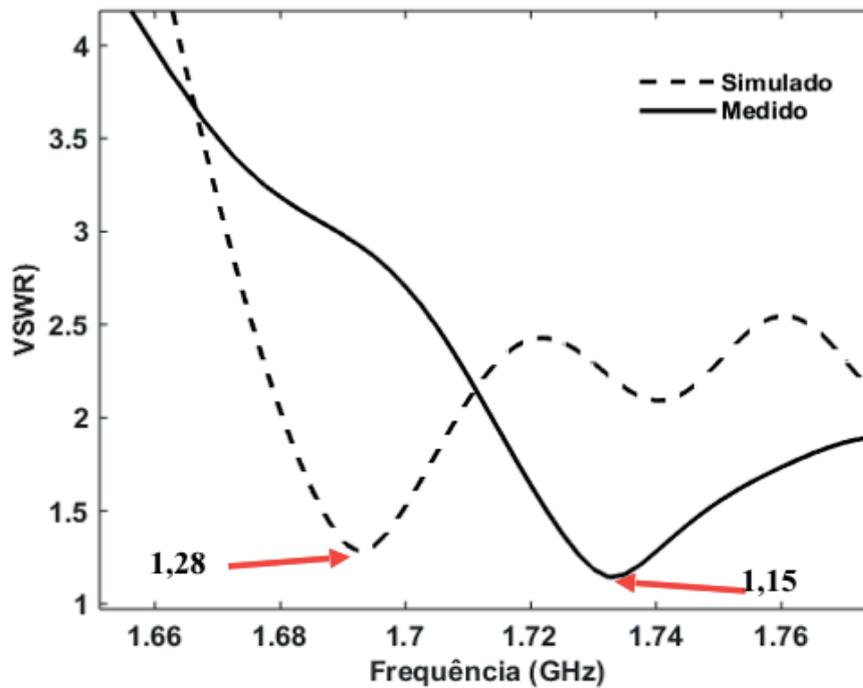


Figura 6 - Curva de VSWR medido e simulado para o arranjo AM1 proposto.

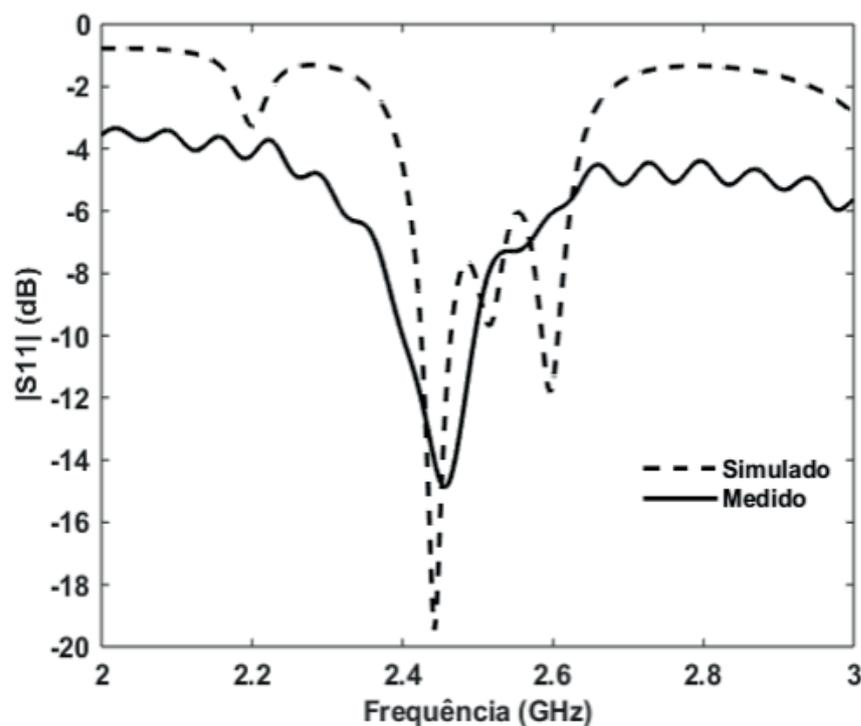


Figura 7 - Comparação entre simulação e medição da perda de retorno para o arranjo de antenas AM1 mini proposto.

Desse resultado podemos observar que houve uma boa concordância entre os resultados simulado e medido, com ambos convergindo para a frequência de 2,45 GHz. Onde o resultado simulado apresentou uma frequência de ressonância igual a 2,44 GHz com largura de banda de 40 MHz. Já o resultado medido apontou para uma frequência de ressonância de 2,45 GHz com uma largura de banda de 90 MHz.

O resultado medido na carta de Smith da impedância de entrada para a antena AM1

mini é mostrado na Figura 8, onde o valor obtido foi de $40,03 \Omega$, caracterizando assim um bom casamento de impedância para essa estrutura.

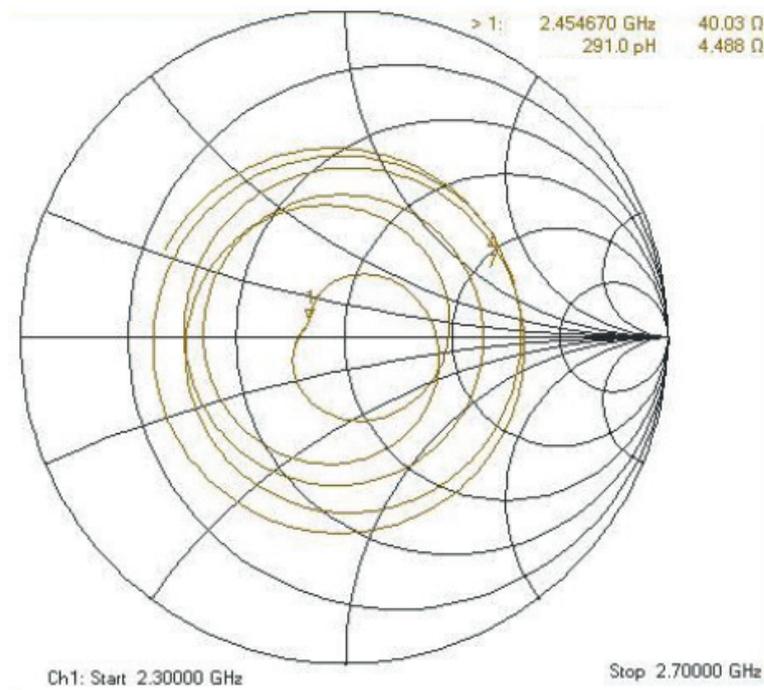


Figura 7 - Impedância de entrada medida na carta de Smith para a antena AM1 mini.

O diagrama de radiação 2D e 3D para o arranjo AM1 mini são mostrados da Figura 8, onde é possível observar um diagrama sem deformações e com características diretivas. No diagrama 2D, podemos observar larguras de feixes de meia potência não simétricas (49,04 graus e 46,01 graus), isso aconteceu devido aos dois elementos patches ressonantes da estrutura. Por sua vez, o diagrama de irradiação 3D nos mostra que o arranjo AM1 mini apresentou um ganho de 5,71 dB na região de máxima radiação (região de campo distante).

A Figura 9 mostra a distribuição de corrente nos patches irradiante da antena AM1 proposta. Devido à natureza não simétrica dos elementos patches baseadas no fractal de Minkowski, foi possível observar um comportamento diferente da energia nos elementos, onde no primeiro elemento patch a radiação se concentrou mais na metade superior do elemento, o que por sua vez, no segundo elemento a concentração da energia se deu na parte inferior do patch.

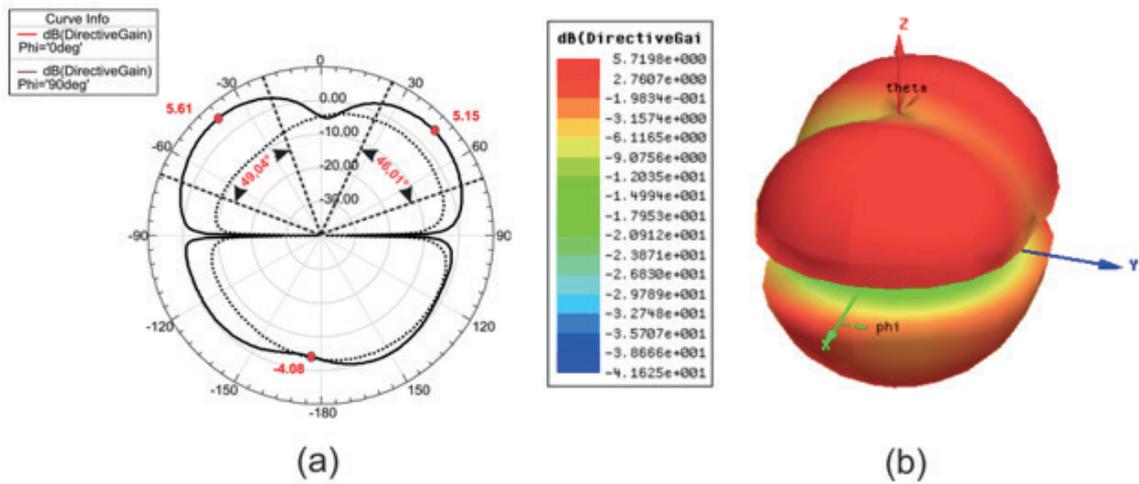


Figura 8 – Diagrama de irradiação 2D para o arranjo de antenas AM1 proposto.

Todos os resultados obtidos para o arranjo de antenas AM1 mini se encontram resumidos na Tabela 2.

Resultados	Arranjo AM1 mini	
	Simulado	Medido
Frequência de ressonância (Fr)	2,44 GHz	2,45 GHz
Perda de retorno (RL)	-19,5 dB	-14,9 dB
VSWR	1,28	1,15
Largura de banda (BW)	40 MHz	90 MHz
Largura de banda percentual (BW%)	1,64%	3,67%
Impedância de Entrada	–	40,03 Ω

Tabela 2 – Resultados simulados e medidos para o arranjo de antenas AM1 mini proposta.

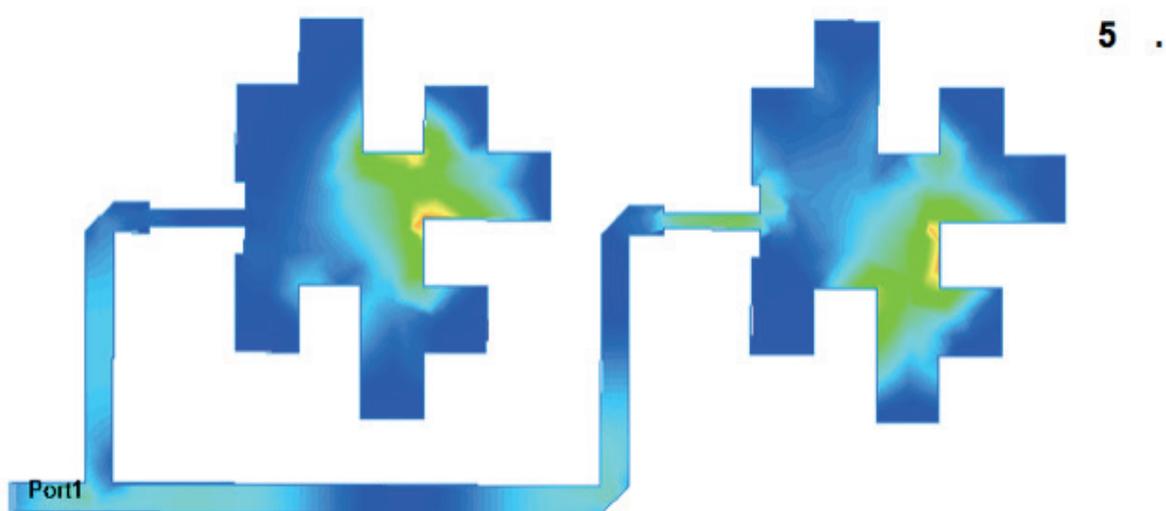


Figura 9 – Distribuição de corrente no arranjo AM1 proposto.

5 | CONCLUSÃO

Neste artigo foi proposta um arranjo linear de antenas patches de microfita com 2 elementos irradiantes. A estrutura da antena foi baseada na curva fractal de Minkowski nível 1 para a frequência de 2,45 GHz, sendo essa uma faixa de frequência com aplicações em sistemas de comunicação sem fio livre de licença. O arranjo miniaturizado (AM1) proposto apresentou uma redução de 31,0% em relação ao arranjo AM1 com 100% de suas dimensões físicas, bem como em relação a um arranjo retangular com elementos convencionais (AKQ0) propostos em (RODRIGUES, et al., 2016). A estrutura apresentou boas características de radiação na frequência de 2,45 GHz, com baixas perdas de retorno.

Uma boa concordância entre os resultados simulados e medidos foi observada, tanto para o arranjo de antenas AM1 quanto para o arranjo AM1 mini. O destaque ficou por conta da largura de banda de 90 MHz para o arranjo AM1 mini. Esse valor é superior aos 83,5 MHz de largura de banda mínima para aplicações em comunicação sem fio. Como trabalhos futuro, os autores pretendem estender o nível do fractal de Minkowski para o nível 2 e então aplicar no projeto de um arranjo de antenas, com o intuito de se conseguir uma antena ainda menor, com boa largura de banda e sem perda de desempenho.

A ideia desse tipo de trabalho é sempre enfatizar a análise experimental desses dispositivos, visando sua viabilidade de aplicação em sistemas de comunicação sem fio que exijam baixo perfil, sem degradar sua performance e desempenho.

REFERÊNCIAS

BALANIS, C. A. **Antenna theory-analysis and design**, 2nd ed. USA: John Wiley & Sons, 1997.

GARG, R.; BHARTIA, P.; BAHL, I.; ITTIPIBOON, A. **Microstrip Antenna Design Handbook**, Boston, USA: Artech House, Inc., 2001.

MANDELBROT, Benoit. **The Fractal Geometry of Nature**, New York: W. H. Freeman, 1983.

RODRIGUES, R. R. M. OLIVEIRA, E. E. C.; OLIVEIRA, M. A.; SILVA, P. H. F.; SILVA, R. C. F. **Projeto e Análise de um Arranjo Pré-Fractal de Antenas Tipo Patch em Microfita**, 17º SBMO - Simpósio Brasileiro de Micro-ondas e Optoeletrônica e 12º CBMag - Congresso Brasileiro de Eletromagnetismo, Porto Alegre, 2016.

Ansoft Designer (part of ANSYS Inc.) [Online]. Available: www.ansoft.com.

PUENTE, C.; ROMEU, J.; POUS, R; CARDAMA, A. **On the Behavior of the Sierpinski Multiband Fractal Antenna**, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 46, pp. 517-524, 1998.

OLIVEIRA, E. E. C. **Antenas de Microfita com Patch Quase-Fractal para Aplicações em Redes WPAN/ WLAN**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)–Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, 2008.

MORETTI, Isabella. “Regras da ABNT para TCC: conheça as principais normas”. 2017. Disponível em: <https://viacarreira.com/regras-da-abnt-para-tcc-conheca-principais-normas>. Acesso em: 03/05/2020.

EFEITO TRANSLAMINAR DE EXTRATOS ORGÂNICOS DE *Piper amalago var. medium*, SOB LARVAS DE *Tuta absoluta* (MEYRICK) (LEPIDOPTERA:GELECHIIDAE), NA CULTURA DO TOMATEIRO

Data de aceite: 22/06/2020

Meri Garcia Rezende

Graduando em agronomia pela FCA – UNESP
Botucatu, merigarcia.rz@gmail.com

Roney de Carvalho Macedo Silva

Mestrando em zootecnia Pela FMVZ – UNESP
Botucatu,

Elaine Ferrari de Brito

Professora no Instituto Federal do Norte de Minas
Gerais – Campus Araçuaí

Leandro do Prado Ribeiro

Pesquisador da EPAGRI – Santa Catarina;

Edson Luiz Lopes Baldin

Professor de entomologia na FCA – UNESP.

INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) (Família: Solanaceae) é uma espécie vegetal cosmopolita que possui uma grande importância sócio econômica (SOUZA, 2003). Segundo CURRENCY, cultivadas por Incas e Astecas a mais de 1300 anos.

A maior produtora mundial de tomate é a China, com sua produção representando 40,43% de toda a produção mundial. O Brasil é o oitavo maior produtor mundial, com 3,13%, porém é o que possui o maior rendimento por

área. (FAOSTAT, 2012).

No território nacional, a maior produção se concentra na região Sudeste com cerca de 1.800.000 de toneladas representando 52,25% da produção brasileira em 2016.(IBGE,2016)

Entretanto existe uma alta perda de produtividade por hectare proveniente de pragas e doenças. Dentre as principais, a mais nociva delas é a *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), conhecida popularmente como traça-do-tomateiro. (SOUZA; REIS, 2003). Tão nociva que pode ser responsável por perdas em áreas de plantio, de até 100% em ocorrências severas. (SOUZA et al., 1992; PICANÇO et al., 1998; TORRES et al., 2001).

O principal método de controle deste inseto é através intensivo uso de pesticidas químico sintéticos, porém é evidenciado a sua baixa eficiência desde a década de 90 (FRANÇA, 1993) e devido as más práticas de aplicação desses produtos, vem favorecendo o aparecimento de alelos resistentes e demandando uma quantidade cada vez maior de produto, acarretando uma alta no custo de produção.

Ainda ocorre a difícil penetração da epiderme das folhas e como consequência a ineficácia da ação do fitossanitário no mesofilo foliar, onde o inseto vive e se alimenta (DE CR

GONÇALVES-GERVÁSIO, R. 2004).

Por esses motivos vem se aprimorando pesquisas com extrato botânico para o controle de diversas pragas. Plantas do gênero *piper* são promissoras pois apresentam metabolitos com efeitos inseticidas interessantes como a *amida piperina*. (MIYAKADO et al., 1979; MIYAKADO et al., 1989; PAULA et al., 2000; PARK et al., 2002; ESTRELA et al., 2003)

O objetivo do trabalho é de analisar o efeito translaminar do extrato botânico da *Piper amalago* var. *medium*.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Resistência de Plantas a Plantas Inseticidas – Larespi, situado na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu. As folhas foram infestadas com 20 lagartas recém-eclodidas de *T. absoluta* e acondicionadas no interior de gaiolas. Após 24 horas, as folhas infestadas com as lagartas foram individualizadas em placas de Petri contendo um papel filtro e adicionado com algodão umedecido na ponta do pecíolo para manter turgescência.

As faces adaxiais das folhas foram pulverizadas por meio de um micro-atomizador, com os respectivos extratos e os controles, e acetona pura, até ponto de escorrimento. Em seguida as folhas foram inseridas novamente no interior de gaiolas. A concentração dos extratos utilizada foi cinco vezes a CL_{50} encontrada, seguindo a metodologia utilizada por Ferreira, (2011). Os tratamentos foram: *P.Amalago* var. *medium* (Folhas) a 5.055 mg L^{-1} ; acetona pura (controle); controle (testemunha).

As avaliações de mortalidade larval foram realizadas diariamente até o sexto dia, juntamente com o peso das lagartas sobreviventes. Empregou-se um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e cinco repetições, totalizando 100 lagartas por tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para as concentrações de *Piper amalago* var. *medium* retiradas das folhas não ocorreu diferença significativa entre tratamento com a testemunha, como indicado na tabela 1.

Tratamento	Tempo de exposição (horas) ¹						Peso larval (mg) ²
	24	48	72	96	120	144	
P. amalago (F)	23,00 ± 4,64 bc	23,00 ± 4,64 bc	23,00 ± 4,64 bc	23,00 ± 4,64 bc	24,00 ± 4,58 bc	24,00 ± 4,58 bc	9,06 ± 1,17 b
Controle (acetona)	9,00 ± 2,92 c	9,00 ± 2,92 c	9,00 ± 2,92 c	9,00 ± 2,92 c	9,00 ± 2,92 c	10,00 ± 3,16 c	12,88 ± 2,01 ab
Controle ³	11,00 ± 5,57 c	11,00 ± 5,57 c	11,00 ± 5,57 c	11,00 ± 5,57 c	11,00 ± 5,57 c	11,00 ± 5,57 c	13,10 ± 2,47 a
F	10,001	10,001	10,001	10,001	10,192	10,721	5,8183
P	0,00012	0,00012	0,00012	0,00012	0,000115	< 0,0001	0,00284

¹Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com

distribuição quase-binomial seguido por teste post hoc de Tukey, $P < 0,05$); ²Médias seguidas de letras distintas, na coluna, indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição gaussiana seguido por teste post hoc de Tukey, $P < 0,05$); ³Controle= metanol: acetona (1:1, v/v); F= Folha;

Tabela 1. Médias (\pm EP) de mortalidade e peso (mg) de T. absoluta expostas a extratos etanólicos de folhas de *P. amalago* var. medium na concentração de 5.055 mg L⁻¹, após a penetração no mesófilo foliar. T.: 25 ± 2 °C; U. R.: $60 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

No experimento não foi identificado efeito inseticida translaminar nas larvas da mariposa, mesmo possuindo efeito inseticida derivada de amidas do gênero piper (MIRANDA et al 2002), e outro motivo que pode acentuar o efeito translaminar se houvesse o cultivo em vasos no lugar de apenas nas folhas, já que a translocação do extrato na planta também ocorre por via sistêmica, aumentando assim os efeitos encontrados como ocorre com outros extratos botânicos como o de descritos por SOUZA e VENDRAMIN (2000).

CONCLUSÃO

O experimento realizado não identificou o efeito translaminar de extrato de *P.amalago* var. *medium*.

REFERÊNCIAS

CURRENCE, T.M. Tomato breeding. I. Species, origin and botanical characters. **Handbuch der pflanzenzucht**, v.2, p.351-369, 1963.

IBGE, Produção de 2016, disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=1&z=t&o=26&u2=1&u3=1&u4=1&u1=1>> Acesso em 28 Jul. 2016.

EMBRAPA, Pragas – Traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*), disponível em <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/pragas_traca.htm> Acesso em 23 Ago. 2016.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**, v.24, p.79-92, 2003.

SOUZA, A. P.; VENDRAMIM, J.D., Atividade ovicida de extrato aquosos de meliáceas sobre a mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n. 3, p 403-406, 2000.

MATOS, E.S.; SIQUEIRA, W.J.; LOURENÇÃO, A.L.; MELO, A.M.T.; SAWAZAKI, H.E.; SOUZA-DIAS, J.A.C.; COLARICCIO, A. Resistência de genótipos de tomateiro a um isolado de geminivírus do cinturão verde de Campinas, São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, p.159-165, 2003.

MIRANDA J. E. et al. Potencial inseticida do extrato de *Piper tuberculatum* (PIPERACEAE) sobre *Alabama argillacea* (HUEBNER, 1818) (LEPIDOPTERA:NOCTUIDAE). **Rev. bras. ol. fibros**, Campina Grande, v.6, n.2, p.557-563, maio-ago. 2002

SOUZA JC; REIS PR; SALGADO LO. Traça-do-tomateiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle, **Boletim Técnico 38**, Belo Horizonte: EPAMIG. 19 p. 1992.

TORRES JB; FARIA CA; EVANGELISTA JUNIOR WS; PRATISSOLI D. 2001. Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. **Int. J.**

Pest Manage. 47: 173-178, 2001.

PICANÇO M; FALEIRO FG; PALLINI FILHO A; MATIOLI AL. Perdas na produtividade do tomateiro em sistemas alternativos de controle fitossanitário. **Horticultura Brasileira.** 15: 88-91, 1997.

FRANÇA, F. H. Por quanto tempo conseguiremos conviver com a traçado-tomateiro? **Horticultura Brasileira,** Brasília, DF, v. 11, p. 176-178, 1993.

DE CR GONÇALVES-GERVÁSIO, R.; VENDRAMIM, J. D. Modo de ação de extratos de meliáceas sobre *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 71, n. 2, p. 215-220, 2004.

TRINDADE, R. C. P.; MARQUES, I. M. R.; XAVIER, H. S.; OLIVEIRA, J. V. Extrato metanólico da amêndoa da semente de nim e a mortalidade de ovos e lagartas da traça-dotomateiro. **Scientia Agricola,** Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 407-413, jul./set. 2000.

ESTRELA, J. L. V.; GUEDES, R. N. C.; MALTHA, C. R. A.; FAZOLIN, M. Toxicity of piperine amide analogs to larvae of *Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae) and *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology,** v. 32, n. 2, p. 343-346, 2003

MIYAKADO, M.; NAKAYAMA, I.; YOSHIOKA, H.; NAKATANI, N. The Piperaceae amides I: Structure of pipericide, a new insecticidal amide from *Piper nigrum* L. **Agricultural and Biological Chemistry,** v.43, n.7, p. 1609-1611, 1979.

MIYAKADO, M.; NAKAYAMA, I.; OHNO, N. Insecticidal unsaturated isobutylamides: from natural products to agrochemical leads. In: AMASON, J. T.; PHILOGÈNE, B. J. R.; MORAND, P. (eds.). *Insecticides of plant origin.* **New York: American Chemical Society,** 1989. p. 183-187. (ACS Symposium Series 387).

PARK, I. K.; LEE, S. G.; SHIN, S. C.; PARK, J. D.; AHN, Y. J. Larvicidal Activity of Isobutylamides Identified in *Piper nigrum* Fruits Against Three Mosquito Species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v. 50, n. 7, p. 1866-1870, 2002.

PAULA, V. F.; BARBOSA, L.C.A.; DEMUNER, A.J.; PILÓ-VELOSO, D.; PICANÇO, M.C. Synthesis and insecticidal activity of new amide derivatives of piperine. **Pest Management Science,** v. 56, n.2 p. 168-174, 2000.

INGESTÃO DE ALIMENTOS? BENEFÍCIOS OU MALEFÍCIOS À SAÚDE

Data de aceite: 23/06/2020

Raquel Costa Chevalier

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade
de Engenharia de Alimentos
Campinas- SP

Sandriane Pizato

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Dourados-MS

William Renzo Cortez Vega

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Dourados-MS

RESUMO: Como bem sabemos existem algumas doenças/alergias relacionadas a ingestão de alguns alimentos. E pensando nisso, tivemos por objetivo demonstrar que apesar de conhecido esses problemas de saúde, ainda existem poucos alimentos que venham atender a essa demanda, além do alto custo associado a esses produtos. Por isso, se faz necessário desenvolvimento de mais estudos que venham demonstrar potenciais matrizes alimentícias que possam ser utilizadas como alternativas para atender a essas limitações de parte da população.

PALAVRAS-CHAVE: celíacos; desenvolvimento de novos produtos; intolerância/alergia a lactose ou a proteína do leite.

INGESTION OF FOOD? HEALTH BENEFITS OR MALEFICES?

ABSTRACT: As we well know, there are some diseases / allergies related to the ingestion of some foods. And with that in mind, we aimed to demonstrate that although these health problems are known, there are still few foods that will meet this demand, in addition to the high cost associated with these products. Therefore, it is necessary to develop more studies that will demonstrate potential food matrices that can be used as alternatives to meet these limitations of part of the population.

KEYWORDS: celiac; Development of new products; intolerance / allergy to lactose or milk protein.

1 | INTRODUÇÃO

A grande maioria dos alimentos que consumimos são constituídos de cereais e leites, esses mesmos alimentos são responsáveis por alguns desconfortos sentidos por uma parte da população. Neste capítulo abordaremos sobre essas doenças e como o mercado precisa inovar e atender a essa demanda.

O glúten é uma glicoproteína encontrada em cereais como: trigo, centeio, cevada e em menor concentração na aveia. São constituídos por dois componentes distintos: gliadina e

glutenina, que são proteínas de cadeias simples e ramificadas, respectivamente. A gliadina é responsável pela consistência e viscosidade da massa, e a glutenina atribui elasticidade. (SAN MAURO, M.I., GARICANO, V.E., COLLADO, Y.L, 2014; QUINTAES, K. D, 2008). Entretanto, existem pessoas que possuem intolerância ou alergia a esse composto ou a outros produtos e seus constituintes.

A doença celíaca (DC), foi descoberta pelo médico pediatra Willem Karel Dicke em 1940, reconhecendo a importância da remoção dos grãos ofensivos da dieta, e posteriormente o médico John W. Paulley descreveu as alterações histológicas associadas no intestino (BRIANI, C., SAMAROO, D. & ALAEDINI, A., 2008). A DC é um distúrbio autoimune da via digestiva causado pela ingestão de glúten em alimentos por indivíduos geneticamente predispostos (HAMER, 2005; LAURIN, WOLVING & FÄLTH-MAGNUSSON, 2002). Os principais sintomas são: dor abdominal, diarreia, flatulência, perda ou dificuldade para ganhar peso, queda de cabelo frequente, anemia, lesões na pele e entre outros. Anteriormente, o DC era considerado um distúrbio de má absorção iniciado durante a infância, mas agora é considerado um distúrbio crônico do intestino delgado que pode ocorrer em qualquer estágio da vida (RASHID & KHAN, 2009).

Uma outra doença relacionada aos alimentos é a intolerância ao leite, termo amplo que descreve outras três doenças como: doença da intolerância à lactose, intolerância à proteína do leite de vaca e alergia ao leite de vaca. Há séculos já tem sido documentado problemas relacionados a ingestão de leite. Hipócrates notou alterações gastrointestinais e reações de pele em alguns indivíduos expostos ao leite de vaca. Galen também deu uma descrição de um paciente com suspeita de alergia ao leite de vaca (O'KEEFE, E.S.,1953). Entretanto, antes da década de 1950, a intolerância ao leite era um evento raro e nos dias de hoje, uma estimativa feita em 2015 pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), população com idade acima de 16 anos, cerca de 53 milhões de pessoas, relatam algum tipo de desconforto digestivo após o consumo de derivados do leite.

A intolerância a lactose é uma deficiência de lactase no intestino delgado, que é responsável pela hidrólise da lactose em subprodutos monossacarídeos como: glicose e galactose. Quando a lactase é ausente ou deficiente, a hidrólise da lactose do açúcar é incompleta. A concentração de lactose no leite materno humano é de 7,2%, ou 7,2 g de lactose por 100 mL de leite. Isso é muito maior do que o leite de vaca, que contém 4,7% de lactose (SOLOMONS, 2002). Em bebês com intolerância à lactose os sintomas são: distensão abdominal e vômitos. Em sua forma mais grave, a intolerância à lactose pode levar à desidratação, anormalidades eletrolíticas e déficit de crescimento. (SPARKS, J.W.,1992; BATES, M.D & BALISTRERI, W.F.,2002).

2 | PROBLEMÁTICA

Devido a inúmeros problemas em não se ter conhecimento do que continha nos produtos, em 2005 entrou em vigor o Decreto-Lei n. 126/2005, relativo à indicação dos ingredientes presentes nos gêneros alimentícios, estabelece a obrigatoriedade de fazer uma referência clara no rótulo ao nome de qualquer ingrediente que continue presente no produto acabado quando se trata de “cereais que contêm glúten, nomeadamente trigo, cevada, centeio, cevada, aveia, espelta, Kamut ou as suas estirpes híbridas.” Ou seja, produtos à base de cereais têm de ser rotulados, a fim de proteger os consumidores contra as reações adversas.

Como podemos ver acima, essas doenças foram descobertas há muitos anos, entretanto só ganharam visibilidade no século 20. Portanto é necessário que a indústria e a engenharia dos ingredientes estejam atentas as mudanças e inovações que precisam ser feitas no mercado para atender essa parte da população. Uma vez que as ofertas de produtos que atendam a essa população celíaca bem como os intolerantes a lactose e/ou alérgicos ao leite ou as proteínas que o constituem, ainda é escasso e de alto custo.

A grande maioria dos produtos industrializados disponíveis no mercado atual, são constituídos de leite e cereais. Portanto, se faz necessário investir em novos produtos para atender a demanda dos consumidores portadores destas doenças.

3 | POTENCIALIDADES DE MERCADO

Muitos estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de desenvolvimento de novos produtos e métodos de produção de novos produtos que venham atender não só ao público que sofre dessas doenças relacionadas a alguns alimentos, como também a aceitação do público de modo geral, com intuito da utilização de ingredientes mais saudáveis, favorecendo bem estar e qualidade de vida aos consumidores.

Um estudo realizado por Chevalier et al (2018), teve por objetivo desenvolvimento de um cookie sem glúten e lactose à base de mix de farinhas, com características funcionais, de custo acessível e com características organolépticas favoráveis ao paladar, atendendo à demanda da população que é alérgica ao glúten e também aos que são intolerantes à lactose. Na Tabela 1, podemos verificar os ingredientes utilizados na formulação do cookie.

Ingredientes	Quantidade
Ovo	1 unidade
Extrato de baunilha	15 mL
Bicarbonato de sódio	15 g
Água	60 mL
Manteiga clarificada	60 g
Açúcar mascavo	180 g
Farinha de beterraba	60 g

Farinha de grão de bico	120 g
Farinha de quinoua	60 g
Chocolate sem leite	

Tabela 1- Formulação do cookie com mix de farinhas.

CHEVALIER, 2018

E ao analisar a tabela, dentre os ingredientes utilizados vale a pena ressaltar a beterraba que é uma fonte de vitaminas do complexo B, vitamina C, provitamina A, ácido fólico e minerais, como potássio, zinco, manganês, fósforo, cálcio e ferro, possuindo forte apelo sensorial em virtude da sua cor vermelha intensa. Em comparação com a farinha de trigo, a farinha de beterraba tem cinco vezes mais fibras, que auxiliará nos movimentos peristálticos e quase 25 vezes mais minerais (LOPES et al., 2011). O grão-de-bico é uma leguminosa que tem, nutricionalmente, grande potencial a ser explorado, a fim de minimizar as deficiências proteicas e minerais da população, uma vez que o grão de bico é boa fonte de minerais (P, Mg, Fe, K, Co, Mn) (AVANCINI et al., 1992). E a farinha de quinoa que tem sido muito utilizada em razão da suplementação da alimentação, porque as suas sementes contêm 12% de proteína, com equilíbrio de aminoácidos. Além disso, possui quantidades significativas de flavonoides e ácidos fenólicos. Por sua vez, os polifenóis são substâncias que favorecem benéficos à saúde, prevenindo enfermidades, como câncer e doenças cardiovasculares. O produto apresentou sensorialmente uma boa aceitação de 75% dos provadores. No entanto, a intenção de compra ficou abaixo de 50%. Entretanto, por ser isento de glúten e lactose, é uma ótima alternativa para consumidores celíacos e intolerantes à lactose, apresentando-se também como uma opção para os consumidores em geral (CHEVALIER et al, 2018).

Watson et al (2019) teve por objetivo o desenvolvimento de diferentes tecnologias para obtenção de cervejas de malte sem glúten, sendo o experimento realizando tanto em escala piloto e industrial. Foi utilizado os seguintes alimentos comercialmente com o intuito redução da proteína do glúten e dos níveis (poli) peptídicos: taninos (alto peso molecular), AN-PEP (ácido prolil-endopeptidase de uma estirpe geneticamente modificada de *Aspergillus niger*) (EC 3.4.21.26), sílica gel (xerogel hidratado, tamanho médio de partícula <25 µm), kieselguhr (média de 12,8 µm a 130 partículas) e PVPP (100 µm de tamanho médio de partícula). E evidenciou-se que é possível a produção de cervejas isentas de glúten, uma vez que, pode-se recomendar doses para reduzir as concentrações de glúten abaixo do limiar livre de glúten (≤ 20 ppm).

Nos dias de hoje, tem se buscado uma alimentação saudável e que venha trazer benefícios a saúde. Esses alimentos são considerados como alimentos funcionais, destacam-se aqueles que são probióticos. Segundo a FAO / WHO (2002), os probióticos são definidos como microrganismos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem um benefício à saúde do hospedeiro “. O Kefir é um produto lácteo fermentado alcoólico suave e ácido com um sabor distinto, viscosidade e levemente efervescente.

Norberto et al (2018), buscou em seu estudo fazer uma substituição completa na

formulação da bebida fermentada com extrato de soja solúvel em água e grãos de kefir, em que o leite será substituído pelo extrato de soja, uma vez que é uma fonte de proteína de baixo custo (LIU et al., 2006). E os resultados obtidos com a substituição do leite pelo extrato de soja para a fermentação do kefir foram satisfatórios, e atenderam aos padrões físico-químicos e sensoriais. Sendo então mais um produto como alternativa para veganos, vegetarianos e pessoas intolerantes à lactose.

Em um estudo realizado por Sulieman et al (2019) que teve por objetivo avaliar as propriedades reológicas de massa de biscoito sem glúten suplementada com farinha de polissacárido fermentado (FABP) e farinha de polissacarídeo não fermentado de *Agaricus bisporus* (UABP), além de investigar a qualidade e as características nutricionais dos biscoitos. O estudo concluiu que as farinhas atuaram de forma positiva sobre as propriedades reológicas dos biscoitos, quando comparada com os biscoitos que continham a farinha de trigo, como controle. Apresentaram menor leveza, maior atividade de água, umidade, cinzas, proteínas, gorduras e fibras alimentares e menor concentração de carboidratos.

Diante desses estudos mencionados, podemos perceber a importância e a responsabilidade da ciência em favorecer aos consumidores portadores de diferentes doenças, alternativas para sua alimentação, e não só terem que produzir seus alimentos, mas estar disponíveis no mercado novos produtos que venham atender a essa parcela da população, trazendo praticidade.

4 | CONCLUSÃO

Portanto, podemos perceber a importância de estudos para desenvolvimento de novos produtos que venham atender a demanda de parte da população que enfrenta problemas como doenças celíaca e alergias/intolerância a produtos de leite e seus constituintes. Como uma forma de aplicar a engenharia de ingredientes para obtenção de matrizes que venham ser acessíveis financeiramente e que possam ser produzidas em escala industrial.

REFERÊNCIAS

AVANCINI, S.R, SALES, A.M, AGUIRRE, J.M, MANTOVANI, D.M.B. **Composição química e valor nutricional de cultivares de grão-de-bico produzidos no Estado de São Paulo**. Colet. Inst. Tecnol. Alimentos v.22, n.2, p. 145-53, 1992.

BATES MD, BALISTRERI, W.F. **Development of the human digestive system**, Neonatal-perinatal medicine–diseases of the fetus and infant, v. 2, p.1255 – 1307, 2002.

BRIANI, C., SAMAROO, D., ALAEDINI, A. **Celiac disease: From gluten to autoimmunity**. Autoimmunity Reviews.v.7, p. 644–650, 2008.

CHEVALIER, R.C. et al. **COOKIE FUNCIONAL SEM GLÚTEN E LACTOSE**. Evidência, v. 18, n. 2, 2018.

DOĞAN, H.; KARWE, M. V. **Physicochemical properties of quinoa extrudates**. Food Science and Technology International, v. 9, n. 2, p. 101-114, 2003.

FAO/WHO - Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization. **Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food**. London Ontario, Canada, April 30th 422 to May 1st 423, 2002.

HAMER, R. J. **Coeliac disease: background and biochemical aspects**. *Biotechnology Advances*, 23, 401-408, 2005.

KONISHI, Y., HIRANO, S., TSUBOI, H., WADA, M. **Distribution of minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) seeds**. *Biosci. biotechnol. biochem.* v.68, n.1, p. 231-4, 2004.

KOTLER, P. **Marketing management**. 11.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011.

Laurin, P., Wolving, M., & Fälth-Magnusson, K. **Even small amounts of gluten cause relapse in children with celiac disease**. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 34, 26-30, 2002.

LIU, J. R., & LIN, C. W. **Production of Kefir from Soybean extract With or Without Added Glucose, Lactose, or Sucrose**. *Journal of Food Science*, p. 716-719, 2000.

LOPES, S.B., FERREIRA, N.A., CARVALHO, P.G.B., MATTOS, L.M., MORETTI, C.L., MALDONADE, I.R. **Aproveitamento do resíduo gerado na produção de mini beterrabas para a produção de farinha**. Comunicado técnico Embrapa 80, Brasília; dez. 2011.

NORBERTO, A. P. et al. **Impact of partial and total replacement of milk by water-soluble soybean extract on fermentation and growth parameters of kefir microorganisms**. *LWT*, v. 93, p. 491-498, 2018.

O'KEEFE, E.S. **The history of infant feeding II. Seventeenth and eighteenth centuries**. *Arch Dis Child* v. 28, p. 232 – 240, 1953.

QUINTAES, K. D. **Não Contém Glúten**. *Vida e Saúde*. v.18, n. 2, p. 10-5,2008.

RASHID, M., & KHAN, A. G. **Celiac disease in Pakistan: challenges and opportunities**. *Journal of Ayub Medical College Abbottabad*, 21, 1-2, 2009.

SAN MAURO, M.I., GARICANO, V.E., COLLADO, Y.L. **Is gluten the great etiopathogenic agent of disease in the XXI century?** *Nutrición Hospitalaria*, v. 30, n. 6, p. 1203-1210, 2014.

SOLOMONS, N.W. **Fermentation, fermented foods and lactose intolerance**. *Eur. J. Clin. Nutr.* v. 56, p. 50–55, 2002.

SPARKS, J.W. **Carbohydrate metabolism of the fetus**, *iFetal and neonatal physiology*, Philadelphia (Pa), v. 1, p. 384 – 389,1992.

STANTON, W. J.; ETZEL, M.J.; WALKER, B. J. **Fundamentals of marketing**.10. ed. New York: McGraw Hill, 1994.

SULIEMAN, Abdellatif A. et al. **Rheological and quality characteristics of composite gluten-free dough and biscuits supplemented with fermented and unfermented *Agaricus bisporus* polysaccharide flour**. *Food chemistry*, v. 271, p. 193-203, 2019.

SECAGEM DA AMEIXA PELO MÉTODO EM CAMADA DE ESPUMA: ESTUDO SOBRE AS VARIÁVEIS DO PROCESSO E QUALIDADE DO PÓ

Data de aceite: 23/06/2020

Data de submissão: 06/03/2020

Cynthia Meirelly de Araújo Elpídio

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Engenharia Química, Programa
de Pós-graduação em Engenharia Química
Natal – RN

<http://lattes.cnpq.br/4198632245819646>

Aimeé Karla Tavares Machado

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Engenharia Química
Natal – RN

<http://lattes.cnpq.br/1738710585854600>

Jackson Araújo de Oliveira

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Engenharia Química, Programa
de Pós-graduação em Engenharia Química
Natal – RN

<http://lattes.cnpq.br/5058617634570704>

Maria de Fátima Dantas de Medeiros

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Engenharia Química, Programa
de Pós-graduação em Engenharia Química
Natal – RN

<http://lattes.cnpq.br/0028833497936929>

RESUMO: Métodos alternativos de baixo custo são bastante utilizados para o aproveitamento

do excedente da produção de frutas e uma técnica que pode ser aplicada nesse processo é a secagem das polpas em camada de espuma. Neste estudo, foi realizada a secagem da ameixa em camada de espuma em três condições de tempo de batimento. O efeito do tempo de batimento sobre as propriedades físicas da espuma e físico-químicas do pó foram investigados com o intuito de avaliar a melhor condição operacional para secagem desta fruta. Os experimentos foram conduzidos utilizando uma estufa de recirculação de ar com temperatura de 70 °C. Para a formulação das espumas, houve a adição de 3% de albumina e foram aplicados os tempos de batimento de 6, 10 e 14 min. As curvas de secagem mostraram uma diminuição do tempo de secagem com o aumento da expansão, evidenciando a influência da porosidade na redução do tempo de secagem (75 para 50 min). A difusividade efetiva foi calculada para todas as condições experimentais e os valores encontrados, $6,274 \cdot 10^{-7}$ a $9,349 \cdot 10^{-7}$ m²/s, mostram que a secagem foi eficiente. Análises físico-químicas do pó mostraram que uma maior incorporação de ar na espuma favoreceu a obtenção de um material com fluidez e solubilidade melhores, além de um pó com baixo teor de umidade e atividade de água.

PALAVRAS-CHAVE: ameixa; secagem em camada de espuma; tempo de batimento;

propriedades físico-químicas.

PLUM DRYING BY FOAM MAT METHOD: STUDY ON PROCESS VARIABLES AND POWDER QUALITY

ABSTRACT: Low-cost methods are widely used to take advantage of surplus fruit production and one technique that can be applied in this process is the drying of the pulps in a foam layer. In this study, the plum was dried in foam mat drying under three whipping time conditions. The effect of the whipping time on the physical properties of the foam and physicochemical properties of the powder was investigated in order to evaluate the most suitable operational condition for drying this fruit. The experiments were conducted using a 70 ° C air recirculation oven. For the foam 3% albumin was added to the formulation and the whipping times of 6, 10 and 14 min were applied. Drying curves showed a decrease in drying time with increasing expansion, showing the influence of porosity in reducing drying time (75 to 50 min). The effective diffusivity was calculated for all experimental conditions and the values found, $6,274 \cdot 10^{-7}$ to $9,349 \cdot 10^{-7}$ m²/s, show that drying was efficient. The physicochemical analysis of the powder showed that a higher incorporation of air in the foam favored a material with better fluidity and solubility, as well as a powder with low moisture content and water activity. **KEYWORDS:** plum; foam mat drying; whipping time; physicochemical properties.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de grande dimensão territorial e com condições climáticas favoráveis ao cultivo de uma grande variedade de frutas. Entre as frutas, a ameixa tem sido amplamente produzida no sudeste e sul do Brasil onde o clima é mais ameno. Além de comercializadas *in natura*, os frutos da ameixa são destinados principalmente para a produção de sucos, ameixas secas e doces em calda. A perecibilidade da ameixa *in natura* é fator limitante para longos períodos de transporte e armazenamento. Assim, o desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos que permitam prolongar a vida útil da fruta torna-se fundamental.

A secagem é um método de preservação de alimentos amplamente utilizado. Além do prazo de validade prolongado, o produto seco requer menos embalagem, apresenta menor custo de transporte devido à redução de peso e pode ter características próprias diferentes da fruta fresca. Diferentes métodos de secagem têm sido aplicados para desidratação das ameixas, tais como: secagem convectiva, em camada de espuma, a vácuo, a vácuo por micro-ondas, liofilização (Michalska *et al.*, 2016).

Dentre as técnicas de secagem, a secagem em camada de espuma tem apresentado algumas vantagens em relação aos métodos tradicionais, como: boa característica de reidratação, perfil sensorial favorável para o produto e menor tempo de secagem (Muthukumaran *et al.*, 2008). Nesta técnica de secagem, a espuma é produzida basicamente através da incorporação de gás (geralmente ar) em alimentos líquidos ou semilíquidos, formando um sistema a duas fases, sendo uma fase dispersa e outra contínua (Azizpour et

al., 2014), resultando em uma estrutura porosa e de maior área superficial que contribuem para a alta taxa de transferência de massa, proporcionando maior eficácia na secagem, uma vez que reduz o tempo de processo e obtenção de um produto com melhor qualidade nutricional (Azizpour *et al.*, 2016). No entanto, para se ter um processo eficiente de secagem em camada de espuma, as espumas devem permanecer tanto mecanicamente quanto termodinamicamente estáveis, a fim de manter uma boa condição para a remoção de água e a qualidade do produto (Franco *et al.*, 2015). Para tanto, é necessário o uso de agentes que promovam uma espuma estável.

Um agente espumante é um material surfactante usado para reduzir a tensão superficial entre dois líquidos ou um líquido e um sólido a fim de facilitar a formação de espuma (Sangamithra *et al.*, 2016). As proteínas são bons agentes espumantes e também fornecem alta estabilidade através de sua hidrofobicidade e possíveis rearranjos conformacionais que permitem rápida adsorção na interface ar-água, levando à formação de uma camada adsorvida elástica coerente (Foegeding *et al.*, 2006). Um dos agentes mais utilizados para formação da camada de espuma é a albumina de ovo. Esta é aplicada como agente espumante devido à capacidade de suas proteínas formarem um filme denso ao redor das bolhas de ar, reduzindo a instabilidade da tensão superficial e retendo o ar aprisionado (Karim & Wai, 1999; Lomakina & Míková, 2006). A albumina de ovo promove uma alta capacidade de expansão da espuma o que resulta no aumento da porosidade do material e ocasiona mudanças em suas propriedades físicas e também de secagem.

Um fator primordial para o estudo da secagem de frutas é a qualidade do produto final que pode ser avaliada sob vários aspectos relativos às propriedades físicas, químicas e sensoriais, as quais podem ser usadas como indicadores de qualidade, uma vez que os processos de desidratação podem provocar mudanças que afetem positiva ou negativamente a qualidade do pó da fruta. Considerando o exposto, o objetivo da pesquisa foi avaliar o processo de obtenção de ameixa em pó pelo método de camada de espuma, a partir da caracterização da espuma, cinética de secagem e obtenção de dados quanto aos parâmetros físicos e químicos que determinam a qualidade do pó obtido.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Ameixas frescas da espécie *Prunus L.* foram adquiridas no mercado local (Rio Grande do Norte, Brasil). Os frutos foram lavados, cortados, processados como polpa e acondicionados em sacos plásticos. Com o intuito de proporcionar estabilidade microbiológica, o material foi resfriado e estocado a $\pm 10^{\circ}\text{C}$ para uso posterior. A albumina de ovo utilizada na formulação da espuma de ameixa foi adquirida da empresa Naturovos (Brasil).

2.2 Preparação da espuma de ameixa

Para preparação de cada espuma, uma massa fixa de 150 gramas contendo ameixa e albumina foi colocada em um recipiente de polipropileno. A formação da espuma foi feita usando uma batedeira de alimentos com potência de 150 W. A concentração de albumina utilizada, determinada em testes preliminares, foi de 3%. Definiram-se três tempos de batimento, 6, 10 e 14 minutos, para estudo.

2.3 Determinação das propriedades da espuma

2.3.1 Densidade da espuma

Para determinação da densidade da espuma, a amostra foi colocada em um cilindro graduado a temperatura ambiente (23°C – 26°C). A transferência da espuma para o recipiente graduado foi feita cuidadosamente para evitar a destruição da sua estrutura e a evacuação do ar aprisionado (Karim & Wai, 1999). As amostras foram pesadas, aferindo-se o volume ocupado pela espuma no recipiente graduado. Calculou-se a densidade da espuma (ρ_f) de acordo com a Equação 1.

$$\rho_f = \frac{\text{massa da espuma (g)}}{\text{volume da espuma (cm}^3\text{)}} \quad (1)$$

2.3.2 Expansão da espuma

A expansão da espuma determina a quantidade de ar incorporado durante o batimento para sua formação (Sangamithra et al., 2016). A expansão da espuma foi calculada a partir da Equação 2, usando a relação entre a densidade da espuma de ameixa (ρ_f) e a densidade da polpa de ameixa (ρ_p) (Oguntunde & Adejo, 1993).

$$\% \text{ Foam Expansion} = \frac{\frac{1}{\rho_f} - \frac{1}{\rho_p}}{\frac{1}{\rho_p}} \cdot 100 \quad (2)$$

2.3.3 Porosidade da espuma

A porosidade de cada espuma foi calculada a partir da Equação 3, baseando-se na densidade da espuma (ρ_f) previamente calculada (Raharitsifa et al., 2006).

$$\phi = 1 - \rho_f / \rho_p \quad (3)$$

Onde (ρ_p) é a densidade da polpa de ameixa (g/cm³). A Eq. 3 é válida se a densidade do ar é negligenciada em relação à densidade da polpa. Para este trabalho, a densidade

determinada para a polpa de ameixa foi de $0,97 + 0,007 \text{ g/cm}^3$.

2.4 Cinética de secagem das espumas e difusividade efetiva

As espumas preparadas, nas condições anteriormente definidas, foram desidratadas usando a técnica de secagem de camada de espuma. As espumas de ameixa foram espalhadas uniformemente em uma bandeja de alumínio (36.9 x 21.8 x 0.8 cm) e a secagem foi realizada numa estufa de recirculação (Tecnal, Brasil) a $70 \text{ }^\circ\text{C}$, com uma velocidade de ar de 2 m/s . Todos os experimentos foram realizados em duplicata. A cinética de secagem foi acompanhada pela perda de massa da espuma. A bandeja contendo a amostra de espuma foi pesada a cada 5 minutos até atingir massa constante. A razão de umidade (MR) foi calculada a partir da Equação 4.

$$MR = \frac{M(t) - M_e}{M_0 - M_e} \quad (4)$$

onde M_0 , $M(t)$ e M_e representam a umidade da espuma (kg/kg base seca) no tempo inicial, no tempo t e no equilíbrio, respectivamente. Considerou-se a umidade de equilíbrio como o valor da umidade do material ao atingir peso constante, ou seja, taxa de secagem igual a zero.

A equação da difusão de Fick (Crank, 1975) foi usada como modelo matemático para avaliar a cinética da secagem em camada de espuma. A geometria de placa plana foi considerada no modelo, de acordo com a Equação 5 (Doymaz, 2006):

$$MR = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^2} \exp\left[-\frac{(2n-1)^2 \pi^2 D_{eff} t}{4L^2}\right] \quad (5)$$

Onde D_{eff} é a difusividade efetiva (m^2/s), t é o tempo de secagem (min) e L é a espessura da bandeja (m).

Foram considerados os quatro primeiros termos da série ($n=4$), ajustando-se o modelo ao conjunto de dados da razão de umidade em função do tempo para cada experimento. Utilizou-se o programa Statistics 7.0 para ajuste do modelo, determinando-se a difusividade efetiva.

2.5 Análises das propriedades do pó

2.5.1 Densidade aparente e compactada

A densidade aparente foi determinada adicionando-se 5 g do pó em um cilindro graduado de 10 mL . A proveta foi pesada e o volume ocupado pelo pó foi medido sem bater o recipiente para evitar a compactação do pó. A densidade compactada foi determinada deixando a proveta anteriormente pesada cair de uma altura de 20 cm sobre uma superfície

horizontal emborrachada, até a ausência de variação no volume (Chegini & Ghobadian, 2005). A densidade aparente e a densidade compactada foram calculadas usando as Equações 8 e 9, respectivamente:

$$\text{Densidade aparente } (\rho_a) = \frac{\text{Massa do pó de ameixa (g)}}{\text{Volume do pó de ameixa (cm}^3\text{)}} \quad (8)$$

$$\text{Densidade compactada } (\rho_c) = \frac{\text{Massa do pó de ameixa (g)}}{\text{Volume do pó de ameixa compactado (cm}^3\text{)}} \quad (9)$$

2.5.2 Fluidez e coesão do pó

A fluidez e a coesão dos pós foram avaliadas em termos de índice de Carr (IC) e razão de Hausner (RH), respectivamente (Tze et al., 2012). O IC (Carr 1965) e RH (Hausner, 1967) foram calculados usando as fórmulas 10 e 11, respectivamente:

$$\text{Índice de Carr (IC)} = 100 \times \frac{\rho_c - \rho_a}{\rho_c} \quad (10)$$

$$\text{Razão de Hausner (RH)} = \frac{\rho_c}{\rho_a} \quad (11)$$

Onde ρ_a e ρ_c representam as densidades aparente e compactada (g/cm^3), respectivamente. A Tabela 1 indica a classificação da fluidez do pó com base nas faixas de IC e RH.

Índice de Carr (%)		Razão de Hausner	
Fluidez	Parâmetro	Coesão	Parâmetro
Muito boa	< 15%	Alta	> 1,4
Boa	15 – 20%		
Regular	20 – 35%	Intermediária	1,2 – 1,4
Ruim	35 – 45%		
Muito ruim	> 45%	Baixa	< 1,2

Tabela 1

Classificação de fluidez e coesão do pó baseada no índice de Carr e na razão de Hausner

Fonte: Jinapong et al. (2008).

2.5.3 Acidez titulável

Como a ameixa apresenta coloração rosada, foi utilizado o método de determinação da acidez titulável por volumetria potenciométrica, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). O método baseia-se na titulação potenciométrica da amostra com solução de hidróxido de sódio onde se determina o ponto de equivalência pela medida do pH da solução.

O potenciômetro foi calibrado com as soluções-tampão de 4 e 7 de acordo com as instruções do fabricante. Foi pesado 1 grama da amostra e diluído com 50 mL de água. Agitou-se moderadamente e o eletrodo foi mergulhado na solução. Titulou-se com a solução de hidróxido de sódio 0,1 M até uma faixa de pH (8,2-8,4). A acidez titulável foi calculada conforme a equação 12. Os resultados foram expressos em gramas de ácido málico por 100 gramas da amostra.

$$\text{Acidez titulável} = \frac{M_{\text{NaOH}} \cdot F_c \cdot V_{\text{NaOH}} \cdot \text{Eq}_{\text{ácido}}}{10 \cdot m_{\text{pó}}}$$

(12)

Onde M_{NaOH} , V_{NaOH} e F_c representam a molaridade (mol/L), o volume (mL) e o fator de correção do hidróxido de sódio, respectivamente; $\text{Eq}_{\text{ácido}}$ é o equivalente ácido para o ácido málico (67,04) e $m_{\text{pó}}$ é a massa do pó de ameixa utilizada (g).

2.5.4 Atividade de água

As amostras foram transferidas para cápsulas de polietileno, com diâmetro interno de 3,8 cm para determinação da atividade de água em medidor de atividade Aqua Lab (modelo 3TE, Decagon Devices, Pullman, EUA), na temperatura de 25°C.

2.5.5 Umidade

A umidade do pó foi determinada de forma direta, utilizando um grama de pó em balança de umidade de infravermelho (MARTE ID-200).

2.5.6 Solubilidade

Foi determinada pelo método de Cano-Chauca et al. (2005) com modificações. Diluiu-se um grama da amostra em pó em 100 mL de água destilada, sob agitação mecânica de 2500 rpm por 5 minutos. As soluções foram transferidas para tubos e centrifugadas a 2600 rpm por 5 minutos. Alíquotas do sobrenadante (20 mL) foram transferidas para pesa-filtros, previamente tarados e submetidas à secagem em estufa a 70°C por 24 horas. O percentual de solubilidade foi calculado da Equação 13.

$$\% \text{ Solubilidade} = \frac{m_{\text{amostra final}} \cdot (100 + m_{\text{pó}})}{m_{\text{amostra inicial}} \cdot m_{\text{pó}}} \quad (13)$$

Onde $m_{\text{amostra inicial}}$ representa a massa da amostra antes da secagem (g), $m_{\text{amostra final}}$ é a massa da amostra após 24 horas (g) e $m_{\text{pó}}$ é a massa do pó de ameixa (g).

2.5.7 Higroscopicidade

A higroscopicidade foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Cai e Corke (2000) com algumas modificações, baseadas no estudo de Tonon *et al.* (2010) e descritas na sequência. Colocou-se aproximadamente 1 g de cada amostra em um recipiente hermético contendo uma solução saturada de NaCl 40% (umidade relativa de 75,29%) a 25°C e, após uma semana, as amostras foram pesadas. A higroscopicidade foi expressa como g de umidade adsorvida por 100 g de massa seca da amostra (g 100g⁻¹).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Influência do tempo de batimento na expansão da espuma de ameixa

Os efeitos do tempo de batimento sobre a expansão da espuma de ameixa são mostrados na Fig. 1. A expansão variou no range de 506,06 – 782,59% no intervalo de tempo de batimento de 6 – 14 minutos para a concentração de albumina analisada.

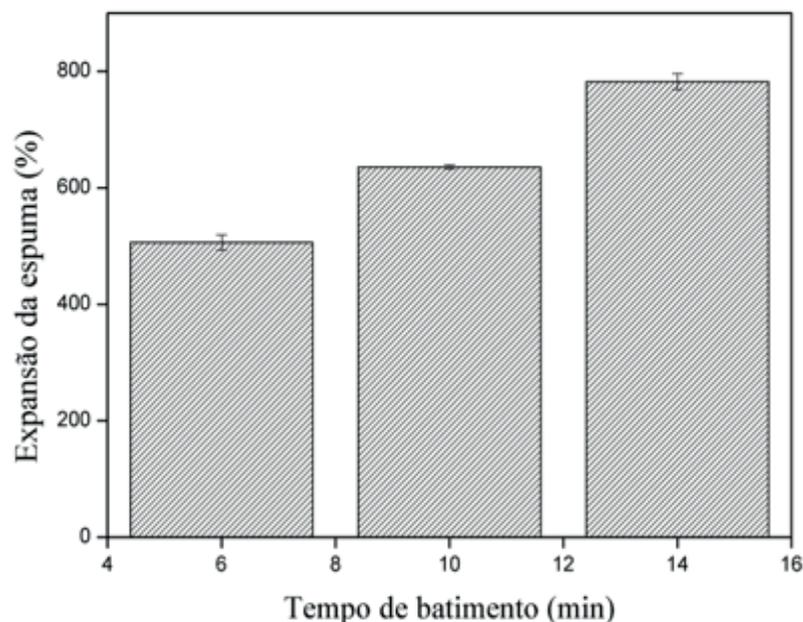


Fig.1. Expansão da espuma de ameixa nos tempos de batimento de 6, 10 e 14 minutos

Os valores obtidos para a expansão da espuma de ameixa foram bastante elevados e muito superiores aos relatados para as espumas de banana (Thuwapanichayanan *et al.*,

2012), mamão (Kandasamy *et al.*, 2014), yacon (Franco *et al.*, 2015), camarão (Azizpour *et al.*, 2014), melão (Sangamithra *et al.*, 2015) e beterrada (Ng & Sulaiman, 2018).

A Fig. 1 fornece dados importantes sobre o comportamento da espuma de ameixa em função do tempo de batimento. O processo de batimento favorece a incorporação e o aprisionamento do ar no líquido em forma de bolhas e isto leva a uma diminuição da densidade da espuma à medida que o tempo de batimento aumenta (Thuwapanichayanan *et al.*, 2008) e, conseqüentemente, a um aumento na expansão da espuma.

3.2 Densidade e porosidade da espuma

A análise dos parâmetros físicos foi realizada para que se pudesse verificar a influência da incorporação de ar em diferentes propriedades da espuma, com o intuito de analisar se um elevado percentual de expansão da espuma de ameixa, conforme foi evidenciado neste estudo, seria favorável ou não ao processo de secagem.

Na Tabela 2 são exibidas as medidas da densidade e porosidade das espumas. Observa-se a interferência do tempo de batimento sobre as variáveis analisadas e a tendência oposta de comportamento entre a densidade e a porosidade da espuma. Isso ocorreu porque o aumento do tempo de batimento provocou a elevação da expansão da espuma, ou seja, maior incorporação de ar resultando em mais frações de vazios no meio e, conseqüentemente, redução da densidade (Bergman *et al.*, 2011).

Tempo de batimento (min)	Densidade da espuma (g/cm ³)	Porosidade da espuma
6	0,160 + 0,003 ^a	0,835 + 0,003 ^a
10	0,132 + 0,001 ^b	0,864 + 0,001 ^b
14	0,110 + 0,002 ^c	0,887 + 0,002 ^c

Tabela 2 –Densidade e porosidade das espumas

Nível de significância $p \leq 0,05$. Letras diferentes indicam que houve diferença significativa entre as amostras.

Com isso, evidencia-se na Tabela 2 que o aumento da porosidade da espuma de 0,835 para 0,887 acarreta a diminuição da densidade de 0,160 para 0,110 g/cm³. Resultado semelhante também foi encontrado por Dehghannya *et al.* (2019) para secagem de suco de lima, observando a mesma relação entre a expansão, densidade e porosidade da espuma reportada no presente trabalho para todas as condições de tempo de batimento. Neste trabalho, as espumas apresentaram valores decrescentes de densidade, dentro do intervalo de tempo de batimento de 6 a 14 minutos, mostrando que quanto maior o tempo de batimento, mais elevada é a expansão e a porosidade da espuma.

3.3 Cinética de secagem e difusividade efetiva

As curvas de secagem para diferentes tempos de batimento podem ser vistas na Fig. 2. Observa-se que o aumento no tempo de batimento provocou uma diminuição do tempo de secagem de 75 para 50 min. Tendência semelhante também foi evidenciada no estudo

realizado por Thuwapanichayanan *et al.* (2008) para secagem de espuma de banana.

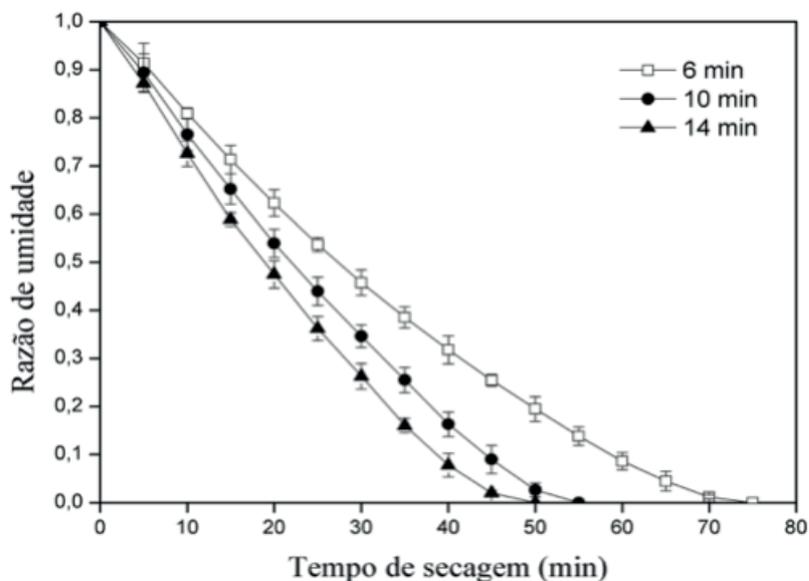


Fig.2. Curvas de secagem para diferentes tempos de batimento.

Comparando os resultados exibidos na Tabela 2 para a densidade e porosidade da espuma com os valores do tempo de secagem (Tabela 3), observa-se que a elevação da porosidade da espuma e, conseqüentemente, o decréscimo da densidade mostraram que a incorporação de ar elevada não prejudicou o tempo de secagem, demonstrando que o ar apesar de apresentar baixa constante de condutividade (k), $0,0287 \text{ W/m.K}$ (Kumar *et al.*, 2014), favorece a transferência de calor e massa devido ao aumento da área superficial do material.

Na tabela 3 são exibidos os valores da difusividade efetiva calculados a partir do ajuste do modelo de Fick aos dados experimentais da razão de umidade em função do tempo, bem como os respectivos coeficientes de determinação. Conforme observa-se, os coeficientes de determinação foram da ordem de 94% em média, valores satisfatórios e semelhantes aos encontrados por Sangamithra *et al.* (2015) para a secagem de melão. As difusividades efetivas ficaram compreendidas entre $6,274 \cdot 10^{-7}$ a $9,349 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, valores superiores aos relatados para alimentos que compreendem uma faixa de 10^{-12} a $10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ (Franco *et al.*, 2017). O valor mais elevado para o coeficiente de difusão efetiva foi encontrado para o tempo de batimento de 14 minutos. Observando os resultados expostos na Tabela 3, percebe-se que a difusividade efetiva é influenciada pelo tempo de batimento, conforme também foi evidenciado por Kadam e Balasubramanian (2011) para a secagem de suco de tomate e por Dehghannya *et al.* (2018) para suco de lima.

Tempo de batimento (min)	Tempo de secagem (min)	Difusividade efetiva (m ² /s)	R ²
6	75	6,274.10 ⁻⁷	0,944
10	55	7,911.10 ⁻⁷	0,937
14	50	9,349.10 ⁻⁷	0,943

Tabela 3 – Tempo de secagem e difusividade efetiva

3.4 Densidade aparente e compactada

A densidade é um dos parâmetros críticos que afetam as propriedades funcionais do pó (Sangamithra *et al.*, 2016). As análises das densidades aparente e compactada são de baixo custo e muito úteis para produtos em pó por gerarem resultados que indicam uma perspectiva do empacotamento, do arranjo das partículas e do perfil de compactação de um material (Shishir *et al.*, 2014).

A densidade aparente típica de produtos secos com espuma é de 0,2 - 0,6 g/cm³ (Dehghannya *et al.*, 2018). Neste estudo, a densidade aparente do pó de ameixa variou entre 0,200 e 0,249 g/cm³, enquanto a densidade compactada variou de 0,284 a 0,426 g/cm³. Verificou-se que tanto a densidade aparente quanto a compactada seguiram a mesma tendência, quanto maior a expansão, menores são os valores obtidos para ambas as densidades. O aumento do tempo de batimento proporcionou a diminuição da densidade aparente e compactada. Isso ocorreu porque expansões maiores favorecem a transferência de calor e massa dentro do material devido ao aumento da área superficial e porosidade, resultando na remoção facilitada da umidade (Chegini & Ghobadian, 2005). Outro fator importante observado neste estudo está relacionado a estabilidade das espumas, verificou-se que o aumento na expansão proporcionou a formação de espumas mais estáveis e com isso não ocorria o colapso da estrutura do material que causa um aumento nas densidades aparente e compactada do pó (Benstain *et al.*, 1993).

Tempo de batimento (min)	Densidade aparente (g/cm ³)	Densidade compactada (g/cm ³)	Razão de Hausner	Índice de Carr
6	0,268 + 0,001a	0,426 + 0,009a	1,587	36,981
10	0,254 + 0,004b	0,373 + 0,002b	1,472	32,065
14	0,237 + 0,001c	0,326 + 0,003c	1,374	27,233

Tabela 4

Densidades e parâmetros de fluidez dos pós

Nível de significância $p \leq 0,05$. Letras iguais indicam que não houve diferença significativa entre as amostras.

A capacidade de fluidez (índice de Carr - IC) e a coesão (razão de Hausner - RH) dos pós de ameixa são mostrados na Tabela 4. O IC e RH medem as propriedades de fluxo dos pós. Os valores de IC foram encontrados na faixa de 27,233 a 36,981, enquanto os valores de RH de pó de ameixa foram encontrados na faixa de 1,374 a 1,587, dependendo

da condição de tempo de batimento. Com base na Tabela 1, os pós de ameixa possuem uma fluidez (IC) ruim para a condição de 6 minutos de tempo de batimento e regular para as demais condições. Quanto à razão de Hausner, apresentam alta coesão para as espumas obtidas com 6 minutos e intermediária para as demais, 10 e 14 minutos de batimento.

A coesão das partículas de pó é causada principalmente por forças interpartículas, como as forças de van der Waals. Outros fatores, como o intertravamento mecânico, também podem ter influência, principalmente em materiais grossos, se não esféricos (Geldart *et al.*, 2009). Como a maioria dos materiais orgânicos é pó não esférico, isso pode ser uma razão para os pós estudados não serem pós de fluxo livre. A fluidez do pó também pode ser explicada em termos de adesão interparticulada ou viscosidade, que é afetada pelo alto nível de açúcar presente nos alimentos (Bhandari & Howes, 1999).

3.5 Propriedades físico-químicas do pó

Conforme mostrado na Tabela 5, o tempo de batimento da espuma tem influência significativa ($p \leq 0,05$) em todas as propriedades analisadas, exceto a higroscopicidade. Verificou-se que a acidez titulável variou no intervalo de 7,646 a 8,991 g de ácido málico por 100 gramas de amostra para as condições estudadas. O ácido málico, que é um ácido orgânico não volátil e predominante na ameixa, é um dos ácidos orgânicos importantes que dão odor e sabor a frutas, além de atuar como um tampão para equilibrar o pH celular. Neste estudo, foi observado que o aumento no tempo de batimento provocou uma diminuição na acidez titulável das espumas. A elevação no tempo de batimento acarretou em maiores expansões o que leva a menores tempos de secagem e com isso a um menor tempo de exposição do material ao calor, visto que o aumento na área superficial da espuma facilita a transferência de calor e massa. Com isso, atribui-se que nas espumas expostas ao calor por mais tempo pode ter ocorrido a conversão de açúcares em ácidos orgânicos o que fez aumentar o teor de ácido málico das amostras (Abbasi & Azizpour, 2016).

O teor de umidade dos pós de ameixa (Tabela 5) variou entre 2,500 g/100 g a 3,350 g/100 g, valores satisfatórios e inferiores aos produtos comerciais de baixa umidade como tomate em pó (3,4 a 4,0 g/100 g), café solúvel (de 4,18 a 5,25 g/100 g) e leite em pó (2 a 3,5 g/100 g), indicando uma disponibilidade muito baixa de água para a ocorrência de reações químicas e crescimento microbiológico (Jaya & Das, 2004), resultando em um produto estável.

A estabilidade de um produto alimentício está ligada tanto ao teor de umidade quanto à disponibilidade de água no alimento a ser usada para reações químicas (Lewicki, 2004). Quando métodos para conservação de alimentos são estudados, a determinação da atividade de água - parâmetro que expressa a água livre, definido como a razão entre a pressão do vapor de água dos alimentos e a pressão do vapor de água pura na mesma temperatura (Franco, *et al.*, 2016) - é crucial, visto que um alimento com alto A_w está mais susceptível ao crescimento microbiano, a maior taxa de resposta enzimática e a reação de Mallard, com isso uma redução na atividade da água a valores próximos de zero favorece a durabilidade

do produto (Shaari *et al.*, 2018). Os valores para A_w encontrados para os pós de ameixa (Tabela 5) variaram de 0,284 a 0,426. Resultados semelhantes também foram relatados por alguns pesquisadores: Breda *et al.* (2012) encontraram A_w na faixa de 0,200 - 0,300 para pós de suco de guavira, Krasaekoopt & Bhatia (2012) relataram um intervalo de 0,320 - 0,350 para o pó obtido da secagem de espumas de iogurte com albumina, Shaari *et al.* (2018) encontraram uma atividade de água na faixa de 0,320 – 0,410 para o pó de abacaxi, Ng e Sulaiman (2018) obtiveram pó de beterraba com A_w no intervalo de 0,3920 - 0,4570, dentre outros estudos.

A solubilidade é uma das avaliações mais práticas da qualidade do pó, pois descreve o comportamento dos pós em solução aquosa (Michalska *et al.*, 2016). Durante a reidratação, um excelente pó deve molhar instantaneamente, submergir em vez de flutuar e difundir sem inchar (Hogekamp & Schubert, 2003). Os valores para a solubilidade dos pós de ameixa obtidos neste trabalho são mostrados na Tabela 5 e variaram entre 65,357 e 80,159 %. O pó seco na condição de maior expansão da espuma (14 minutos de batimento) por possuir maior porosidade levou ao aumento da penetrabilidade do pó, aumentando assim a solubilidade. Isso pode ser atribuído ao fato de que o baixo teor de umidade parece estar associado à rápida reidratação (Goula & Adamopoulos, 2008), pois quanto menor o teor de umidade, menos pegajoso é o pó e, portanto, maior será a área de superfície em contato com a água de reidratação (Fazaeli *et al.*, 2012). Observou-se que a menor solubilidade está relacionada com a menor porosidade e maior densidade aparente, portanto, este último parâmetro pode ser usado para melhorar a solubilidade dos pós de ameixa (Bhandari *et al.*, 2013).

Tempo de batimento (min)	Acidez titulável (g de ácido málico/100 g)	Atividade de água	Umidade (g de água/100g)	Solubilidade (%)	Higroscopicidade (g de água/100 g de sólido seco)
6	8,991 + 0,175a	0,426 + 0,009a	3,350 + 0,070a	65,357 + 0,311a	20,460 + 0,593a
10	8,151 + 0,001b	0,373 + 0,002b	2,900 + 0,010b	75,152 + 0,147b	19,642 + 0,308a
14	7,646 + 0,117c	0,284 + 0,007c	2,500 + 0,140c	80,159 + 1,132c	19,840 + 0,422a

Tabela 5

Propriedades físico-químicas dos pós

Nível de significância $p < 0,05$. Letras iguais indicam que não houve diferença significativa entre as amostras.

A higroscopicidade é a capacidade de um pó alimentar adsorver a água de um ambiente com umidade relativa superior ao teor de umidade de equilíbrio e está relacionada à sua estabilidade física, química e microbiológica. A análise do comportamento higroscópico desses produtos fornece informações essenciais principalmente quando se trata de estabelecer condições de secagem, embalagem e armazenamento (Oliveira *et al.*, 2014). O valor de higroscopicidade do pó de ameixa apresentou valor de higroscopicidade de 19,642 a 20,460 g/100 g. O pó de ameixa produzido neste trabalho possui alta higroscopicidade,

devido à conformação polar na estrutura da albumina que aumenta a capacidade do pó de atrair moléculas de água ao entrar em contato com o ar circundante (Shaari *et al.*, 2018).

4 | CONCLUSÃO

No estudo realizado, foi evidenciado que os parâmetros tempo de secagem e difusividade efetiva sofrem alteração conforme a variação da densidade e porosidade da espuma, mostrando que quanto maior a incorporação de ar, menor é o tempo de secagem e mais elevada é a difusividade efetiva. O valor da difusividade efetiva de transferência de massa calculado a partir do ajuste do modelo ficou compreendido entre $6,274 \cdot 10^{-7}$ a $9,349 \cdot 10^{-7}$ m²/s, sendo bastante satisfatório e superior aos resultados encontrados para frutas na literatura. A influência do tempo de batimento sobre as variáveis analisadas foi evidenciada para as condições estudadas e verificou-se que o aumento da área superficial favorece a transferência de calor e massa.

As propriedades do pó também apresentaram variação conforme aumento do tempo de batimento. As análises físico-químicas realizadas mostraram que o aumento do tempo de batimento forneceu ao pó características de fluidez melhores, diminuição da acidez total titulável, da atividade de água e do teor de umidade e maior solubilidade quando comparamos os pós nas condições estudadas. Portanto, a secagem em camada de espuma pode ser aplicada no processamento de ameixa. Dentre as condições avaliadas neste estudo, concluiu-se que o tempo de batimento mais elevado, 14 minutos, forneceu um pó de ameixa mais solúvel e não susceptível à atividade microbiana, tornando-o um produto com bastante durabilidade.

REFERÊNCIAS

- Abbasi, E., & Azizpour, M. (2016). **Evaluation of physicochemical properties of foam mat dried sour cherry powder**. *LWT - Food Science and Technology*, 68, pp. 105-110. doi:10.1016/j.lwt.2015.12.004
- Azizpour, M., Mohebbi, M., & Khodaparast, M. (2014). **Optimization of foaming parameters and investigating the effects of drying temperature on the foam-mat drying of shrimp (*Penaeus indicus*)**. *Drying technology*, 32, pp. 374-384. doi:10.1080/07373937.2013.794829
- Azizpour, M., Mohebbi, M., & Khodaparast, M. H. (2016). **Effects of foam-mat drying temperature on physico-chemical and microstructural properties of shrimp powder**. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 34, pp. 122-126. doi:10.1016/j.ifset.2016.01.002
- Benstain, C., Garcia, H., & Vazquez, A. (1993). **Foam-mat dehydration of Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa L.*) instant drink**. *Drying Technology*, 11, pp. 221-228. doi:10.1080/07373939308916811
- Bergman, T. L., Lavine, A. S., Incropera, F. P., & DeWitt, D. P. (2011). **Fundamentals of Heat and Mass Transfer (Seventh ed.)**. Jefferson city: John Wiley and sons.
- Bhandari, B., & Howes, T. (1999). **Implication of glass transition for the drying and stability of dried foods**. *Journal of Food Engineering*, 40, pp. 71-79. doi:10.1016/S0260-8774(99)00039-4

- Bhandari, B., Bansal, N., Zhang, M., & Schuck, P. (2013). **Handbook of food powders**. (B. B. Bhandari, Ed.) Woodhead Publishing Limited.
- Cai, Y. Z., & Corke, H. (2000). **Production and properties of spraydried *Amaranthus betacyanin* pigments**. *Journal of Food Science*, 65, pp. 1248-1252. doi:10.1111/j.1365-2621.2000.tb10273.x
- Cano-Chauca, M., Stringheta, P., Ramos, A., & Cal-Vidal, J. (2005). **Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization**. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6, pp. 420-428. doi:10.1016/j.ifset.2005.05.003
- Carr, R. (1965). **Evaluating flow properties of solids**. *Chemical Engineer*, 72, pp. 163-168.
- Chegini, G., & Ghobadian, B. (2005). **Effect of Spray-Drying Conditions on Physical Properties of Orange Juice Powder**. *Drying Technology*, 23, pp. 657 - 668. doi:10.1081/DRT-200054161
- Crank, J. (1975). **The mathematics of diffusion**. Oxford: Clarendon Press.
- Dehghannya, J., Pourahmad, M., Ghanbarzadeh, B., & Ghaffari, H. (2018). **Heat and mass transfer modeling during foam-mat drying of lime juice as affected by different ovalbumin concentrations**. *Journal of Food Engineering*, 238, pp. 164-177. doi:10.1016/j.jfoodeng.2018.06.014
- Dehghannya, J., Pourahmada, M., Ghanbarzadeha, B., & Ghaffarib, H. (2019). **A multivariable approach for intensification of foam-mat drying process: Empirical and three-dimensional numerical analyses**. *Chemical Engineering & Processing: Process Intensification*, 135, pp. 22-41. doi:10.1016/j.cep.2018.11.010
- Doymaz, I. (2006). **Thin-layer drying behaviour of mint leaves**. *Journal of Food Engineering*, 74, pp. 370-375. doi:10.1016/j.jfoodeng.2005.03.009
- Fazaeli, M., Emam-Djomeh, Z., Ashtari, A. K., & Omid, M. (2012). **Effect of spray drying conditions and feed composition on the physical properties of black mulberry juice powder**. *Food and Bioproducts Processing*, 90, pp. 667-675. doi:10.1016/j.fbp.2012.04.006
- Foegeding, E. A., Luck, P., & Davis, J. (2006). **Factors determining the physical properties of protein foams**. *Food Hydrocolloids*, 20, pp. 284-292. doi:10.1016/j.foodhyd.2005.03.014
- Franco, T. S., Perussello, C. A., Ellendersen, L. N., & Masson, M. L. (2016). **Effects of foam mat drying on physicochemical and microstructural properties of yacon juice powder**. *LWT - Food Science and Technology*, 66, pp. 503-513. doi:10.1016/j.lwt.2015.11.009
- Franco, T., Ellendersen, L., Fattori, D., Granato, D., & Masson, M. (2015). **Influence of the Addition of Ovalbumin and Emulsifier on the Physical Properties and Stability of Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) Juice Foams Prepared for FoamMat Drying Process**. *Food and Bioprocess Technology*, 8, pp. 2012-2026. doi:10.1007/s11947-015-1553-5
- Franco, T., Perussello, C., Ellendersen, L., & Masson, M. (2017). **Effect of process parameters on foam mat drying kinetics of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and thin-layer drying modelling of experimental data**. *Journal of Food Process Engineering*, 40, pp. 1-10. doi:10.1111/jfpe.12264
- Geldart, D., Abdullah, E., & Verlinden, A. (2009). **Characterization of dry powders**. *Powder Technology*, 160, pp. 70-74. doi:10.1016/j.powtec.2008.04.089
- Goula, A., & Adamopoulos, K. (2008). **Effect of maltodextrin addition during spray drying of tomato pulp in dehumidified air: I. Drying kinetics and product recovery**. *Drying Technology*, 26, pp. 714-725. doi:10.1080/07373930802046369
- Hausner, H. (1967). **Friction conditions in a mass of metal powder**. *International journal of powder*

metallurgy, 3, pp. 7-13.

Hogekamp, S., & Schubert, H. (2003). **Rehydration of food powders**. Food Science & Technology Internship, 9, pp. 223-235. doi:10.1177/1082013203034938

Instituto Adolfo Lutz. (14 de 10 de 2008). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. Fonte: <<http://www.ial.sp.gov.br/index.html>>

Jaya, S., & Das, H. (2004). **Effect of maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phosphate on vacuum dried mango powder properties**. Journal of Food Engineering, 63, pp. 125-134. doi:10.1016/S0260-8774(03)00135-3

Jinapong, N., Supphantharika, M., & Jamnong, P. (2008). **Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration**. Journal of Food Engineering, 84, pp. 194-205. doi:10.1016/j.jfoodeng.2007.04.032

Kadam, D. M., & Balasubramanian, S. (2011). **Foam mat drying of tomato juice**. Journal of Food Processing and Preservation, 35, pp. 488-495 . doi:10.1111/j.1745-4549.2010.00492.x

Kandasamy, P., Varadharaju, N., Kalemullah, S., & Maladhi, D. (2014). **Optimization of process parameters for foam-mat drying of papaya pulp**. Journal of Food Science Technology, 51, pp. 2526-2534. doi:10.1007/s13197-012-0812-y

Karim, A., & Wai, C. (1999). **Characteristics of foam prepared from starfruit (Averrhoa carambola L.) puree by using methylcellulose**. Food hydrocolloids, 13, pp. 203-210. doi:10.1016/S0268-005X(98)00086-1

Krasaekoopt, W., & Bhatia, S. (2012). **Production of yogurt powder using foam-mat drying**. AU Journal of Technology, 15, pp. 166-171.

Kumar, C., Millar, G. J., & Karim, M. A. (2014). **Effective Diffusivity and Evaporative Cooling in Convective Drying of Food Material**. Drying technology, 33, pp. 227-237. doi:10.1080/07373937.2014.947512

Lewicki, P. (2006). **Design of hot air drying for better foods**. Trends in Food Science and Technology, 17, pp. 153–163. doi:10.1016/j.tifs.2005.10.012

Lomakina, K., & Míková, K. (2006). **Study of the factors affecting the foaming properties of egg white - a review**. Czech Journal of Food Science, 24, pp. 110-118. doi:10.17221/3305-CJFS

Michalska, A., Wojdylo, A., Lech, K., Lysiak, G., & Figiel, A. (2016). **Physicochemical properties of whole fruit plum powders obtained using different drying technologies**. Food chemistry, 207, pp. 223-232. doi:10.1016/j.foodchem.2016.03.075

Muthukumar, A., Ratti, C., & Raghavan, V. (2008). **Foam-mat freeze drying of egg white - Mathematical modeling Part II: Freeze drying and modeling**. Drying Technology, 26, pp. 513-518. doi:10.1080/07373930801929615

Ng, M., & Sulaiman, R. (2018). **Development of beetroot (Beta vulgaris) powder using foam mat drying**. LWT - Food Science and Technology, 88, pp. 80-86. doi:10.1016/j.lwt.2017.08.032

Oguntunde, A. O., & Adejo, M. O. (1993). **Effect of foam stabilizing agents on density, stability and bubble size index of soymilk foams**. Nigerian Food Journal, 11, pp. 109-117.

Oliveira, D. M., Clemente, E., & Costa, J. M. (2014). **Hygroscopic behavior and degree of caking of grugru palm (Acrocomia aculeate) powder**. Journal of Food Science and Technology, 51, pp. 2783-2789. doi:10.1007/s13197-012-0814-9

- Raharitsifa, N., Genovese, D. B., & Ratti, C. (2006). **Characterization of apple juice foams for foam mat drying prepared with egg white protein and methylcellulose**. *Journal of food science*, 71, pp. 142-151. doi:10.1111/j.1365-2621.2006.tb15627.x
- Sangamithra, A., Sivakumar, V., John, S., & Kannan, K. (2016). **Optimization of foaming properties and foam mat drying of muskmelon using soy protein**. *Journal of Food Process and Engineering*, 39, pp. 692-701. doi:10.1111/jfpe.12261
- Sangamithra, A., Sivakumar, V., Kannan, K., & John, S. (2015). **Foam-mat drying of muskmelon**. *International journal of food engineering*, 11, pp. 127-137. doi:10.1515/ijfe-2014-0139
- Shaari, N., Sulaiman, R., Rahman, R., & Bakar, J. (2018). **Production of pineapple fruit (Ananas comosus) powder using foam mat drying: Effect of whipping time and egg albumen concentration**. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42, pp. 1-10. doi:10.1111/jfpp.13467
- Shishir, M., Taip, F., Aziz, N., & Talib, R. (2014). **Physical properties of spray-dried pink guava (Psidium guajava) powder**. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, pp. 74-81. doi:10.1016/j.aaspro.2014.11.011
- Thuwapanichayanan, R., Prachayawarakorn, S., & Soponronnarit, S. (2008). **Drying characteristics and quality of banana foam-mat**. *Journal of Food Engineering*, 86, pp. 573-583. doi:10.1016/j.foodeng.2007.11.008
- Thuwapanichayanan, R., Prachayawarakorn, S., & Soponronnarit, S. (2012). **Effects of foaming agents and foam density on drying characteristics and textural property of banana foams**. *LWT - Food Science & Technology*, 47, pp. 348-357. doi:10.1016/j.lwt.2012.01.030
- Tonon, R., Brabet, C., & Hubinger, M. (2010). **Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açai (Euterpe oleracea Mart.) juice produced with different carrier agents**. *Food Research International*, 43, pp. 907-914. doi:10.1016/j.foodres.2009.12.013
- Tze, N., Han, C., Yusof, Y., Ling, C., Talib, R., Taip, F., & Aziz, M. (2012). **Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant**. *Food Science and Biotechnology*, 21, pp. 675-682. doi:10.1007/s10068-012-0088-z

OPTIMIZED COMMUNICATION PLAN AND ITS IMPACT ON THE EMERGENCY AND CONTINGENCY PLAN REGARDING RESPONSE TIMES IN CRISIS SITUATIONS IN THE AIRLINE INDUSTRY

Data de aceite: 23/06/2020

Lúcia de Fátima Silva Piedade

Departamento de Ciências Aeroespaciais,
Faculdade de Engenharia, Universidade da Beira
Interior, Covilhã, Portugal
email : luciasilvapiedade@gmail.com

Jorge Miguel dos Reis Silva

Departamento de Ciências Aeroespaciais,
Faculdade de Engenharia, Universidade da Beira
Interior, Covilhã, Portugal
CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade
de Lisboa, Lisboa, Portugal

ABSTRACT: There is a gap in the communication plan for crisis response in place. The deepening and exploration of typologies of organizational crises in the air sector will optimize the response times that can satisfy or mitigate the worsening of the situations, setting off a new challenge.

This work analyzes the crises spread in the Organization, taking into account their effects, response time (partial and total) and entities involved. In theory, the goal is to understand how the crisis response should be and how the system responds to the same type of crisis. It is through the gathering of information, reading and research of the subject literature that this will be analyzed based in success cases, typologies of crisis and models of response time

existing in other infrastructures. The study will shine a light on the different crisis typologies as well as their propagation at a Portuguese medium size airport, leading to the creation of a model for a quick and effective response to it; thus minimizing the response time and eventual recourse due to the analysis of success cases in similar infrastructures. After the development of studies and research on crisis typologies and their affectation in terms of effects, time and entities involved, it is the objective of this study to produce a model or several to optimize the response time in crisis situations.

KEYWORDS: Airports, Airports system, crises, typology, communication plan, response times, air sector

PLANO DE COMUNICAÇÃO OTIMIZADO E RESPECTIVO IMPACTO NO PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA RELATIVAMENTE AOS TEMPOS DE RESPOSTA EM SITUAÇÕES DE CRISE NO SETOR AÉREO

RESUMO: Existe uma lacuna a nível de plano de comunicação para resposta a crises. O aprofundamento e exploração de tipologias de crises organizacionais no setor aéreo, de modo a otimizar os tempos de resposta capazes de satisfazer ou mitigar situações, desencadeia um novo desafio. No trabalho proceder-se-á à

análise da propagação de crises na Organização relativamente aos seus efeitos, tempo de resposta (parcial e total) e entidades envolvidas. O objetivo é: na teoria entender como deveria ser a resposta à crise e na prática compreender como o sistema responde para o mesmo tipo de crises. É através da metodologia de recolha de informação, leituras e pesquisas em literatura sobre o tema que serão analisados casos de sucesso, tipologias de crise e modelos de tempos de resposta existentes noutras infraestruturas. O estudo das tipologias de crise assim como a propagação das mesmas no aeroporto de Lisboa, levarão a cabo a criação de um modelo ou modelos para resposta em tipologias de crise identificadas, minimizando o tempo de resposta e com eventual recurso à análise de casos de sucesso em infraestruturas semelhantes. Após o desenvolvimento de estudos e investigação sobre tipologias de crise e a afetação das mesmas em termos de efeitos, tempo e entidades envolvidas, é objetivo deste estudo a produção de um modelo ou vários para a otimização do tempo de resposta em situações de crise.

PALAVRAS-CHAVE: Aeroportos, sistema aeroportuário, crises, tipologia, plano de comunicação, tempos de resposta, setor aéreo

INTRODUCTION

Based on studies carried out at a doctoral level of one of the authors (Piedade, 2017), the motivation that guided the realization of a new, more comprehensive research emerged. The deepening and exploration of other aspects in terms of organizational crises in the airline sector triggers a new challenge. It is on this basis that the idea of studying the typologies of crisis arises, as well as their propagation, in order to optimize the response times capable of satisfying or mitigating crisis situations. Especially when the interference of new social technologies is predominant for the affectation / change and or resolution of the crisis itself.

It is based on the theoretical study that was later carried out, that we set out to develop a new study, this time having the airport system of Airport A as its object (for reasons of confidentiality we will call it that), and bearing in mind objectives that may lead to production of a model for the optimization of the response time in crisis situations. This work is based on the development of studies and research on crisis typologies and their impact in terms of effects, time and entities involved.

The specific objectives that this study set out to achieve were: to survey the types of crisis at Airport A, namely air and land sides; analyze the spread of crises in the Organization in terms of their effects, response time (partial and total) and entities involved - in theory understand how the crisis response should be and in practice understand how the system responds to the same type of crises, and finally, to create a model for responding to crisis typologies identified or not, minimizing the response time with eventual recourse to the analysis of successful cases.

METHODOLOGY

The work methodology for this study followed the following steps: literature review, information collection, readings and literature searches on the topic. Success cases, types of crisis and response time models existing in other infrastructures were analyzed; a case study was prepared maintaining the stated methodology, namely the comparative analysis of the case under study with the existing good practices, and a proposal was made and respective validation, of the performance model.

LITERATURE REVIEW

A crisis is nothing more than a phenomenon that affects the development of the organization's normal activity; it is an occurrence with a negative potential that affects the organization, the company, the industry, as well as its audiences, products, services, image and reputation. It disrupts the normal flow of the organization's business, possibly jeopardizing its existence or not, but it may also not be catastrophic to the point of destroying the organization (Fearn-Banks, 2011).

Due to new environmental developments, terrorism, the proliferation of the media causing increasing exposure, companies have come to play a major role in crisis management (Coombs, 2007a). Still citing the same author, no organization is immune to a crisis because it can arise from inside or outside the organization, and the way in which the crisis is dealt with can save the organization or destroy it, especially when it comes to how communicates in a crisis situation.

The Institute for Crisis Management, defines crisis as a significant interruption in the business of an organization that encourages extensive media coverage. The result of this impact on public opinion can affect its operations and still have political, legal and financial impacts on its business.

The causes of a crisis can have a very wide origin, however there is a set of reasons that seem to be of greater relevance in the emergence of problematic situations (Lampreia, 2003); examples include human error, technical breakdown, restructuring and dismissals, debatable financial and commercial practices, lack of internal communication, external attack, natural disaster, and the problem or crisis of others.

Organizational communication is thus an element that cuts across all of the organization's actions and which sets up, in a lasting way, the construction of its culture and identity; the function is to promote internal cohesion around the company's values and mission, increase the organization's public visibility and promote its products and services, articulating and integrating the various languages that make up an organization's communication, which must be harmonized in in order to establish a unique language of the organization, allowing an effective communication (Oliveira, 2004).

Organizational communication consists of the company's relationship with its internal and external public, involving a set of procedures and techniques aimed at the communication

process and the dissemination of information on situations, results, mission, objectives, goals, projects, processes, standards, procedures and instructions (Matos, 2004).

Currently, the role of communication is to support a well-structured management model with the capacity to lead the company to face increasingly competitive challenges, in a society that becomes more demanding in quality and rights (Cardoso, 2006).

In crisis management, communication has also received particular attention from managers and researchers (Coombs and Holladay, 2010). The message conveyed, the information that is shared, the communication channels and their recipients are fundamental components of communication in crisis situations and whose management may dictate the organization's survival or non-survival.

Crisis management is defined as a process for strategically planning to eliminate some of the risk and uncertainties of the negative occurrences of a crisis, which may put the organization in control of its own destiny (Fearn-Banks, 2011). Crisis managers have an unremitting and continuous work to reduce the probability of a crisis situation as much as possible, as well as to prepare the organization for the day it arises (Coombs, 2012).

The various academic investigations allow us to structure guidelines on how to act when the crisis arises: speed - disseminating a response within the first hour after the crisis has occurred; accuracy - when the company communicates with its stakeholders, they will require accurate information about the event and how it might affect them; consistency - the organization must send unified responses to its stakeholders promoting consistency of the message - communication between the organization and its stakeholders is a two-way process; availability to the media - who should be the first sources to contact; and honesty - because the lack of it harms the relationship between the organization and its stakeholders. All this information must necessarily be fast and accurate for it to be useful (Coombs, 2007b; Coombs and Holladay, 2012).

Business models need to change, companies need to transform so that they are able to respond adequately to the impact and demands of social media. We will stop looking for the news, it will be the news that will come to meet us or even we will create it (Qualman, 2009).

According to Rainie and Wellman (2012), current technologies are still far from realizing any possible future scenario in its entirety, however, they represent a potential evolution from current trajectories.

In the air sector, the concept of crisis is closely linked to the concept of risk, because the sustainability and viability of the air sector depends largely on risk management, that is, on the identification, analysis, elimination, mitigation and prevention of hazards as it is described in ICAO Doc.9859 (2013).

Manuele (2003: 59) defines risk as “the potential for the realization of the unwanted, negative consequences of an event”.

ICAO (2013) defines risk as the “chance” that someone may be harmed by various dangers, together with an indication of how serious the damage may be.

According to the International Civil Aviation Organization (ICAO) Doc.9859 (2013) risk management (safety and security) in aviation is the identification, analysis and elimination

(and / or mitigation of an acceptable or tolerable level) of hazards, as well as subsequent risks that threaten the viability of an organization.

It is up to the organization, in the scope of its activity to anticipate crises, before they happen. Therefore, one of the truly important aspects for resolving a crisis, at the right time, is the timing of intervention in an emergency situation, as well as the urgency to give an immediate response (Lampreia, 2007).

The Emergency Plan of Airport A (2012), defines the sequence of actions of the operations that must be developed to control each of the possible emergency situations that occur at the Airport and in the vicinity. For its implementation, it was necessary to define basic and fundamental aspects such as the training of personnel and maintenance of operations.

It is in the Crisis Communication Plan (2018), that all steps for external communication are included; however, internal communication is also included in the case of workers not critical to the operation. This plan defines the responsibilities and actions for information management regardless of the type of occurrence.

The general objectives of this plan are: to map as many situations as possible in order to guarantee measures that will ensure a timely response to all audiences affected by the occurrence and those considered to be priorities; ensure that all levels of management have sufficient information to implement and maintain an effective crisis management system; define the main roles in crisis communication management within the Communication Department; establish protocols with the communication areas of all stakeholders identified in the Contingency Plan and Emergency Plan in order to ensure greater efficiency in the coordination of information to be provided to the media and the public in general. It also has operational objectives: to avoid additional operational constraints; control passenger flows and agglomeration; guarantee the continuity of the operation without constraints as well as the continuity of the operation (even with calculated constraints, the reliable information must be updated and forwarded to all interested parties to reassure stakeholders and users). Finally, it is necessary not only to inform all interested parties and users but also to monitor the Organization's reputation.

The Crisis Communication Plan deals with two different plans, with their own communication procedures and appropriate to the situations: Contingency Plan and Emergency Plan.

IROPS (Irregular Operations) is defined as exceptional events that require actions or training in addition to that normally practiced in aviation in normal operation by aviation service providers, which impact passengers, often for indeterminate periods of time.

The Contingency Plan (2018) aims to minimize the impact that disruptive events and irregularities in the operation may cause on passengers and be their repository in case of disruption, integrating the procedures of each partner, as well as the expected interaction between them, when applicable.

CASE STUDY

The two case studies analyzed, both on fuel supply failures that occurred in May 2017 and in April 2019, were analyzed in terms of the chronology of events, the impact, the actions that were taken; and also on what went well and less well, and the lessons learned.

The first case study (Case Study I) started on May 10, 2017: around 12 noon, the first irregularities reported by the operators appeared. At about 4 pm, a situation report is made regarding the parking capacity and the overcrowded terminal, and then the COE (Emergency Operations Center) is activated. The situation worsens, with no forecast of recovery, in the meantime decisions have been taken in order to resolve and / or mitigate the crisis. His full recovery occurs around 23H57.

This situation affected 311 flights and 42,000 passengers and the disruption in some systems, caused the lack of information to passengers, the affected of airport capacity, and resulted in a great media coverage. In view of the above, actions were taken, namely: specific meetings, issuance of Notam, restriction on parking, conditioning of landings, preparation of passenger accommodation, contacts with the media and press conferences, and updating of the website which the little information available.

From this case, the following conclusions were drawn: coordination between stakeholders (internal and external) in the COE went well; there was an immediate response from the volunteers (Facility Airport Support Team); and the suspension of passenger acceptance at check-in was adequately carried out - avoiding more passengers at the terminals, as well as reducing landings. On the other hand, it did not go so well: the lack of precision in the information provided / received by all involved; the lack of predictability of the time to resolve the technical problem; failure to update flight information due to disruption of the information system; duplicated tasks due to the existence of two crisis centers in operation (even if they do not have the same objectives); the lack of a contingency procedure for such an unprecedented situation; and some organizational inefficiencies.

In view of the above, and for future crisis situations, it is necessary to improve communication at different levels, organize a repository of procedures and reports available to help manage contingencies, and to prevent the existence of communication tools for sharing information in real time. to improve the structure of crisis management. In view of these needs, the preparation of a Contingency Plan for IROPS began, the creation of a Crisis Communication Plan, and the implementation of improvements in operational management.

The second case study (Case Study II) takes place from April 16 to 20, 2019, again due to fuel supply failure. This time, and in advance - on April 8, there is information of a strike notice starting on April 15, which allowed operators to be informed in a timely manner of the occurrence and the airport to trigger measures to mitigate impacts. Notam is issued with the Tankering order, cargo and mail embargo is made, airport stock management is started, and the crisis room is activated. On the 17th of April, special criteria are defined for the supply of long and medium-haul flights and a status check with Operators, Administration and ANAC (regulator in Portugal). On April 18, the strike is called off, with a recovery forecast of 2 to 3

days for normal operation. On April 20, the operation will be returned to normal.

The actions taken were timely, namely: the Airport Community was informed, there were meetings at the Airport, the issuance of NOTAM, the crisis cell was activated, there were regular situation points, and there was information sharing with all the airports in the network; the airport, in successive press releases, took stock of the situation and advised passengers to inquire about their flight details with their airlines, “regretting the inconvenience caused and hoping that the situation would be resolved with the utmost urgency by the authorities competent”.

In terms of impacts, these were lower than in the first case under analysis, but there were still 95 affected flights (technical stopovers), 7 canceled flights, roughly 6,000 affected passengers, cargo, baggage and passenger embargo, delayed flights, and approximately 5,000 tons of fuel supplied in the period.

Analyzing this case study we can reach the following conclusions: there was a quick reaction and good coordination between Airport / GOC (Fuel Operational Group) ; there was good coordination between airports; there was a fluid communication and interaction with the operators (daily, face-to-face and email status reports); there was the proactive issuance of NOTAM; there was excellent adherence by operators to the proposed measures; there was activation of the crisis cell; inventory management was transferred to the airport; there was a rapid adjustment in crisis management in the face of new information; the timing of communication was excellent, with the media and communication to passengers on the airport screens; there was an excellent reaction from the teams on the ground and the management teams.

On the other hand, there were also situations that went less well, such as: non-compliance with minimum services and non-compliance with civil requisition; the increase in operators operating costs due to intermediate stops for refueling with delayed arrival at destinations, with cargo and mail embargo; there were non-boarded passengers; and fleet and crew management and the time to recover from normality took some time. In view of these conclusions, we can understand the urgent need to disclose the IROPS Contingency Plan (although with procedures that are not fully integrated) and the total dependence on supply by road / professional category, which constitutes a risk of blocking strategic infrastructure, like the airport.

SWOT ANALYSIS

Based on the specifications of the case studies I and II, it was possible to carry out a strategic analysis (SWOT), regarding Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats, respectively.

Therefore, in our case, the strengths in which the company can act and work were the capacity for reaction, coordination with partners and authorities, communication, transparency and the competence of its teams. On the other hand, its weaknesses were the dependence

on road transport, the lack of reserve capacity, the lack of redundancy, operating costs and the impact on performance.

Referring to the cases under study, we can understand as opportunities the launch of the IROPS plan through workshops, the verification of the possibility of other means that provide redundancy and, finally, learning and gaining resilience with the situation. Considering the threats, these were identified as the professional category that gained strength, possible strikes in the future inspired by this, and the creation of alternatives and / or redundancy.

ANALYSIS OF THE RESULTS OF CASE STUDIES I AND II

As we saw earlier when analyzing each case in terms of what went well and less well, and also from the lessons learned, we can conclude that it is necessary to make a repertoire of the types of irregular operations. In this way, we can have a contingency plan for immediate action, and the new situations that may arise are typified in order to resolve them as quickly as possible, qualifying the problem in terms of resolution time, impact and propagation.

In the first case (Case Study I) the lack of accurate information in real time, as well as the unpredictability of the resolution time, the novelty of the event and the inefficiency of the crisis cell were conditioning factors for a timely response to the crisis. In view of these facts, future procedures for the improvement of internal and external communication were triggered, requiring the existence of a communication tool for sharing information in real time, the creation of a repository and the decision to prepare an action plan, IROPS contingency.

In the second case under study (Case Study II) the answer was almost immediate and it showed that there had been a certain degree of understanding of what went wrong or right with the previous one. There was a quicker, more efficient reaction and a correct coordination between the involved participants and stakeholders, although the crisis cell did not function in an improved operational way. The need for immediate implementation and disclosure of the IROPS contingency plan, as well as the lack of communication channels for stakeholders, proved to be the central problem in this crisis.

After studying the cases and analyzing them, it becomes necessary to understand other types of irregular situations and create good practices, in order to obtain sufficient data to allow us to produce a rapid response model for immediate action.

ANALYSIS OF MANAGEMENT OF IRREGULAR OPERATIONS IN AIRLINES

An effective management system for irregular operations can predict the occurrence of these events and help to reduce their impacts. Let's look in general at what is considered an irregular operation for airlines.

Traditionally, Operations Control Centers (OCCs) are mainly comprised of aircraft Flight Dispatchers, maintenance operators and other operational personnel. Currently, there is a tendency to integrate into these control centers other departments that are critical to decision

making, such as the commercial department, the media, ground operations etc. (Jimenez Serrano and Kazda, 2017).

We begin by analyzing what data is needed to provide factual decisions during Irregular Operations (IROPS). The need to implement these decisions requires immediate access to data in real time, as well as its understanding by the frontline and operational team. Decisions are made based on previous operational experience, without considering the real long-term impact on the value of passengers (Jimenez Serrano and Kazda, 2017).

If we consider disruption development projects as parts of a complex system that involves application implementation, systems integration, database management, employee training, improvement processes and executive supervision, the implementation process is very different from system in place and requires a different approach and management mindset, regardless of the airline.

According to Amadeus (2019), there are 10 rules for communication during irregular operations that are listed: 1. Establish the facts; 2. Separate public; 3. Say what you can and as soon as you can; 4. Always lead with what is most important for each audience; 5. Apologize; 6. Be optimistic; 7. Avoid “diluted” words; 8. Answer direct questions with an explanation in the background; 9. Keep abreast of changes in information and reaction to your news; 10. Update regularly and manage expectations about progress.

After analyzing the results of case study I and II and irregular operations in airlines, we can propose a model that responds to contingency situations and in the shortest time.

From the point of view of the crisis management model in the airline sector, it was intended to identify the main variables necessary for the creation of this model, transversal to the entire sector, with the integration of new technologies and in order to improve crisis management, according to the inputs pointed out in the study.

SUGGESTED MODEL

The model was designed to be a tool to support the management of disruption in crisis situations by implementing communication strategies integrated with new social technologies and targeted to different audiences. The implementation of this model has the ultimate objective of allowing an adequate response to the dimension and scope of the crisis, as well as allowing its prevention and anticipation of the crisis itself in order to minimize its effects and provide an answer in the minimum amount of time.

When natural phenomena, technical failures, labor strikes, policies, legislation, and other situations happen, they create adverse conditions that affect the organization and therefore cause a crisis. In view of the above, we have created a model that, due to its characteristics, can help in its management. When a crisis occurs, two situations can occur: all procedures and means of action are defined in the IROPS contingency plan, or they are not documented in the plan due to the emergence of an unprecedented crisis.

Considering the case in which the crisis is already portrayed and studied in the IROPS

Plan, the activation of the crisis room is immediate as well as communication with all stakeholders, at the level of the internal public (employees and collaborators) and the external public (customers, partners, stakeholders). The next step will be to put the IROPS procedures into practice, disseminating information in real time, in a precise, timely and assertive manner. Considering that the crisis develops within the parameters of the IROPS procedures, then it is out of date (Overcome Crisis), which can give rise to two resolutions: either the company reacts effectively, or new solutions will have to be evaluated.

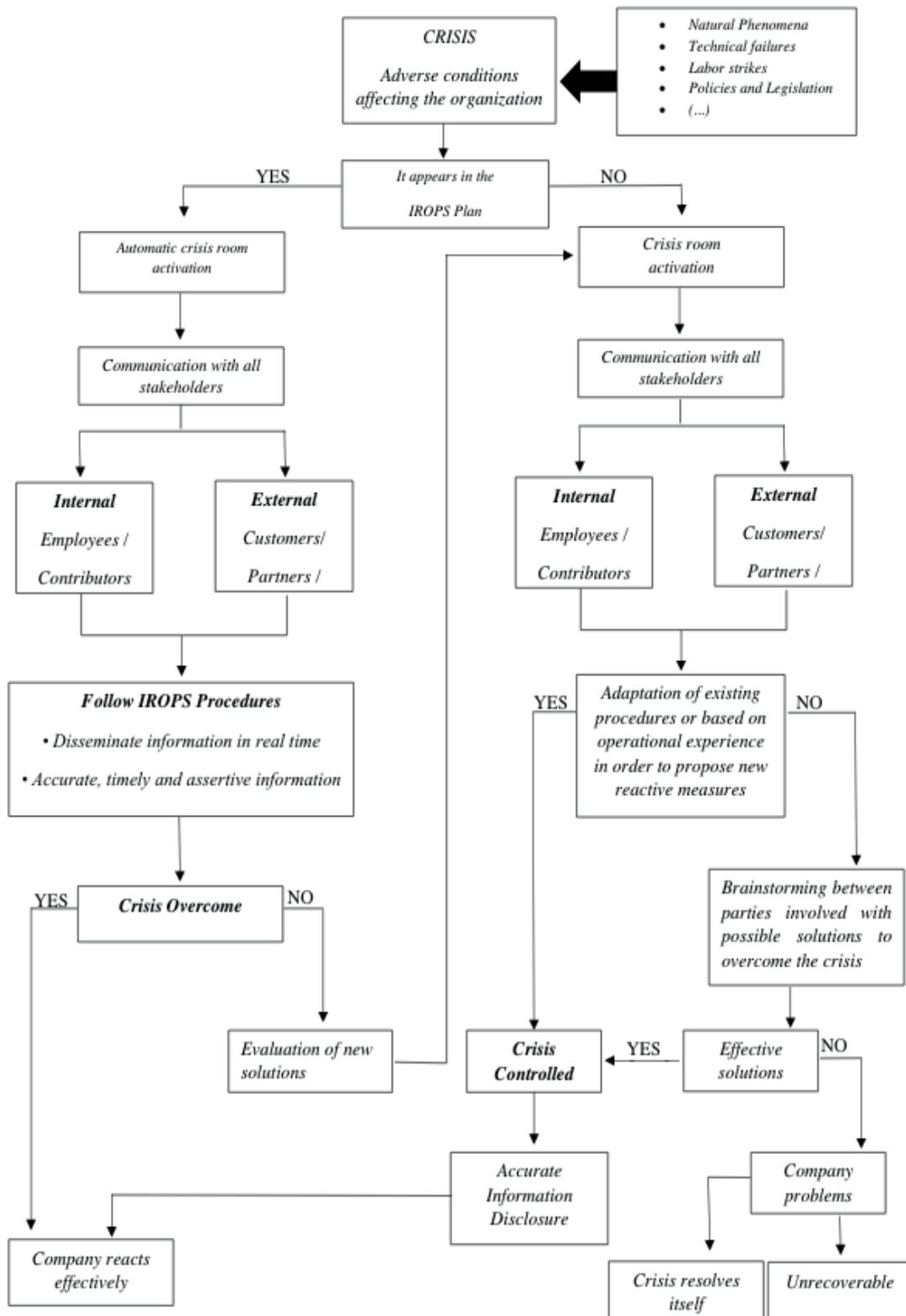


Figure1: Purposed model for management of disruption in crisis situations.

Considering that the crisis is not part of the IROPS Plan, then the crisis room must be activated and, consequently, proceed with communication with all stakeholders, the internal public, (employees and collaborators) and the external public (customers, partners and stakeholders). The situation is immediately analyzed, following the adaptation of existing procedures, or based on existing operational experience, in order to propose new reactive measures. One of the possible situations will be: if based on the existing knowledge and procedures, a solution is found, the crisis will be controlled (Controlled Crisis), then proceeding to the precise disclosure of the information, making the company react effectively. If it is not possible to adapt existing procedures and there is no prior operational knowledge of the type of crisis, then there will have to be a brainstorming between the parties involved.

The solutions that come from the effectiveness of the reaction methods (which will be included in the IROPS plan repository) may or may not be effective. If the solution found to be effective for the resolution of the crisis then the crisis is considered controlled and the steps are followed up to the level where the company reacts effectively. On the other hand, if the solution found is ineffective then there will be problems in the company and two situations can happen: either the crisis resolves itself, or the situation becomes irrecoverable (this being the worst expected result in a crisis).

It is intended a model based on true, concrete, timely and subject to scrutiny information. Crisis management must be undertaken by professionals who assume the definition of messages for different audiences. This model presupposes a platform for articulation and coordination with all parties involved (employees, the media, stakeholders, partners, customers and the community in general) with the aim of informing, reacting (or giving answers in the shortest possible time) and value the company from the point of view of its public reputation and image. Based on the procedures set out in the IROPS plan, and following the different steps, we can reach a situation of overcome crisis, which assumes that the company reacted effectively, or in the case of a crisis not overcome, we will have an evaluation of new solutions for the resolution of the crisis. If the disruption is not included in the IROPS plan, another situation arises, the main objective being the control of the crisis for a final solution or, if it is not immediate, there will be a brainstorming between the parties involved with possible solutions for future repository and with the purpose of minimizing the negative impacts on the company with a view to not affecting its image.

Finally, the company must adopt a posture of transparency and availability to address the questions, doubts and concerns of all its stakeholders, which naturally arise in a crisis.

CONCLUSION

Aviation is vulnerable to disruptions that are known in the air as IROPS (irregular operations), which can be caused by natural disasters, excess reserves, local attacks or military actions, terrorism, technical or logistical problems, crew health, strikes, among others.

These factors prevent and interrupt the work of airlines and airports. It is up to the sector to manage disruptions and is understood as a set of measures that are used to, whenever possible, recover and remove the catalyst of the problem. Hence the need to discuss what are the problems, and the opportunities, and how to address them to reduce the impact of interruptions. Today social media has become a tool used as a communication channel that, depending on its use, can deal with the consequences of disruptions, informing different audiences, both internal and external, in a timely and timely manner.

FINAL CONSIDERATIONS

The ability to respond in terms of skills, good articulation and coordination with workers, the media, stakeholders, partners, customers and the community in general, providing timely, easily accessible and timely information on the point situation and ways of resolving, to those targeted is considered good practice.

The contributions of the proposed crisis management model lie in the potential and added value of its application. There are no models that are watertight or predefined variables that are suitable for all crises; we will have to understand what the needs are in each crisis.

REFERENCES

- Amadeus | The leading travel technology company. (2019). *Shaping the future of Airline Disruption Management (IROPS)* [online] Available: <https://amadeus.com/en/insights/research-report/shaping-the-future-of-airline-disruption-management-irops> [Accessed 16 Nov 2019].
- Cardoso, O. (2006). *Comunicação empresarial versus comunicação organizacional: novos desafios teóricos*. Revista de Administração Pública, 40 (6), pp. 23-44.
- Coombs, W. (2007a). *Crisis Management and Communications*. Institute for Public Relations Essential Knowledge Project. <http://www.instituteforpr.org/crisis-management-and-communications/> [Accessed 23 Jan 2015].
- Coombs, W. (2007b). *Protecting Organisation Reputations During a Crisis: The Development and Application of Situational Crisis Communication Theory*. Corporate Reputation Review, Vol. 10, No. 3, pp.163-176. Palgrave Macmillan Ltd.
- Coombs, W. (2012). *Chapter 23: Situational Theory of Crisis: Situational Crisis Communication Theory and Corporate Reputation*. The handbook of communication and corporate reputation (2013).
- Coombs, W. and Holladay, S. (2010). *The Handbook of Crisis Communication*. 1a ed. Blackwell Publishing Ltd.
- Coombs, W. and Holladay, S. (2012). *Helping Crisis Managers Protect Reputational Assets: Initial Tests of the Situational Crisis Communication Theory*. Management Communication Quarterly, 16, 165-186.
- Fearn-Banks, K. (2011). *Crisis Communications. A casebook approach*. New-York, Routledge.
- Icao.int. (2013). [Online] Available at: <https://www.icao.int/MID/Documents/2016/RASG-MID5/IP3.pdf> [Accessed 25 Mai 2019].

Icao.int. (2020). *The World of Air Transport in 2013*. [Online] Available at: <https://www.icao.int/annual-report-2013/Pages/the-world-of-air-transport-in-2013.aspx> [Accessed 14 Jul 2019].

Jimenez Serrano, F. and Kazda, A. (2017). *Airline disruption management: yesterday, today and tomorrow*. *Transportation Research Procedia*, 28, pp.3-10.

Lampreia, J. (2003). *Gestão de crise – Uma perspetiva europeia*. Lisboa. Hugin Editores.

Lampreia, J. (2007). *Da Gestão de Crise ao Marketing de Crise*. Lisboa: Texto Editores.

Manuele, F. (2003). *On the practice of safety*. (3rd Ed.). NewYork: Wiley-interscience.

Matos, G. (2004). *Comunicação sem Complicação*. Elsevier editora. São Paulo.

Oliveira, T. (2004). *Apostar em comunicação é estratégico?* Accessed 07 de Novo 2015 em <http://www.contexto.com.br/convicomartigotiagomainieri.htm>

Piedade, L. (2017). *As tecnologias sociais e a comunicação de crise no setor aéreo*. Tese de Doutorado em Ciências da Comunicação. Lisboa, 2017.

Plano de Emergência do Aeroporto A, 2012.

Plano de Comunicação de crise do Aeroporto A, outubro 2018.

Plano de Contingência IROPS do Aeroporto A, outubro 2018.

Qualman, E. (2009). *Socialnomics: how social media transforms the way we live and do business*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Rainie, L. and Wellman B. (2012). *Networked, the new social operating system*. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts.

CONCEPÇÃO ATUAL DA GESTÃO DA QUALIDADE ASSEGURADA NO ÂMBITO GLOBAL DAS INDÚSTRIAS

Data de aceite: 23/06/2020

Data da submissão: 06/03/2020

Michely Duarte Leal Coutinho de Souza

michelydrt@gmail.com. Engenheira de Materiais.
Especialista em Gestão da Qualidade e
Segurança dos Alimentos.

Neide Kazue Sakugawa Shinohara

neideshinohara@gmail.com. orcid.org/0000-0001-
8356-874X. Docente da Universidade Federal
Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco,
Brasil.

RESUMO: Durante o desenvolvimento do trabalho buscou-se avaliar e desenvolver um senso crítico em torno de conceitos teóricos e práticos das organizações, de modo a proporcionar uma análise crítica acerca da satisfação e fidelização de clientes, assim como os custos gerados pelas organizações decorrente da má qualidade, englobando os fatores internos e externos das organizações, no que diz respeito à qualidade assegurada, além de considerar os stakeholders, incluindo a importância do empowerment de todos os colaboradores, como papel crucial da liderança. Ficou evidenciado que o fator humano é fundamental para o sucesso da determinação correta e rápida sem afetar os custos. Estes são originados principalmente por falhas internas e da falta de verificação dos pares e

da liderança. Uma vez detectadas as falhas internas antes de serem enviadas aos clientes, é necessário realizar atividades que visem eliminar os problemas encontradas no produto e assim minimizar riscos de retrabalho, perdas econômicas, logística de reposição, quebra da confiança dos clientes e empresas. Isso inclui tanto matéria-prima, mão de obra especializada e despesas de fabricação, quanto ferramentas na resolução de problemas ou ajustes de máquinas.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão da Qualidade, Ferramentas de Gestão da Qualidade, Satisfação dos clientes, Fidelização, Custos de Qualidade.

CURRENT CONCEPTION OF QUALITY ASSURED MANAGEMENT IN THE GLOBAL SCOPE OF INDUSTRIES

ABSTRACT: The purpose of this study was to evaluate and develop a critical sense regarding to the theoretical concepts and practices of the organizations. In order to provide a critical analysis around the satisfaction and loyalty from the customers, and also for the costs which has been generated by the organizations due to the low quality, including the internal and external factors of the organizations related to the quality assurance, in addition it was considered the stakeholders, including the importance of the

empowerment of all employees as a crucial role of leadership. It is demonstrated that the human factor is decisive for the success of the correct and rapid determination of the costs related to the low quality. The costs are originated mainly due to internal failures and lack of peer review and leadership. Once the internal faults are detected before they are sent to clients, is important and necessary to perform some activities in order to eliminate that issues, and then minimize the risks of rework, economic losses, spare logistics and breach of trust from the customers and companies. It includes raw material, manpower and manufacturing expenses, as well as tools or machine adjustments.

KEYWORDS: Quality Management, Quality Management Tools, Customer Satisfaction, Loyalty and Quality Costs.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, uma evidência no mundo dos negócios é a certeza de que se as indústrias não alavancarem sua vantagem competitiva, vão presenciar suas ambições diluídas e poucas alternativas de sobrevivência no cenário mundial. O surgimento de mercados competitivos globais e extremamente dinâmicos, faz manifestar um novo patamar de referência, onde os produtos e serviços são avaliados principalmente pelo seu conteúdo de excelência e diferencial mercadológico.

A gestão da qualidade foi introduzida por Deming (1986), Juran (1989) e Feigenbaum (1986), e preza principalmente pelo foco no cliente, melhoria contínua, trabalho em equipe e busca constante pela atualização. Segundo Hoang, Igel e Laosirihongthong (2010), a introdução da gestão da qualidade teve um papel importante no desenvolvimento da gestão contemporânea.

O termo Qualidade vem do latim Qualitate, e é utilizado genericamente para referir a capacidade de um produto ou serviço em atender as expectativas de um indivíduo ou organização com relação a um padrão (tangível ou intangível) de satisfação. Objetivamente, qualidade pode ser referido como a adequação ao uso (JURAN, 1992; AKAO, MIZUNO, 1994) ou o inverso da variabilidade (MONTGOMERY, 2004).

A qualidade de um produto ou serviço pode ser observada de duas óticas: a do produtor e a do cliente. Do ponto de vista do produtor, a qualidade se associa à concepção e produção de um produto que vá ao encontro das necessidades do cliente. Do ponto de vista do cliente, a qualidade está associada ao valor e a utilidade reconhecidos ao produto, estando em alguns casos ligada ao preço. Sob este aspecto, a qualidade não é unidimensional: o cliente, em geral, avalia um produto tendo em conta várias das suas características simultaneamente (KIRCHNER, KAUFMANN, SCHMID, 2008).

Pannirselvam e Feruson (2001), estudaram a força das relações entre os vários elementos de gestão da qualidade, bem como entre a gestão da qualidade e o desempenho da organização de modo que os resultados encontrados indicaram que a liderança consideravelmente afetava direta ou indiretamente todas as unidades do sistema produtivo.

A composição total das características de marketing, engenharia, manufatura e

assistência técnica de um produto e serviço, através das quais o produto ou serviço pode alcançar as expectativas do consumidor. Uma vez que todos os esforços são concentrados na busca incansável pela “Satisfação e fidelização dos clientes”.

O estudo realizado fundamenta-se na capacidade de um produto ou serviços em atender as expectativas de uma organização com relação a um padrão tangível ou intangível de satisfação e se as organizações para se obter excelência em altos níveis de qualidade de produtos e ou serviços, foca na abordagem de um conjunto de princípios correspondentes à Gestão da Qualidade e Qualidade Assegurada, ou seja, definida na literatura como “dimensões chave da qualidade”, para garantia da qualidade total nas indústrias.

2 | METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico foi realizado no período de junho de 2018 a setembro de 2019, utilizando ferramenta de busca da Base de Dados Bibliográficos oriundos dos recursos da Web, que reuniu e apresentou periódicos científicos, livros, teses, dissertações, monografias e anais de congresso, empregando vernáculos em português e inglês.

Os termos descritores foram: Gestão da Qualidade; Princípios da Gestão da Qualidade; Qualidade Assegurada; Custo de Qualidade e Ferramentas de Gestão da Qualidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Gestão da Qualidade

Diferentes especialistas têm definido qualidade como “adequação ao uso”, “conformidade com os requisitos” e “baixa variabilidade”. Talvez uma definição mais apropriada de qualidade fosse, “Satisfação e fidelização dos clientes” (KRISTIANO, AJMAL, SANDHU, 2012) ou, ainda: A totalidade dos recursos e características de um produto ou serviço que afetam sua capacidade de satisfazer explícita ou implicitamente as necessidades dos clientes” (KOTLER, 2000). Qualidade deve fornecer bens e serviços que satisfazem completamente as necessidades dos clientes internos e externos, deixando pouca margem para erros na produção (DEUS, VACCARO, 2009).

Virtualmente, todas as definições baseadas na manufatura identificam a qualidade como “conformidade com requisitos”. Isto é, uma vez que um design ou especificação foi estabelecido, qualquer desvio implica em uma redução na qualidade. Excelência torna-se, assim, equivalente a atender especificações, e fazer certo da primeira vez. Enquanto esta abordagem reconhece o interesse do consumidor em qualidade – um produto que se desvia das especificações provavelmente possui menor qualidade, provendo menor satisfação do que um que foi produzido apropriadamente – seu foco primário é interno. De acordo com a abordagem baseada na manufatura, melhorias na qualidade é equivalente a redução no número de desvios, levam a custos menores, de modo que a prevenção de defeitos é vista

como menos onerosa do que reparos (GARVIN, 1984).

Feigenbaun (1983) afirma que a qualidade de um produto ou serviço pode ser definida como a composição total das características de marketing, engenharia, manufatura e assistência técnica de um produto e serviço, através das quais o produto ou serviço pode alcançar as expectativas do consumidor. Os pontos essenciais levantados por esses autores, são os de que a qualidade deve ser definida em termos de satisfação dos consumidores; a qualidade é multidimensional; qualidade é dinâmica, uma vez que as expectativas e necessidade dos consumidores estão em constante mutação.

Do ponto de vista das organizações, contudo, o conceito acordado de qualidade deve ser claro e objetivo. Isso significa que a empresa fornecedora deve estar ciente das necessidades de seus clientes e, em função dessas, definir os requisitos de qualidade do produto. O processo deve ser acompanhado e seu desempenho deve ser avaliado por procedimentos focados nessas características de qualidade percebida.

Buscando definir melhor os elementos que compõe a qualidade de um produto, Garvin (1987) discorreu sobre as oito dimensões da qualidade, ou seja, desenvolveu um framework para pensar sobre os elementos básicos da qualidade do produto.

3.2 Princípios da Gestão da Qualidade

Segundo Souza e Voss (2002), diversos estudos foram realizados com o objetivo de sintetizar a vasta literatura em gestão da qualidade e identificar seus princípios básicos. Os autores chegaram à conclusão de que há substancial concordância com relação ao conjunto de princípios classificados como correspondentes à gestão da qualidade.

Como outro exemplo, podemos citar Flynn et al. (1994), que definiram “dimensões chave da qualidade”. Os princípios ou dimensões definidas são: “suporte da alta direção”, “informação da qualidade”, “gestão de processos”, “desenvolvimento do produto”, “gestão da força de trabalho”, “envolvimentos do fornecedor e “envolvimento do consumidor”. O suporte da alta direção é vital, uma vez que os colaboradores se comportam de acordo com o que acreditam ser as expectativas da alta administração.

Segundo Ebrahimpour e Lee (1988), apontaram que a forma como o desempenho era medido e recompensado constituía em um elemento chave para os altos níveis de qualidade encontrados nas plantas do Japão. Flynn et al. (1994), a gestão de processos foca-se na gestão do processo de manufatura, para que este opere como esperado, envolve também definir e documentar precisamente os procedimentos de trabalho, mantendo a limpeza e organização do ambiente de trabalho.

O design do produto é outra importante dimensão da gestão da qualidade, isso porque pode ser relacionado a todas as dimensões de qualidade descritas por Garvin (1987): desempenho, características, durabilidade, assistência técnica, estética e qualidade percebida, por exemplo, o design do produto pode certamente influenciar a quantidade de falhas durante o processo e taxa de chamados de assistência técnica para aquele produto.

A gestão da força de trabalho começa desde o recrutamento e seleção dos trabalhadores

de chão da fábrica, de modo a desenvolver uma força de trabalho comprometida, fiel às metas da organização, incluindo as metas de desempenho da qualidade. O trabalho em equipe e a capacidade de resolver problemas em grupo são fatores importantes para a gestão da qualidade, uma vez que permitem que a tomada de decisão seja descentralizada (FLYNN et al., 1994).

Segundo Manoochehri (1985) o relacionamento entre o comprador e fornecedores em empresas orientadas, a qualidade tendia a ser bem próximo, baseado em interesses comuns de longo prazo. Isso porque reuniões frequentes entre compradores e vendedores permite a sistemática de troca de informações e serviços gerenciais, econômicos e técnicos, tanto quanto a assistência técnica para se atingir requisitos de certificação e comprovação da qualidade (COLE, 1981; REDDY, BERGER, 1983).

Por fim, temos como último princípio, o envolvimento dos consumidores, segundo Flynn et al. (1994), manter uma relação próxima com os clientes auxilia a determinar as necessidades dos clientes, assim como receber feedback sobre quais destas prioridades estão sendo realizadas. Por exemplo, Garvin (1984), verificou que as plantas com mais altos níveis de qualidade trabalhavam com testes e avaliações dos produtos sob perspectiva do cliente, para atender com eficiência e qualidade os anseios e necessidades das empresas.

3.3 Garantia da Qualidade e Qualidade Assegurada

Na década de 60 nos EUA, foi estabelecido o conceito de Qualidade Assegurada ou garantia da qualidade, por fruto de força da lei, principalmente pela segurança operacional das instalações nucleares e equipamentos militares (CAMPOS, 1990). Sua ênfase está nos processos e ferramentas que detectam e previnem ocorrências de falhas. A existência de controle gera a necessidade de implantar padrões metodológicos para detectar, avaliar e continuamente observar a divergência em relação a metas estabelecidas.

De uma forma geral primeiro deve-se controlar para em seguida assegurar. Conforme Silva (2003) a garantia da qualidade, ou Qualidade Assegurada, é o conjunto de ações sistemáticas ou planejadas que visam conferir um nível de confiança adequado aos serviços e produtos para que os mesmos venham a atender as necessidades relativas à qualidade. Na verdade, a garantia da qualidade é uma filosofia de ação aliada a uma boa prática gerencial. É uma maneira de gerenciar pessoas que obriga que cada um tenha para com a empresa a que pertence à postura que conduza fundamentalmente à compreensão de que adequar produtos e serviços a mercados, com qualidade assegurada, ocorre em um espaço técnico, político e cultural a ser definido.

No contexto da Qualidade Total, sistema o gerenciamento dos sistemas constitui um processo livre de problemas, fundamentado na atuação metódica sobre as causas fundamentais dos mesmos, de tal maneira a aperfeiçoar constantemente os sistemas. A padronização é a base do gerenciamento por sistemas (CAMPOS, 1990). O gerenciamento por sistemas é a própria prática do controle da qualidade e a padronização tem uma importância fundamental no controle. Como as melhorias dependem de se ter uma rotina no

controle de qualidade implantada, decorre que a padronização é fundamental para todo o gerenciamento empresarial, tanto nas ações de rotina quanto nas melhorias previstas.

Diante deste contexto, as empresas buscam freneticamente por estratégias que promovam mudanças rápidas, precisas e direcionadas para a obtenção de eficiência global. Dentre as várias ferramentas disponíveis, os programas da qualidade concentram uma grande demanda por novos conceitos, métodos e técnicas, alinhado com os avanços tecnológicos. A partir da premissa de que o grau de qualidade está na correspondência entre o realizado e o esperado, resta-nos perguntar a quem devemos satisfazer.

Neste sentido, a qualidade deixou de ser responsabilidade de um departamento/ pessoas específicas. A busca pela excelência deve ser um compromisso de todos os atores da empresa, desde atividades diretas ou indiretas na produção mas, atentos ao espírito coletivo, buscando a qualidade total e manutenção desta na alma e espírito na empresa.

3.4 CUSTO DE QUALIDADE (COQ)

O clima de negócios está se tornando cada vez mais competitivo, são várias as opções de produtos disponíveis para o consumidor para quase todos os produtos disponíveis no mercado. As empresas devem manter o preço competitivo para sobreviver, são aquelas que apresentam melhor desempenho, se diferenciam da concorrência ouvindo o cliente e fornecendo produtos que atendem aos requisitos, mantendo um alto nível de qualidade e gerando confiabilidade. Essas empresas medem o custo da qualidade e usam as informações obtidas a seu favor. Uma organização pode optar por investir em custos iniciais de qualidade para reduzir ou evitar falhas ou pagar no final quando o defeito for eventualmente descoberto pelo cliente, infelizmente em muitos casos, as organizações escolhem o último. Falhas no produto podem resultar em maiores custos de garantia e até mesmo em Recalls, o impacto no resultado final pode ser devastador. Além disso, a medição dos custos incorridos através da perda de valor da marca e possível declínio nas vendas futuras (COST OF QUALITY, 2019).

Custo da Qualidade (COQ) é uma metodologia usada para definir e medir onde e qual quantidade de recursos de uma organização está sendo usada para atividades de prevenção e manutenção da qualidade do produto, em oposição aos custos resultantes de falhas internas e externas. O Custo da Qualidade pode ser representado pela soma de dois fatores. O Custo da Boa Qualidade e o Custo da Má Qualidade é igual ao Custo da Qualidade.

A equação Custo da Qualidade parece simples, mas na realidade é mais complexa. O Custo da Qualidade inclui todos os custos associados à qualidade de um produto de custos preventivos destinados a reduzir ou eliminar falhas, custos de controles de processo para manter os níveis de qualidade e os custos relacionados a falhas internas e externas (COST OF QUALITY, 2019).

O uso efetivo e a implementação da metodologia de Custo de Qualidade permitem que uma organização meça com precisão a quantidade de recursos que estão sendo usados para Custo de Boa Qualidade e Custo de Baixa Qualidade. Com essas informações valiosas,

a organização pode determinar onde alocar recursos para melhorar a qualidade do produto e o resultado final.

Existem oportunidades de melhorias nos processos na maioria das indústrias. Estima-se que o custo da qualidade seja geralmente entre 15-40% dos custos de negócios. O objetivo da implementação da metodologia de Custo de Qualidade é maximizar a qualidade do produto e, ao mesmo tempo, minimizar o custo. A metodologia do custo da qualidade fornece informações detalhadas que a gerência necessita para avaliar com precisão a eficácia de seus sistemas de qualidade, identificar áreas problemáticas, assim como as oportunidades de melhorias.

3.5 Como Medir o Custo da Qualidade (COQ)

Os métodos para calcular o custo da qualidade variam de empresa para empresa, dependente da atividade e produto gerado. Em muitos casos, organizações determinam o custo da qualidade calculando o total de dólares em garantia como porcentagem das vendas. Infelizmente, este método está olhando apenas externamente para o custo da qualidade e não olhando internamente. Para obter um melhor entendimento, é necessário um exame mais abrangente de todos os custos de qualidade (COST OF QUALITY, 2019).

O custo da qualidade pode ser dividido em quatro categorias: Incluem Prevenção, Avaliação, Falha Interna e Falha Externa. Dentro de cada uma das quatro categorias, existem inúmeras fontes possíveis de custo relacionadas à boa ou má qualidade. Exemplos de fontes típicas de custo da qualidade definido como o Custo da Boa Qualidade (CoGQ) podem ser subdivididos em duas categorias: Custos de prevenção e custos de avaliação.

Para a categoria custos de Prevenção tem-se os custos incorridos de atividades destinadas a manter as falhas ao mínimo. Estes podem incluir: Planejamento de qualidade; Estabelecendo especificações do produto; Planejamento de Qualidade; Desenvolvimento de novos produtos e testes; Desenvolvimento de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ); treinamento adequado aos funcionários. E, a segunda categoria refere-se aos Custos de Avaliação, dentre estes podemos citar os custos incorridos para manter níveis aceitáveis de qualidade do produto. Para os custos de avaliação pode-se ter por exemplos: As inspeções de materiais recebidos; avaliação de matérias-primas e insumos; Controles de processos; auditorias de qualidade, assim como avaliação de fornecedores. Quanto ao Custo da Má Qualidade (CoPQ) podem ser subdivididos em duas outras categorias: Falhas internas e Falhas externas. (COST OF QUALITY, 2019)

As Falhas internas são resultantes de custos associados a defeitos encontrados antes que o produto ou serviços chegue ao cliente. As falhas internas podem ser resultantes dos seguintes exemplos: Sucata excessiva; retrabalho do produto; resíduos devido ao mal planejamento do processo; danos em equipamentos maquinários devido a falta de manutenções preventivas e ou inadequadas e por fim custos associados à análise de falhas.

As falhas externas são resultantes de custos associados aos defeitos identificados apenas após o cliente receber o produto e ou serviço. Estas falhas contemplam os seguintes

exemplos: Custo do serviço de reparo; Reinvidicação da garantia; reclamação de clientes; devoluções de Produtos e ou material; Danos ao produto devido ao modal inadequado dentre outros (COST OF QUALITY, 2019)

3.6 FERRAMENTAS DE GESTÃO DE QUALIDADE

Existem inúmeros exemplos de Recalls de produtos resultantes de produtos e ou de projetos mal planejados e ou projetados. Essas falhas são debatidas em fórum público com fabricantes, prestadores de serviços e fornecedores sendo descritos como incapazes de fornecer um produto seguro, destinada a permitir que as organizações antecipem falhas durante o estágio de projeto, identificando todas as falhas possíveis em um processo de projeto ou de fabricação. Portanto, as corporações utilizam de diversas metodologias destinadas a permitir que as organizações antecipem todas as possíveis falhas durante o estágio de projeto ou de fabricação.

As grandes organizações com excelência em gestão de qualidade tem investido em Programas de prevenção de incidentes de qualidade altamente eficazes, com o objetivo de reduzir a possibilidade de falha, a partir do desenvolvimento de processos Proativos, com o objetivo de prevenir incidentes de qualidade. As seguintes ferramentas de gestão da qualidade têm sido utilizadas pelas indústrias: APQP (Planejamento Avançado de Qualidade de Produto); FMEA (Análise de modo e efeitos de falha) e a FTA (Análise de árvores de falhas).

O APQP existe há décadas em muitas formas e práticas. Originalmente conhecido como Planejamento Avançado de Qualidade (AQP), o APQP é usado por empresas progressistas para garantir a qualidade e o desempenho por meio do planejamento. Esse planejamento é uma abordagem estruturada para o design de produtos e processos. Esta estrutura é um conjunto padronizado de requisitos de qualidade que permite aos fornecedores projetar um produto que visa garantir a satisfação do cliente com novos produtos ou processos. O Planejamento Avançado de Qualidade de Produto (APQP) apoia a busca incessante pela melhoria contínua. As três primeiras seções do APQP se concentram no planejamento e na prevenção e constituem 80% do processo de APQP.

A análise FMEA é uma metodologia desenvolvido na década de 1950, foi um dos primeiros métodos estruturados de melhoria da confiabilidade. Hoje ainda é um método altamente eficaz de reduzir a possibilidade de falha. O FMEA é uma abordagem estruturada para descobrir possíveis falhas que possam existir no design de um produto ou processo.

A análise de árvore de falhas (FTA), desenvolvida em 1961 nos Estados Unidos, é método de aplicação no âmbito das mais diversas área de produção como a aeronáutica, engenharia nuclear, sistema de segurança. É uma análise dedutiva de cima para baixo que representa visualmente um caminho de falha ou uma cadeia de falhas, onde os eventos de falha ou possíveis erros humanos não são considerados de forma separada, senão constituindo situações, formados por combinações de eventos (LIMA, NAGHETTINI, ESPÓSITO, 2013; OLIVA et al, 2018).

4 | CONCLUSÕES

De acordo com o proposto no referencial teórico a gestão da qualidade assegurada, configura-se em um dos conceitos mais importantes da gestão moderna atual. Tendo como um dos aspectos importantes ouvir a voz do cliente, escutando suas demandas e dificuldades, fornecendo serviços e produtos que atendem aos requisitos e anseios do cliente, mantendo-se um alto nível de qualidade e confiabilidade.

Evidenciou-se que o fator humano é o alicerce para o sucesso da determinação correta e rápida dos custos diante da má qualidade. Visto que por meio do seu controle e detecção é possível comprovar que a qualidade não possui um alto custo, pois na verdade, o que apresenta um custo exorbitante para as organizações é sim, a má qualidade e consequente perda da confiança por parte dos clientes.

REFERÊNCIAS

AKAO, Y.; MIZUNO, S. **QFD: the customer-driven approach to quality planning and deployment**. Tokyo: Asian Productivity Organization, 356p. 1994.

COLE, R. E. **The Japanese lesson in quality**. Technology Review, v. 83, p. 29-40, 1981.

COST OF QUALITY. Disponível em: <<https://quality-one.com/coq/>>. Acesso em: 23 agosto de 2019>.

CROSBY, PHILIP B. **Quality is Free**. N. York: McGraw Hill Book Company, 1979.

DEMING, W.E.E. **Out of the crisis**. Cambridge, MA: Center for Advanced Engineering study, Massachusetts Institute of Technology, 1986.

DEUS, A. D., VACCARO, G. L. R. Uma abordagem para implementação de qualidade assegurada no fornecimento, baseada em análise de capacidade: um estudo de caso em uma empresa do setor automotivo. **Revista Produção Online**, v. 9, n. 4, p. 822- 847, 2009.

EBRAHIMPOUR, M.; LEE, S.M. **Quality management practices of American and Japanese electronic firms in the United**. Production and Inventory Management Journal, v. 29, n.4, p. 28-31, 1988.

FEIGENBAUM, A. V. **Total quality control**. New York, McGraw-Hill, 1986.

FLYNN, B.B., SCHROEDER, R.G.; SAKAKIBARA, S. **A framework for quality management research and associated measurement instrument**. Journal of Operations Management, v. 11, n. 4, p.339-66, 1994.

GARVIN, D.A. What does “Product Quality” really mean? **Sloan Management Rev.**, v.26, n.1, p.25-43, 1984.

GARVIN, D.A. Competing on the eight dimensions of quality. **Harvard Business Review**, (November-December): 101-109, 1987

HOANG, D. T.; IGEL, B.; LAOSIRIHONGTHONG, T. **Total quality management (TQM) strategy and organizational characteristics evidence from a recent WTO member**. Total Quality Management, v.21, n. 9-10, p.931-951, 2010.

JURAN, J. M. **Quality Control Handbook**. New York: McGraw-Hill Book Co., 1988.

JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto: os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**. São Paulo: Pioneira. 551p. 1992.

KIRCHNER, A., KAUFMANN, H., SCHMID, D. **Gestão de Qualidade: Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental**. São Paulo: Edgard Blucher, 2008.

KIYOSAKI, R. T.; FLEMING, J.; KIYOSAKI, K. **Pai rico: o negócio do século XXI**. Rio de Janeiro, Brasil, 2012.

KOSIOR, E.; CHURCHWARD, G.; **Development of a Food Grade PET recycling Process**. Banbury, Oxon OX16 0AH, 2004.

LIMA, F. N., NAGHETTINI, M., ESPÓSITO, T. Aplicação do método da árvore de falhas (FTA) para avaliação da probabilidade de falha das comportas do vertedouro de uma barragem. **XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, 2013.

MANOOCHEHRI, G.H. **Building quality into the product**. Harvard Business Review (July-September), v. 58, n.1, p. 47-50, 1985.

OLIVA, J. D. J. R., VALLE, A. T., LLANES, J. S., OJEDA, M. P. Avaliação de árvores de falhas mediante uma planilha EXCEL. **Ingeniería Energética**, v.39, n1, p. 56-61, 2018.

PANNIRSELVAM, G. P.; FERGUSON, L. A. **A study of the relationships between the Baldrige categories**. International Journal of Quality & Reliability Management, v.18, n.1, p.14-37, 2001.

REDDY, J.; BERGER, A. **Three essentials of product quality**. Harvard Business Review, v. 61, p. 153-159, 1983.

SOUZA, R.; VOSS, C.A. **Quality management re-visited a reflective review and agenda for future research**. Journal of Operations Management, v.20, p. 91-109, 2002.

UMA PERCEPÇÃO DO TRABALHADOR NA INDÚSTRIA 4.0

Data de aceite: 23/06/2020

Data de submissão: 30/04/2020

Jadir Perpétuo dos Santos

Universidade Federal do ABC

São Bernardo, Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4883-1052>

Alexandre Acácio de Andrade

Universidade Federal do ABC

São Bernardo, Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9794-8687>

Júlio Francisco Blumetti Facó

Universidade Federal do ABC

São Bernardo, Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8155-5547>

Erick Bovi dos Santos

Universidade Federal do ABC

São Bernardo, Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6412-7682>

Antônio Carlos de Alcântara Thimóteo

Universidade Cruzeiro do Sul

São Paulo, Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2004-4524>

RESUMO: Por meio de uma revisão bibliográfica com objetivo de verificar o que as empresas estão fazendo para minimizar impactos sociais na 4ª revolução industrial, também conhecida como Revolução 4.0, pode-se constatar que: Supõem-se que, nos próximos anos, novas

tecnologias afetarão os trabalhadores, e que essa mão de obra prefere os robôs do que serem substituídos por pessoas que consideram uma ameaça e não que os robôs podem ser uma ameaça ao futuro econômico. Alguns esforços estão sendo feitos para auxiliar o trabalhador a reentrar no mercado de trabalho, tais como: preparar leis e políticas em matéria de emprego e promover os recursos humanos, incluindo nas faculdades criatividade e convergência (China), a Alemanha para atender as mudanças incluindo os novos conceitos de fabricação e tecnologia e melhorar capacidade de resolução de problemas, criatividade e inovação, aplicando conceitos de fábrica de aprendizagem para dominar situações complexas e escolas não convencionais, porém aqueles que forem demitidos serão alienados, e terão grande desafio para sua recolocação no mercado e poderá demandar muito tempo para reinseri-los.

PALAVRAS-CHAVE: Revolução 4.0; Robôs; Indústria 4.0; Inovação.

A PERCEPTION OF THE WORKER IN INDUSTRY 4.0

ABSTRACT: Through a bibliographic review in order to verify what companies are doing to minimize social impacts in the 4th industrial revolution, also known as Revolution 4.0, it can

be seen that: It is assumed that, in the coming years, new technologies will affect workers, and that this workforce prefers robots rather than being replaced by people they consider a threat and not that robots can be a threat to the economic future. Some efforts are being made to assist the worker to reenter the labor market, such as: preparing employment laws and policies and promoting human resources, including in the faculties creativity and convergence (China), Germany to meet the changes including new manufacturing and technology concepts and improving problem solving, creativity and innovation skills, applying factory learning concepts to dominate complex situations and unconventional schools, however those who are dismissed will be alienated, and will have great challenge for their replacement in the market and may take a long time to reinsert them.

KEYWORDS: Revolution 4.0; Robots; Industry 4.0; Innovation.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente a prática industrial mais comentada empresarialmente e academicamente é a Indústria 4.0, tornando-se uma nova realidade para a indústria atual, utilizando-se de inovação na tecnologia, tendo potencial para alterar sistemas de produção, processos, operações e serviços, porém tendo consequências para a geração de empregos no presente e no futuro de novos modelos de negócios (ŚLUSARCZYK , 2018).

Detalhando-se a figura 1, pode-se dizer que a 1ª revolução industrial surgiu na Inglaterra no início do século XVIII e foi potencializada com a invenção do motor a vapor, minimizando trabalho de campo e atividades manuais. A 2ª revolução industrial aconteceu na Europa e EUA, marcada pelo conceito de produção em massa com estudos de tempos das atividades do trabalho e tecnologias de mecanização substituindo a energia à vapor pela química e eletricidade aumentando assim o desempenho das indústrias. A 3ª revolução industrial aconteceu por meio dos avanços da computação e eletrônica, possibilitando sistemas de controles lógicos e programáveis elevando as eficiências e melhorias de qualidade das empresas. Para a 4ª revolução industrial, percebe-se que o objetivo foi elevar o nível operacional e produtividade correlacionadas com internet e algoritmos avançados agregando valor e conhecimento na estratégia das organizações, interação entre os sistemas de produção e os mundos virtuais, estimulando as inovações disruptivas através da inteligência artificial no processo de controle, atingindo melhorias do sistema socioeconômico de maneira gradual, afetando a forma de fabricação de produtos e sua percepção de valor pelo cliente (ŚLUSARCZYK , 2018; JABBOUR, et al, 2018).

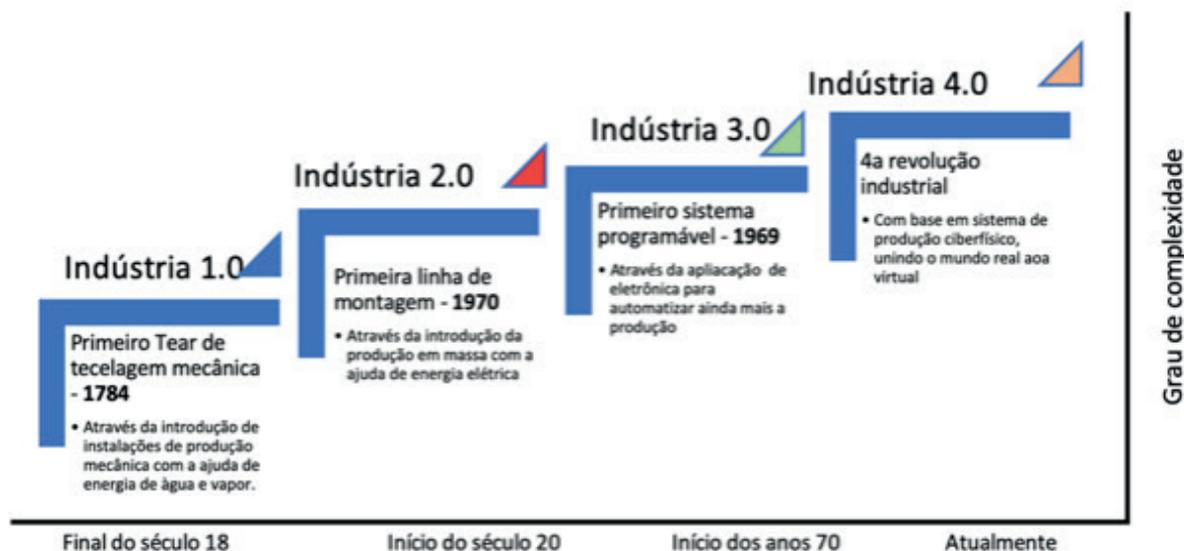


Figura 1. Evolução industrial

Fonte: Adaptado de Ślusarczyk, 2018.

A evolução da indústria 4.0 (Figura 1), começa afetar a forma de ver das empresas e setores da economia, com novas oportunidades de negócios e investimentos em inovações, melhorando a gerência de informações e tomada de decisões. Diferente das outras 3 revoluções Industriais ela conecta indústria, comércio, informações entre pessoas, entre pessoas e objetos e entre os próprios objetos (IoT - Internet das Coisas), relata Paprocki (2016) apud Ślusarczyk (2018) permitir produção e entrega de produtos sem participação humana, é uma nova tendência, mas quais são as barreiras existentes nessa implantação e como será desenvolvida as competências dos trabalhadores?

2 | METODOLOGIA

O presente trabalho inicialmente terá uma revisão bibliográfica para fornecer fundamentação teórica à pesquisa, o que conforme Gil (2010) e Ruiz (1996) permitirá observar o estado da arte do tema.

A revisão bibliográfica terá o papel de auxiliar e fornecer proposições ou hipóteses e ordenar as ideias em busca da veracidade das afirmações propostas (VERGARA, 2000), deixando a comprovação das hipóteses, falível ou aproximadamente exata (COOPER, SCHINDLER, 2003), nessa etapa será utilizado apoio de discentes para potencializar o tempo de pesquisa, direcionada as práticas usadas para qualificação de mão de obra na indústria 4.0.

3 | DESENVOLVIMENTO

O conceito da indústria 4.0 até onde se pesquisa vem da Alemanha desde 2011, para reforçar a competitividade da indústria alemã, pode em sua implementação segundo Ślusarczyk (2018), Sung (2018), Abele et al (2015), Qin, Liu, Grosvenor (2016) obter-se redução de custos, melhoria no desempenho, produtos e serviços melhorados, devido a auto-otimização de Sistemas cyber-físicos que se comunicam com trabalhadores com troca de dados em tempo real, tomadas de decisões descentralizadas e adaptadas, possível pelos avanços tecnológicos.

A 4a revolução industrial (4IR) no trabalho de Ślusarczyk (2018) e Dalenogare & et al, 2018, descreve que no mundo e crescente o interesse melhorar a indústria através de novas tecnologias 4.0 tais como: Alemanha (Industrie 4.0), França (the Nouvelle France Industrielle), Suécia (Produktion 2030), Itália (Fabbrica Intelligente), Bélgica/Holanda (Made Different), Espanha (Industria sicamente 4.0), Estados Unidos, (Parceria Manufatura Avançada), China, a (Feito na china 2025), Áustria (Produktion der Zukunft), no Brasil chamou-se “Rumo a Industria 4.0 através da Agência Brasileira de Industrial Development (ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial), entendida como nova fase da era industrial que integrará sistemas de produção, informação, comunicação através de sistemas cyber-físicos para atingir um melhor desempenho operacional, através de redução de setups, custos de trabalhos, materiais e tempo de processamento (DALENOGARE, et al, 2018).

No Brasil ao se procurar Industry 4.0 (cor azul) e indústria 4.0 (cor vermelha) tem-se a demonstração de grande interesse conforme apresenta a Figura 2.

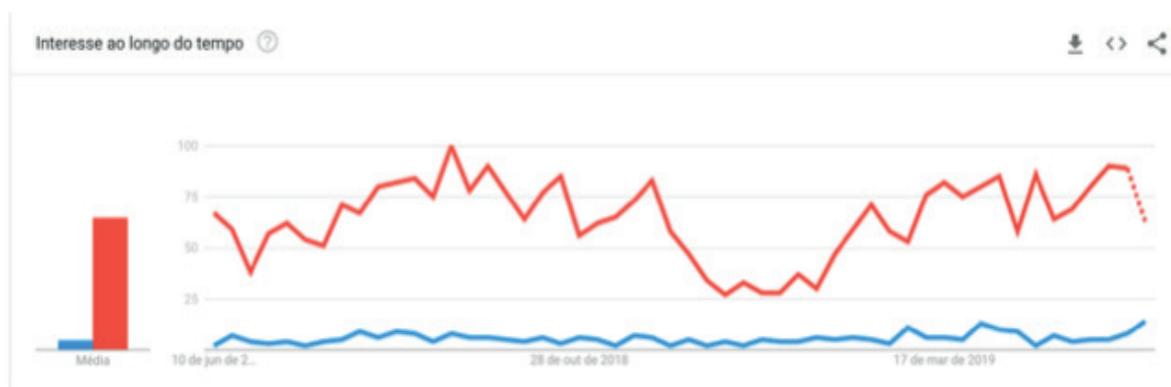


Figura 2 – Interesse na indústria 4.0 entre junho/18 e Março/19

Fonte: Google Trends, 2019

Pode-se constatar na Figura 2 que praticamente todos os Estados Brasileiros estão interessados nessa prática empresarial, onde Amazonas é o Estado com maior procura dessas informações.

A indústria 4.0 altera os conceitos de processos e sistema de produção significativamente, as tecnologias aplicadas acontecem em um ritmo diferente, potencializam-se oportunidades em investimento e cultura de inovação, uma vez que pode atuar em todos os campos da vida Ślusarczyk (2018), descreve que com essa possibilidade tem-se

o processamento das indústrias, o comércio e intercâmbio de informações entre pessoas, entre pessoas e objetos e também entre os próprio objetos, que é o conceito da Internet da coisa (IoT). Para Qin, Liu, Grosvenor (2016) as revoluções industriais precisam de um longo período para serem solidificadas.

A característica básica da indústria 4.0 é conectar atividades de chão de fábrica e seus sistemas a redes inteligentes, tendo suas decisões controladas de forma autônoma, podendo identificar e corrigir falhas automaticamente, armazenando conhecimento e ganhando capacidade de predição, reduzindo a inatividade em sua cadeia de valor, segundo Sung (2018), possibilitando fornecer produtos e processos com menor custo e aumentando sua performance e imagem junto a sociedade.

Stock, Seliger (2016), fornece uma visão geral das principais tendências e desenvolvimento esperado para os diferentes fatores de criação de valor da indústria 4.0, estes foram adaptados na Figura 3 a seguir, apresentando: (i) Equipamentos – Os robôs estarão trabalhando juntos com humanos e em outras situações sozinhos e com alta flexibilidade; (ii) Pessoas – o número de trabalhadores irá diminuir pela automação dos processos, isso exigirá de trabalhadores maior conhecimento e rapidez para execução de atividades complexas e descentralizadas; (iii) Organização – As decisões serão deslocadas do centro para processos descentralizados para trabalhadores e inteligência artificial; (iv) Processos – O uso de tecnologias aditivas (impressão 3D) cada vez mais criarão valor e se tornarão mais baratas e velozes; e (v) Produtos – Fabricação de lote único de maneira personalizada, será combinada com novos serviços criando um novo modelo de negócio.



Figura 3 – Tendência e desenvolvimento dos fatores de criação de valor

Fonte: Os autores

Um fator interessante surgiu a partir de Abele et al (2015), em relação as competências dos trabalhadores, destaca que os treinamentos tradicionais não servem para a indústria 4.0, para atender essa mudança os treinamentos devem ser em ambiente de produção realista, próximo da prática industrial, incluindo os novos conceitos de fabricação, tecnologia

e melhorar capacidade de resolução de problemas de capacidade, criatividade e inovação, aplicando conceitos de fábrica de aprendizagem para dominar situações complexas e não escolas tradicionais(modelo prussiano de ensino). Entre os diversos cenários pode se exemplificar: uma empresa em que o funcionário faltou, os diversos cenários em ambientes adequados possibilitam que o aluno ajude uma empresa a elevar o valor do cliente por meio de processos de produção enxuta, para Sung (2018), em um primeiro momento isso irá aumentar a taxa de emprego, porém aqueles que forem demitidos serão alienados, e terão grande desafio para sua recolocação no mercado novamente e demandará muito tempo para inseri-los, através das fábricas de aprendizagem.

As dificuldades de recolocação são ainda mais surpreendentes ao ver a pesquisa de Granulo, Fuchs, Puntoni (2019) em seu estudo sobre as reações psicológicas dos funcionários sobre a substituição por robôs, considerando diversos cenários, os mesmos acham que uma substituição por robôs não é uma ameaça tão aparente ao futuro econômico quanto seria se fosse substituído por um ser humano.

Sung (2018) relata que o governo coreano está dando importância para a 4ª revolução industrial e elaborou diversas iniciativas, entre elas estão para o ministério do comércio, indústria, energia: infraestrutura da indústria com o estabelecimento de fábrica inteligente; Para o Ministério de emprego e trabalho: Preparar leis e políticas em matéria de emprego e Promover recursos humanos; Ministério do interior e segurança: Transformar o sistema do governo mais inteligente; Ministério da educação: educação Fortalecimento faculdade e promover recursos humanos para a criatividade e convergência; Ministério da Agricultura, Alimentação e Rural: Indústrias Atualizando agricultura através da análise de big data, ferramentas inteligentes e tecnologia; Ministério da Terra, Infraestrutura e Transporte: Aumentando eficiência do sistema de transporte inteligente para o futuro; Ministério de Comissão de serviços futuros: Fornecer mais recursos financeiros para as indústrias futuras centrais.

Com tendência a otimização da indústria com a harmonização de tecnologia e comunicação, a possibilidade de desenvolvimento de indústrias inteligentes é uma combinação de fabricação sustentável, onde a empresa é alimentada por energia de redes inteligentes, bem como o fornecimento ou o uso de água e seus fluxos de dados coletados em um sistema cyber-físico para troca de dados inteligentes, para todas as partes interessadas e guardados nas nuvens (Stock, Seliger, 2016).

As fábricas inteligentes estarão avançadas em relação a criar valor sustentável nas dimensões econômico, social e ambiental, uma vez que irão procurar desenvolver esses valores em seus processos de produção, pensando a longo prazo em gerações futuras, seja ela em configuração de células ou job station, procurando e utilizando cada vez mais energias renováveis, procurando autossuficiência energética principalmente para atender a rede de inteligência.

Os novos modelos de gestão segundo Stock, Seliger (2016), irão reduzir impactos negativos para o ambiente e sociedade, e contribuir para resolver problemas ambientais e sociais no ciclo de vida do produto atuando de maneira horizontal e vertical em seus

processos e em sua cadeia de suprimentos, sendo facilitado pela rapidez de troca de dados inteligentes, resultando em um aumento do crescimento econômico.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos próximos anos a indústria 4.0 afetará os trabalhadores nas indústrias do mundo, entre os problemas identificados para essa mão de obra, destacam-se:

escassez de pessoal qualificado, risco de segurança nas informações, poucas ações por parte dos trabalhadores, sendo fortalecido pelo trabalho de Granulo, Fuchs, Putoni (2019) e evidencia que o trabalhador tem, mais medo de outro trabalhador do que de um robô, quando se refere a sua posição de trabalho responsabilizando a indústria para essa qualificação da mão de obra a ser realocada. Destaca-se na leitura as fabricas de aprendizagem apresentadas por Abele et al (2015), apresentando a aplicação de conceitos realista de fabricação, criatividade e inovação para dominar situações complexas, para minimizar a alienação dos funcionários demitidos, preparando-os para recolocação no mercado.

A predisposição de governos como a China é incluir em seu plano governamental leis e políticas para desenvolver a capacidade dos trabalhadores na indústria 4.0 é um fator que poderá ser diferencial de crescimento no futuro da competitividade mundial.

REFERÊNCIAS

ABELE, E. Learning Factories for research, education, and training. The 5th Conference on Learning Factories, 2015.

Cooper, D. R., Shindler, E. Métodos de Pesquisa em Administração. Porto Alegre: Bookman. 2003

DALENOGARE, L., et al. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. International Journal of Production Economics p. 383-394. 2018

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas. 2010.

GOOGLE TRENDS. (s.d.). Indústria 4.0. Disponível em <https://trends.google.com.br/trends/explore?geo=BR&q=industry%204.0,Industria%204.0>. Acesso em: 19 Jun. 2019,

GRANULO, A., FUCHS, C., PUTONI, S. Psychological reactions to human versus robotic job replacement. Nature Human Behaviour. 2019.

JABBOUR, A. B., JABBOUR, C. J., FOROPON, C., FILHO, M. G. When titans meet—Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors. Technological Forecasting and Social Change, 132. p. 18-25. 2018.

QIN, J., LIU, Y., GROSVENOR, R. A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond. Procedia CIRP 52, p. 173-178. 2016.

RUIZ, J. A. Metodologia Científica: Guia para eficiência nos estudos. São Paulo: Atlas. 1996.

ŚLUSARCZYK, B. Industry 4.0 – Are we ready? Polish Journal of Management Studies, 1(17), 232-248. 2018.

STOCK, T., SELINGER, G. Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. . 13th Global Conference on Sustainable Manufacturing - Decoupling Growth from Resource Use. Berlin: Institute of Machine Tools and Factory Management, Technische Universität Berlin. 2016.

SUNG, T. K. Industry 4.0: A Korea perspective. *Technological Forecasting & Social Change*, p. 40-45. 2018.

VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. São Paulo: Atlas. 2000.

A RELATIVIZAÇÃO DA DIGNIDADE HUMANA NAS RELAÇÕES EMPREGATÍCIAS COM A “COISIFICAÇÃO” DO TRABALHADOR

Data de aceite: 23/06/2020

Data de submissão: 13/03/2020

Khimberly de Souza Santos Carvalho

Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC-
GO
Goiânia – GO

RESUMO: O presente trabalho abordou o processo de objetificação do trabalhador como fruto do sistema capitalista de mercado. Através de revisão bibliográfica e de julgados envolvendo a temática, buscou-se analisar a relativização da dignidade da pessoa humana pela chamada “coisificação” do trabalhador. O princípio da dignidade humana, valor absoluto inerente ao homem pelo qual se entende que todo ser humano é merecedor de respeito pelo simples fato de ser humano, tem no trabalho um importante meio de afirmação, pois é através dele que o homem adquire meios não só de subsistência, mas de crescimento econômico e social, possibilitando o reconhecimento entre os membros da comunidade. Embora o trabalho seja um meio para afirmação da dignidade humana, observou-se que, na essência do sistema capitalista de mercado, a relação entre empregador e empregado é de exploração deste, o que não raro faz com que o trabalhador seja visto como uma coisa, um objeto, e não

como um ser digno de respeito e consideração. Verificou-se que se faz necessária a valorização do trabalhador e reafirmação de sua dignidade, com o devido reconhecimento de seu valor tanto pelo o empregador, que se aproveita da força de trabalho do funcionário, quanto pela sociedade, que indiretamente é beneficiada pelo produto do seu trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: objetificação, subordinação, dignidade, capitalismo, valorização.

THE RELATIVISATION OF HUMAN DIGNITY IN WORKPLACE RELATIONSHIPS AND THE OBJECTIFICATION OF THE WORKER

ABSTRACT: This article intends to study the worker objectification process as a result of the capitalist market system. Through bibliographic review and judgments involving the theme, we sought to analyze the relativisation of human dignity through the so-called “thingification” of the worker. The human dignity principle is an absolute value inherent to man, which means that every human being deserves respect for the simple fact of being human. It has, in work relationships, an important means of affirmation, because it is through him that man acquires means not only subsistence, but of economic and social growth, enabling recognition among community members. Although work affirms

human dignity, it was observed that, in the essence of the capitalism, the relationship between employer and employee is exploitation of this, which often makes the worker seen as something, an object, and not as a being worthy of respect and consideration. It was found that it is necessary to value the worker and reaffirm his dignity, with due recognition of his value both by the employer, who takes advantage of the employee's workforce, and by society, which indirectly benefits from the product of the employees job.

KEYWORDS: objectification, subordination, dignity, capitalism, valorization.

1 | INTRODUÇÃO

O presente trabalho pretende, através de revisão bibliográfica e de julgados envolvendo o tema, apresentar um estudo acerca do fenômeno da coisificação do trabalhador, termo utilizado por Karl Marx para representar a visão do patrão em relação ao trabalhador, tratando-o como “coisa”.

Abordar-se-á, especificamente, a relativização da dignidade do trabalhador em uma das espécies da relação de trabalho, a relação de emprego, que tem como traço marcante a subordinação jurídica do empregado.

Na busca incessante por maiores lucros e lançando mão da hipossuficiência do empregado, o empregador sujeita o funcionário a baixa remuneração, longas jornadas de trabalho, metas abusivas e ambientes de trabalho insalubres, exposição a risco de acidentes e doenças, enxergando o empregado como mero fator de produção, o “recurso humano”, contribuindo para que o obreiro seja objetificado e, conseqüentemente, sua dignidade seja aviltada.

A problemática diz respeito ao fato de que, mesmo sendo a dignidade um valor absoluto, na atual sistemática das relações trabalhistas, e em especial nas relações de emprego, ocorre a nefasta relativização da dignidade da pessoa do empregado.

Neste cenário se faz necessária a valorização do trabalhador como forma de reafirmar o valor absoluto de sua dignidade humana. Para tanto, práticas e posturas devem ser tomadas pelas empresas a fim de valorizar seus empregados, como a imposição constitucional de cumprimento da função social da propriedade dos bens de produção, bem como a prática, pela empresa, de ações de responsabilidade social, permitindo que o labor humano se sobreponha ao capital, e não o contrário.

2 | CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRINCÍPIO DA DIGNIDADE HUMANA

A dignidade é um atributo pertencente a toda pessoa humana pelo simples fato de ser humano, de ser insubstituível, razão pela qual é merecedor de respeito. É inerente ao homem, confundindo-se com sua própria natureza.

Para Silva (1998, p. 92) “[...] a dignidade da pessoa humana é um valor supremo que atrai o conteúdo de todos os direitos fundamentais do homem [...]”. O referido autor, baseando-se

na doutrina kantiana, aduz que a pessoa humana, como ser racional, diferentemente dos demais seres vivos e coisas, tem o fim em si mesma, sendo “[...] *um centro de imputação jurídica, porque o Direito existe em função dela e para propiciar seu desenvolvimento.*” (SILVA, 1998, p. 90,91), donde decorre a ideia de dignidade do ser humano.

Segundo Motta (2013), a dignidade da pessoa humana identifica-se de duas formas. Externamente, se identifica como “[...] *um direito natural, um direito humano, um direito fundamental e um princípio de hermenêutica [...]*”, correspondendo ao fundamento de todo o ordenamento jurídico. Internamente, a dignidade é um eixo de tolerabilidade, delimitando até que ponto um fato ou situação é considerada tolerável pelo indivíduo.

O conceito de dignidade varia conforme o contexto histórico e social de determinado povo, resultando, segundo Sarlet (2007, p. 362), de “[...] *uma evolução do pensamento humano a respeito do que significa este ser humano e de que é a compreensão do que é ser pessoa e de quais os valores que lhe são inerentes [...]*”.

2.1 A DIGNIDADE HUMANA COMO FUNDAMENTO DO ORDENAMENTO JURÍDICO BRASILEIRO

A Constituição brasileira dispõe, no inciso III do art. 1º, “Dos Princípios Fundamentais”, que a dignidade da pessoa humana é um dos fundamentos da República Federativa do Brasil, valores que alicerçam o ordenamento jurídico brasileiro.

Dentre as finalidades dos princípios fundamentais estão a garantia da unidade da Constituição brasileira; a orientação da ação do intérprete, como balizas para a tomada de decisões, tanto dos particulares como dos órgãos Legislativo, Executivo e Judiciário; e a preservação do Estado Democrático de Direito (BULOS, 2014, p. 506).

Silva (1998, p. 91) ressalta que a dignidade humana não é um conceito criado pela Constituição, pois ela é “[...] *preexistente a toda experiência especulativa, tal como a própria pessoa humana [...]*”. O Constituinte apenas a elevou ao patamar de valor supremo, em decorrência de sua eminência.

A consagração da dignidade humana como elemento basilar do ordenamento jurídico brasileiro reflete a importância dada a este princípio e seu reconhecimento como eixo norteador da atuação tanto do Estado para com seus cidadãos, quanto dos membros da comunidade entre si. Por esta razão, a dignidade espraia-se por todo o ordenamento jurídico. O art. 6º da Constituição, por exemplo, baseia-se no princípio da dignidade humana ao tratar dos direitos sociais, pois os direitos constantes em seu rol constituem o mínimo necessário para uma vida digna. Já o art. 170 da Carta de 1988 dispõe expressamente que a ordem econômica “tem por fim assegurar a todos existência digna”.

Assim, a dignidade “[...] *não é apenas um princípio da ordem jurídica, mas o é também da ordem política, social, econômica e cultural. Daí sua natureza de valor supremo, porque está na base de toda a vida nacional.*” (SILVA, 1998, p. 92).

O princípio da dignidade da pessoa humana serve ainda de lastro para os direitos humanos, pois é no eixo de tolerabilidade traçado por este princípio que se baseiam o direito

à vida, liberdade, igualdade, solidariedade e demais direitos.

2.2 O PRINCÍPIO DA DIGNIDADE DA PESSOA HUMANA E A RELAÇÃO EMPREGATÍCIA

A dignidade, sobretudo em uma sociedade capitalista, está intimamente relacionada ao labor remunerado. Afirma Bulos (2014, p. 514) que “[...] o trabalho, certamente, dignifica a existência terrena [...]. Daí a Constituição enfatizar o respeito e a dignidade ao trabalho em diversos lugares [...]”. Em seu art. 7º, por exemplo, a Constituição dispõe que é direito do trabalhador salário mínimo que atenda às suas necessidades vitais e de sua família, trazendo um rol contendo o mínimo necessário para uma vida digna.

É por meio do trabalho, e este remunerado, que o indivíduo adquire meios de subsistência própria e de sua família, dando-lhe reconhecimento social perante os demais membros da comunidade e possibilitando-lhe ascensão econômica, contribuindo para a redução das desigualdades sociais. Daí se extrai sua importância como mecanismo de afirmação da dignidade humana.

Na relação entre particulares, como é o caso da maioria das relações empregatícias, ambas as partes são possuidoras de direitos, o que implica a possibilidade de choque entre eles. A relação empregatícia, porém, possui uma especificidade. A importância do trabalho para a promoção da dignidade da pessoa humana fez com que este fosse elevado ao patamar de direito social fundamental de segunda dimensão, pois foi “[...] resultado da pressão popular exercida pela classe dos explorados, pretendendo melhores condições de vida e de trabalho, forçando a transição do Estado liberal ao Estado prestacional (Estado do bem-estar social) [...]” (MOTTA, 2013).

Por esta razão, a relação de emprego possui regramento próprio, orientado pelo princípio da dignidade da pessoa humana, no caso, a dignidade do trabalhador, exigindo a regulamentação do Direito Trabalhista a fim de não apenas evitar o aviltamento da dignidade do obreiro, mas garantir a promoção desta.

Na relação de emprego, o direito do trabalhador se contrapõe ao poder do empregador que, não raro, abusa de suas prerrogativas legais e de sua posição privilegiada. Na busca por obtenção de maiores lucros com o menor custo, o patrão, em muitos casos, acaba expondo o obreiro a condições indignas de trabalho, pagando-lhe injusto salário e causando-lhe danos físicos e psicológicos.

Não há que se falar em relativização do princípio da dignidade humana quando estão em confronto coisas e pessoas, isto porque o valor das coisas é relativo, enquanto que o valor das pessoas é absoluto¹. Entretanto, o empregador, a quem compete zelar pela dignidade dos empregados, acaba por tratar-lhes não como fim em si mesmos, mas sim como meios de obtenção dos objetivos empresariais e negando-lhe seu real valor, se operando a coisificação do empregado.

Assim, segundo Sarlet (2007, p. 381) a figura do “[...] homem-objeto (ou homem-instrumento), com todas as conseqüências que daí podem e devem ser extraídas, constitui justamente a antítese da dignidade da pessoa humana [...]”. Por esta razão, as normas

1 Tal classificação é utilizada por Silva (1998, p. 91) baseando-se na doutrina kantiana.

trabalhistas visam regulamentar a relação entre patrão e empregado com o objetivo de promover a dignidade do trabalhador.

3 I UM OLHAR ACERCA DA SUBORDINAÇÃO DO EMPREGADO

São características do contrato individual de emprego a prestação de serviços por pessoa física com personalidade, não eventualidade, onerosidade e subordinação. Dentre estas, a mais importante é a subordinação, pela qual o empregado é dependente do empregador, a quem, conforme o art. 2º da CLT, é atribuída a direção da prestação pessoal de serviço.

A importância do elemento subordinação para a relação de emprego reside no fato de que ela fundamenta o exercício do poder empregatício em suas diversas exteriorizações: poder diretivo, poder regulamentar, poder disciplinar e poder fiscalizatório. Por mandamento legal, o empregado está sujeito ao empregador, porque o trabalho corre por conta, risco e em proveito deste, conforme art. 2º da CLT.

A subordinação como elemento essencial à configuração da relação empregatícia tem uma acepção restrita, denominada como subordinação jurídica, que, conforme Romita apud Alvarenga (2010) consiste na “[...] *integração da atividade do trabalhador na organização da empresa mediante um vínculo contratualmente estabelecido, em virtude do qual o empregado aceita a determinação, pelo empregador, das modalidades de prestação de trabalho [...]*”.

Delgado (2012, p. 295) pondera que a subordinação do empregado deve ser encarada objetiva e não subjetivamente, pois ela atua sobre o labor realizado em prol da empresa, e não sobre a pessoa do trabalhador, de modo a criar-lhe um estado de sujeição.

3.1 SUBORDINAÇÃO E A FRAGILIDADE DO EMPREGADO

A previsão legal da dependência do empregado em relação ao empregador põe o obreiro em situação inferior ao patrão. A desigualdade econômica entre as partes na relação trabalhista por si só já é um mecanismo de inferiorização e fragilização do obreiro perante o empregador, o que é um reflexo da sociedade, em que aqueles que possuem melhores condições econômicas desfrutam de maiores privilégios.

Além disso, a fragilidade do empregado se revela pelo fato de que o empregador detém o poder de despedi-lo a qualquer momento, o que pode causar grande impacto na vida do empregado. Sendo a remuneração indispensável à subsistência do trabalhador e de sua família, a necessidade de manter-se no emprego faz com que o empregado se sujeite às condições impostas pelo patrão.

Em que pese a relação trabalhista ser contratual, sendo, teoricamente, um “[...] *acordo de vontades para o fim de adquirir, resguardar, modificar ou extinguir direitos [...]*” (BEVILÁQUA apud LENZA, 2011, p. 685), no contrato individual de emprego, a manifestação de vontade do obreiro é limitada. Na prática, cabe ao empregado apenas conformar-se com as condições impostas pelo empregador, assemelhando-se, neste particular, ao contrato de

adesão, em que uma das partes, no caso o empregador, dita todas as cláusulas.

O indivíduo desempregado, sobretudo em tempos de crise, não possui condições de escolher entre “pegar ou largar”. A necessidade de sobreviver e adimplir com suas obrigações, somada à grande oferta de mão de obra, faz com que o obreiro aceite em bloco as imposições do empregador, sob pena de que outro candidato com elas concorde e seja admitido em seu lugar. Assim, o empregado acaba, por muitas vezes, manifestando sua anuência à pactuação de baixa remuneração, jornadas laborais excessivas, condições de trabalho degradantes, entre outras situações aviltantes à sua dignidade.

É natural que o empregador imponha condições para a prestação do serviço, pois é ele que se aproveita da força de trabalho, bem como do lucro, e a ele cabe suportar o risco da atividade econômica. Entretanto, dado o fato de que “[...] a relação de poder entre o capitalista e seus empregados é objetivamente uma relação de poder político e social [...]” (MELHADO *apud* ALVARENGA, 2010), não raro percebe-se que o empregador se aproveita da disparidade econômica e do sentimento de inferioridade experimentado pelo obreiro e abusa de suas prerrogativas, desrespeitando a dignidade do trabalhador.

O Direito do Trabalho nasceu com a clara pretensão de regular as relações em que há prestação de labor humano a fim de resguardar o empregado, das partes a mais frágil. Assim, as normas juslaborais visam equilibrar a relação entre capital e mão de obra, tendo em conta a fragilidade do obreiro. Entretanto, o protecionismo do Direito do Trabalho, que chega ao empregado através da tutela jurisdicional, não tem impedido que abusos sejam cometidos.

A prestação da tutela jurisdicional trabalhista também sofre o impacto da fragilidade do empregado, isto porque o ajuizamento de reclamação trabalhista contra o empregador equipara-se, na prática, ao pedido de demissão ou, nos casos em que o empregado permanece nos quadros da empresa, significa suportar perseguições e assédio moral.

A relação trabalhista, portanto, sofre inegável influência das peias sociais que atuam como mecanismo fragilizador do empregado ao, implicitamente, obrigá-lo a aceitar condições impostas pela parte mais forte na relação contratual, a fim de manter-se no emprego, do qual retira sustento próprio e de sua família.

4 | O AVILTAMENTO À DIGNIDADE HUMANA DECORRENTE DA PREVALÊNCIA DO CAPITAL SOBRE O TRABALHO

No período antigo, predominava a utilização de mão de obra servil, modelo em que a relação entre os senhores e os seus servos era de propriedade. Os trabalhadores eram vistos como coisas, e, como tal, eram utilizados e descartados a bel prazer do senhor.

Por óbvio, a relação escravista é extremamente degradante, razão pela qual é vedada em um ordenamento jurídico pautado no princípio da dignidade da pessoa humana. Entretanto, ainda que legalmente o trabalho escravo tenha sido abolido, até os dias atuais observa-se, nas relações empregatícias, a presença de resquícios do tratamento degradante dispensado

aos antigos servos.

A relação servil era sobretudo vantajosa para o senhor e detentor dos meios de produção, pois lhe gerava poucos custos e nenhuma responsabilidade pelos danos causados ao obreiro, suportando apenas o ônus da perda de um bem, uma vez que o servo era sua propriedade. E esta é a lógica capitalista combatida pelas normas de Direito do Trabalho.

Sendo um sistema econômico calcado na propriedade privada e na lucratividade, o capitalismo contribui para a exploração do trabalhador na medida em que a competitividade deste sistema exige o maior lucro com o menor custo. Soma-se a isto o fato de que a força de trabalho do obreiro é vista como apenas mais um recurso produtivo, o “recurso humano”.

Em seus manuscritos, Marx (2004) já alertava para o impacto do modelo capitalista de mercado nas relações entre patrão e empregado. A concorrência característica deste sistema ocorre tanto entre capitalistas, que buscam lucrar cada vez mais, quanto entre trabalhadores, devido ao grande número de mão de obra disponível, reduzindo o trabalhador à condição de mercadoria.

Se a oferta é muito maior que a procura, então uma parte dos trabalhadores cai na situação de miséria ou na morte pela fome. A existência do trabalhador é, portanto, reduzida à condição de existência de qualquer outra mercadoria. O trabalhador tornou-se uma mercadoria e é uma sorte para ele conseguir chegar ao homem que se interesse por ele. (MARX, 2004, p. 24)

Em razão da grande oferta de mão de obra, é pago ao empregado um salário mínimo miserável, que mal serve para suprir suas necessidades básicas.

Para Marx (2004), a remuneração pelo uso da força de trabalho deveria corresponder ao benefício experimentado pelo tomador do serviço. Entretanto, o capitalista se apropria da mais-valia, que representa o excedente do trabalho aproveitado pelo empregador e não remunerado.

A “coisificação” do obreiro advém da visão de que o empregado é apenas mais uma peça da engrenagem, mais um fator de produção, fazendo com que o patrão não reconheça a humanidade do trabalhador e nem respeite a dignidade dela decorrente.

Conforme o vigente ordenamento juslaboral brasileiro, cabe ao empregador zelar pelo meio ambiente de trabalho, com vistas à preservação da integridade física e psíquica do obreiro, devendo tomar medidas necessárias para evitar acidentes, neutralizar agentes insalubres e manter a higidez do ambiente de trabalho. No entanto, o patrão furta-se ao seu dever e, aproveitando-se do poder empregatício e da submissão do empregado, o sujeita a imposições que ferem sua dignidade.

Inúmeros são os casos de desrespeito às normas trabalhistas protetivas do labor, se podendo citar a exigência de jornadas laborais exaustivas, o trabalho insalubre sem as devidas medidas necessárias à neutralização da insalubridade, a exposição a riscos de acidentes de trabalho, exigência de metas inalcançáveis, entre outros.

As extensas jornadas de trabalho exigidas, além de sobrecarregar o empregado, podendo acarretar problemas de saúde, prejudicam seu convívio familiar e social, bem como

seu direito constitucional ao lazer. A exigência habitual de labor em horas extraordinárias, trocando em miúdos, denota a preferência do empregador por sobrecarregar um obreiro em vez de contratar outro trabalhador e dividir equanimemente as tarefas.

O trabalho insalubre, previsto na CLT e regulamentado pelo Ministério do Trabalho e Emprego por meio da NR 15, é aquele capaz de causar lesões à saúde do obreiro. Por esta razão, é dever do empregador eliminar ou neutralizar a insalubridade “[...] com a adoção de medidas de ordem geral que conservem o ambiente de trabalho dentro dos limites de tolerância[...]”² e/ou “[...] com a utilização de equipamento de proteção individual [...]”³. Entretanto, estas medidas trazem custos diretos ou indiretos com os quais o empregador, não raro, se exime de arcar, demonstrando clara prevalência do capital em detrimento da saúde do obreiro.

Outra situação degradante é percebida na exposição do empregado a riscos de acidente de trabalho. Infortúnios causados por máquinas inseguras ou em péssimo estado de conservação atingem a vida de inúmeros trabalhadores diuturnamente. Alguns obreiros, responsáveis pela limpeza e manutenção de maquinário, são obrigados a executar seus serviços expostos a risco unicamente para que o empregador não sofra prejuízos, conforme assinalado pela MMA. Juíza Celmara de Souza Freitas e Soares nos autos da RT 0010828-79.2014.5.18.0053, in verbis:

E o mais grave é que se conclui que o não desligamento da máquina, mesmo no perigoso momento de sua limpeza, se dava para que não fosse parada a produção. Ou seja, para que o empregador não tivesse prejuízos financeiros, como se estes fossem mais importantes do que a segurança e integridade física de seus empregados.

O que esta magistrada conclui, da experiência que já pode adquirir julgando inúmeros processos envolvendo acidentes laborais, é que é urgente e imperioso que as empresas entendam que não basta adotar medidas de segurança paliativas, simbólicas, apenas para dizer que o fizeram, que cumpriram a lei. Urge que as medidas de segurança adotadas sejam realmente eficazes, suficientes para de fato evitarem infortúnios e danos aos trabalhadores. A preservação da vida humana, da integridade física daqueles que agregam valor à empresa, que a ela emprestam sua força de trabalho, é que deve ser o objetivo maior na adoção das medidas de segurança, e não apenas a intenção de se estar, apenas formal e mecanicamente, “aparentando” a empregadora estar cumprindo as leis e normas regulamentadoras que dispõem sobre segurança e medicina do trabalho.⁴

O fragmento da sentença acima colacionado revela uma cruel realidade brasileira: a de que a motivação do empregador ao cumprir as normas trabalhistas funda-se não no respeito à dignidade do empregado que lhe cede a força de trabalho, mas sim no receio de ser responsabilizado judicialmente por algum infortúnio ou ser autuado em decorrência de fiscalização do Ministério do Trabalho.

A integridade psíquica do trabalhador também é negligenciada. São exemplos disso os casos de estipulação de metas abusivas, como as que exigem trabalho extraordinário ou que estimulem comportamento antiético do trabalhador. O assédio moral, caracterizado pelo

2 Item 15.4.1 da Norma Regulamentadora 15 do MTE. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr15.htm>> Acesso em 09 abr 2016.

3 Idem.

4 Sentença. ID nº cd49bb2 - Pág. 4 e 5

tratamento hostil, depreciativo e humilhante dispensado ao obreiro, também traz prejuízos à sua saúde psíquica, podendo gerar depressão, estresse e até transtornos psicológicos mais severos.

Em todos estes casos, a “coisificação” do trabalhador se revela, pois a incolumidade física e psíquica do obreiro é negligenciada enquanto dele se espera o melhor rendimento possível com o menor custo despendido. O trabalhador é, então, inserido em um ambiente de trabalho hostil como se mero objeto fosse. Esta situação se perpetua em razão da necessidade vital do trabalhador de manter-se no emprego.

A objetificação do obreiro torna-se mais evidente nos casos de empregados que adoecem, seja em razão do labor ou não. Na visão do capitalista, a utilidade do empregado depende do quanto ele é capaz de produzir. Se esta capacidade é reduzida ou extinta, tal “recurso humano” deve ser descartado, pois, uma vez que não gera lucro, não possui utilidade.

Caso a relação de trabalho acarrete danos, sejam materiais, morais ou estéticos, o obreiro pode pleitear judicialmente a indenização deles decorrente. Entretanto, em que pese o benefício para o reclamante, esta possibilidade contribui para que o aviltamento à dignidade da coletividade dos trabalhadores se perpetue, pois não raro os empregadores optam por negligenciar direitos de toda a classe dos obreiros ante a constatação de que a maior parte não buscará a tutela jurisdicional.

A economia para o empregador faz com que a inobservância das normas trabalhistas lhe seja mais vantajosa, isto porque ressarcir, após condenação judicial, um só obreiro que pleiteou verbas decorrentes da insalubridade e labor extraordinário custa menos que adequar todo o ambiente de trabalho, fornecer equipamentos de proteção individual a todos os empregados e contratar mais mão de obra a fim de não se exigir horas extraordinárias ou pagá-las corretamente, por exemplo.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dignidade humana é um valor moral que pauta todo o ordenamento jurídico brasileiro, pelo qual se entende que todo ser humano é merecedor de respeito e de ser tratado dignamente pelo simples fato de ser humano.

Em uma sociedade capitalista, a afirmação da dignidade de uma pessoa está intimamente relacionada ao trabalho, uma vez que é uma das principais formas de se adquirir meios de subsistência e crescimento econômico e social. Em razão disso o trabalho é de vital importância para o ser humano.

O Constituinte preocupou-se em harmonizar os direitos patronais e laborais. Para tanto, buscando a valorização do trabalho e reconhecendo a situação privilegiada do empregador, a Carta de 1988 previu limitações ao exercício de seus direitos.

A submissão da propriedade à sua função social está prevista nos arts. 5º, XXIII; 170; 182, §2º; e 186, caput. Os bens e meios de produção são patrimônio do empregador e,

por este motivo, devem atender à função social, que corresponde ao “[...] *poder-dever de o empresário e os administradores da empresa harmonizarem as atividades da empresa, segundo os interesses da sociedade [...]*”⁵, a fim de que a empresa contribua para o progresso social.

Além de exercer a função social perante a comunidade, a empresa deve, também, cumprir sua função social perante seus trabalhadores, oferecendo-lhes ambiente de trabalho propício ao desenvolvimento de suas potencialidades, virtudes e conhecimento, elevando a dignidade do trabalhador ao primeiro plano, acima da busca exacerbada por lucros e, portanto, valorizando aquele que lhe oferta a força de trabalho.

A responsabilidade social da empresa, entendida como “[...] *um processo contínuo e de melhoria da empresa na sua relação com seus funcionários, comunidades e parceiros [...]*”⁶, também se revela como importante mecanismo de valorização do trabalho. Apesar de não haver imposição legal ou constitucional, os consumidores e a sociedade em geral têm exigido cada vez mais um comportamento ético das empresas, tanto para com seu público externo, como consumidores, quanto para com seu público interno, como funcionários.

Para que a dignidade do trabalhador seja reafirmada, é preciso que o empregado seja valorizado pelo empregador, que se aproveita da sua força de trabalho, dado o fato de que ele desempenha atividade de relevante valor social, contribuindo para o crescimento da empresa e, também, para o desenvolvimento econômico e social da comunidade em que vive.

A valorização do trabalhador é, portanto, o caminho inverso da “coisificação”, pois ao passo que esta reduz o empregado à condição de mercadoria que pode ser descartada, a valorização do trabalho e do empregado contribui para a reafirmação e efetivação da sua dignidade, pois o labor dá ao obreiro “[...] *a possibilidade de apropriar-se de sua cidadania [...]*”⁷, permitindo-lhe a realização e satisfação pessoal.

Vê-se, portanto, que o princípio da dignidade da pessoa humana não deve ser relativizado no contexto da relação empregatícia, pois a dignidade é um atributo intrínseco da natureza humana, um valor incondicionado, pelo qual se tem que o homem é merecedor de respeito e consideração. Ao contrário, se faz necessária sua reafirmação, devendo prevalecer a dignidade sobre o capital.

5 A função social da empresa. Disponível em < http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/Direito_PereiraHV_1.pdf> Acesso em 18 abr 2016.

6 Conceito de Fábio Eon. Disponível em < <http://www.responsabilidadesocial.com/wp-content/uploads/2015/04/O-Que-E-Responsabilidade-Social.pdf> > Acesso em 15 abr 2016.

7 O Homem e o Trabalho. Disponível em: < <http://www.portaleducacao.com.br/psicologia/artigos/15638/o-homem-e-o-trabalho#ixzz43vO2FN2e> > Acesso em 15 abr 2016.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, Rúbia Zanotelli de. **O poder empregatício no contrato de trabalho**. In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, XIII, n. 75, abr 2010. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=7613>. Acesso em 28 abr. 2016.
- BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm> Acesso em 27 abr 2016.
- _____. **Consolidação das Leis Trabalhistas**. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del5452.htm> Acesso em 18 abr 2016.
- BULOS, Uadi Lammêgo. **Curso de direito constitucional**. 8. ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2014.
- DELGADO, Maurício Godinho. **Curso de Direito do Trabalho**. 11. ed. São Paulo: LTr, 2012.
- LENZA, Pedro. **Direito constitucional esquematizado**. 16. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2012.
- MARX, Karl. **Manuscritos econômico-filosóficos**. Tradução e apresentação: Jesus Ranieri. São Paulo: Boitempo Editorial, 2004.
- MOTTA, Artur Francisco Mori Rodrigues. **A dignidade da pessoa humana e sua definição**. In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, XVI, n. 119, dez 2013. Disponível em: <http://ambitojuridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=14054&revista_caderno=29>. Acesso em 28 abr. 2016.
- SARLET, Ingo Wolfgang. **As dimensões da dignidade da pessoa humana: construindo uma compreensão jurídico-constitucional necessária e possível**. Revista Brasileira de Direito Constitucional – RBDC, São Paulo, n. 09, p. 361-388, jan./jun. 2007,
- SILVA, José Afonso da. **A dignidade da pessoa humana como valor supremo da democracia**. Revista de Direito Administrativo. Rio de Janeiro, n. 212, p. 89-94, abr./jun. 1998.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Franciele Braga Machado Tullio: Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

Lucio Mauro Braga Machado: Bacharel em Informática (Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG/1995), licenciado em Matemática para a Educação Básica (Faculdade Educacional da Lapa – FAEL/2017), Especialista em Desenvolvimento de Aplicações utilizando Tecnologias de Orientação a Objetos (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/ 2008). É coordenador do Curso Técnico em Informática no Colégio Sant’Ana de Ponta Grossa/PR onde atua também como professor desde 1992, também é professor na Faculdade Sant’Ana atuando nas áreas de Metodologia Científica, Metodologia da Pesquisa e Fundamentos da Pesquisa Científica e atua como coordenador dos Sistemas de Informação e do Núcleo de Trabalho de Conclusão de Curso da instituição. E-mail para contato: machado.lucio@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acessibilidade 19, 20, 21, 25, 29, 30
Alergia 70, 71
Ameixa 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 89
Aquecedores 40, 41, 42, 52
Arranjo de antenas de microfita 54, 56, 58

B

Batimento 76, 79, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89

C

Capitalismo 124, 130
Celíacos 70, 73
Cidades inteligentes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 14, 15, 16, 18, 21
Clientes 2, 106, 108, 109, 110, 113, 114
Comunicação sem fio 54, 58, 61, 65
Construção civil 20
Custos 2, 21, 26, 29, 32, 34, 35, 36, 37, 106, 108, 111, 112, 114, 119, 130, 131

D

Desenvolvimento 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 14, 15, 16, 20, 21, 29, 30, 43, 52, 55, 70, 72, 73, 74, 77, 94, 106, 107, 109, 112, 113, 119, 120, 121, 126, 133, 135
Desenvolvimento sustentável 1, 5, 15, 16, 29
Dignidade 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134

E

Energia 2, 6, 14, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 29, 35, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 53, 56, 61, 63, 117, 121
Energia solar 20, 29, 40, 44, 45, 53

F

Ferramentas 1, 14, 106, 108, 110, 111, 113, 121
Fidelização 106, 108

G

Gestão da Qualidade 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 114

I

Indústria 4.0 116, 117, 118, 119, 120, 122

Inovação 116, 117, 119, 121, 122

Intolerância 70, 71, 74

L

Lactose 70, 71, 72, 73, 74, 75

M

Micro-ondas 54, 55, 56, 57, 65, 77

O

Objetificação 124, 132

P

Pavimento rígido 31, 33, 36, 38

Pavimentos 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39

Produtos 53, 66, 70, 71, 72, 74, 86, 87, 88, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 120

Projeto 2, 4, 6, 7, 14, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 36, 44, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 65, 113, 115

Propriedades físico-químicas 77, 87, 88

Proteína do Leite 70, 71

Q

Qualidade 2, 4, 5, 6, 14, 19, 29, 30, 32, 37, 38, 72, 74, 76, 78, 88, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 117

R

Recuperação 17, 31, 32, 38

Revolução 4.0 116

Robôs 116, 120, 121

S

Satisfação 106, 107, 108, 109, 113, 133

Secagem em camada de espuma 76, 77, 78, 80, 89

Subordinação 124, 125, 128

T

Tecnologias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 14, 16, 20, 21, 23, 25, 29, 30, 41, 54, 55, 73, 105, 116, 117, 119, 120, 135

Tempo 2, 15, 29, 32, 35, 37, 41, 50, 51, 67, 69, 76, 77, 78, 80, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 94, 112, 116, 118, 119, 121

Tubular 27, 41, 42, 43, 48, 53

V

Valorização 124, 125, 132, 133

Viabilidade 20, 21, 29, 31, 32, 36, 40, 41, 42, 53, 65

W

Whitetopping 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39

 **Atena**
Editora

2 0 2 0