

Organizadores:

Eduardo Mendonça Pinheiro

Patrício Moreira de Araújo Filho

Glauber Tulio Fonseca Coelho



4iD

ENGENHARIA

a era da produção inteligente

2020


Pascal
Editora

4^o
Volume

**EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO
PATRICIO MOREIRA DE ARAÚJO FILHO
GLAUBER TULIO FONSECA COELHO
(Organizadores)**

**ENGENHARIA 4.0
A ERA DA PRODUÇÃO INTELIGENTE**

VOLUME 4

**EDITORA PASCAL
2020**

2020 - Copyright© da Editora Pascal

Editor Chefe: Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

Edição e Diagramação: Eduardo Mendonça Pinheiro

Edição de Arte: Marcos Clyver dos Santos Oliveira

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Dr. Will Ribamar Mendes Almeida

Dr. Raimundo Luna Neres

Dr. Saulo José Figueredo Mendes

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57prod

Engenharia 4.0: a era da produção inteligente / Eduardo Mendonça Pinheiro, Glauber Tulio Fonseca Coelho, Patrício Moreira de Araújo Filho (Org.). — São Luís: Editora Pascal LTDA, 2020.

192 f.; il. – (Engenharia 4.0 ; v. 4)

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-86707-08-3

D.O.I.: 10.29327/515542

1. Engenharia. 2. Gestão inteligente. 3. Miscelânea. I. Título.

CDU: 089.3

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

2020

www.editorapascal.com.br

contato@editorapascal.com.br

APRESENTAÇÃO

Esta edição da série “Engenharia 4.0: a era da produção inteligente” é o resultado da seleção de vários artigos científicos publicados sobre a temática central da obra. A equipe editorial buscou oportunizar aos acadêmicos, professores e profissionais da atuantes da área, espaço de discussão a respeito da produção inteligente e sua nova fronteira. Vale dizer que esta série, prevista inicialmente para quatro volumes, pode ter números adicionais no futuro, devido à grande repercussão, interesse de vários pesquisadores e difusão deste novo conhecimento.

O presente volume é composto por quatorze capítulos que foram apresentados em eventos regionais, nacionais e internacionais durante os anos de 2019/2020 e aqui estão agrupados segundo temática para facilitar a leitura quanto aos interesses difundidos em cada artigo, transformado em capítulo de livro e direcionados a discentes, docentes, pesquisadores e profissionais de Engenharia e áreas afins.

Os Organizadores ressaltam que as temáticas ilustradas nos capítulos desta série científica confirmam o valor da Engenharia 4.0 no contexto empresarial, científico e seus utilitários, mas principalmente vem reforçar a importância do tema de vanguarda e sua aplicabilidade, contribuindo para que as empresas e centros de pesquisa possam identificar projetos com o potencial de desenvolvimento de novas tecnologias e inovação para o futuro da indústria.

Os Organizadores

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 8

DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO COM INCORPORAÇÃO DAS CINZAS DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Cristiano Pena Miller
Fernanda Rangel de Azevedo de Paula
Muriel Batista de Oliveira
Amanda Camerini Lima
Leandro Zovico Moreira Vicente
Suianne Farinazzo Pereira

CAPÍTULO 2..... 18

MOBILIDADE NO CONTROLE DOS INDICADORES DE DESEMPENHO ATRAVÉS DE DISPOSITIVOS MÓVEIS

Thiago dos Santos Nunes
David Dionísio Cardoso Pereira
Mateus Henrique Nogueira Tonin
José Roberto Delalibera Finzer

CAPÍTULO 3..... 27

ESPAÇO COWORKING NA UNIVERSIDADE: FOMENTANDO O EMPREENDEDORISMO E INOVAÇÃO NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Thiago Felipe Pinheiro Castro
Carlos Henrique Teles da Silva
Girlene Correia Mota
Wellinton de Assunção

CAPÍTULO 4..... 40

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS COMPOSTOS EXTRAÍDOS DA SEMENTE DE ABÓBORA CABOTIA (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) OBTIDO POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Graziele Joice Roberta de Souza
Isis Oliveira Rodrigues
Priscilla Silva Campos
Camila Ismar Silva
Gisele Cristina Rabelo Silva

CAPÍTULO 5..... 49

ESTATÍSTICA E PROBABILIDADE NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO CIVIL

Raimundo J. Barbosa Brandão

CAPÍTULO 6..... 67

**USO DO WHATSAPP EM ATIVIDADES EDUCATIVAS EXTRACLASSE ON-LINE
NO ENSINO DE PROGRAMAÇÃO**

Ernane Rosa Martins

Luís Manuel Borges Gouveia

CAPÍTULO 7..... 80

**CHARACTERIZANDO A CAMPANHA PRESIDENCIAL BRASILEIRA EM 2018
USANDO DADOS DO TWITTER**

Emanuelle Azevedo Martins

Kênia Carolina Gonçalves

Renato Miranda Filho

CAPÍTULO 8..... 96

**A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA RE-
DUÇÃO DO CONSUMO DA ELETRICIDADE PROVINDA DAS HIDRELÉTRICAS**

Thamara Pereira Verde

Madson Cruz Machado

CAPÍTULO 9..... 106

ENVELHECIMENTO DE SOFTWARE NA PLATAFORMA DOCKER

Felipe Dias de Oliveira

Luan Carlos Soares Lins

André Barreto Rodrigues

Jean Carlos Teixeira de Araújo

CAPÍTULO 10..... 123

**PREDIÇÃO “PRÉ-EFEITO ANÓDICO”: TRABALHANDO COM REDES NEURAIAS
ARTIFICIAIS, CLUSTERIZAÇÃO E REMOÇÃO DE OUTLIERS**

Bruno Nicolau Magalhães de Souza Conte

Thiago Nicolau Magalhães de Souza Conte

Roberto Célio Limão de Oliveira

CAPÍTULO 11..... 137

LOÇÃO HIDRATANTE CONTENDO ÓLEO DE BORRA DE CAFÉ

Olívia Carlos

José Roberto Delalibera Finzer

Tatiana Aparecida Pereira

Thiago dos Santos Nunes

CAPÍTULO 12 146

A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE EDUCACIONAL “APRENDA SCRATCH” NO LETRAMENTO EM PROGRAMAÇÃO POR ALUNOS DE CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA A DISTÂNCIA

Heyder Vágner Ramos

Marcia Oliveira

Marize Lyra Silva Passos

Rodolfo dos Reis Fontes Novais

CAPÍTULO 13..... 157

SELEÇÃO DE MICRORGANISMOS PRODUTORES DE ÁCIDO LÁCTICO COM SUBSTRATOS ALTERNATIVOS

Elda Sabino da Silva

Luiz Roberto Magossi

Maria Alice Alves Wada

Sérgio Fernandes

CAPÍTULO 14..... 171

APLICAÇÃO DO KAIZEN COMO BASE MOTIVACIONAL EM UMA INDÚSTRIA MINERADORA

Joyce Camila Paulino Andrade

Celiane Cunha Pinheiro

Samylla Cristina Soeiro Silva

Wilson Pacheco Correa

Eduardo Mendonça Pinheiro

CAPÍTULO 1

DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO COM INCORPORAÇÃO DAS CINZAS DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

DETERMINATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE WITH
INCORPORATION OF ASH FROM SUGARCANE BAGASSE

Cristiano Pena Miller

Fernanda Rangel de Azevedo de Paula

Muriel Batista de Oliveira

Amanda Camerini Lima

Leandro Zovico Moreira Vicente

Suianne Farinazzo Pereira

Resumo

As fábricas de cimento atualmente são consideradas grandes poluidoras, chegando a 5% da emissão total mundial de CO₂ e a previsão é de que o consumo e a produção do cimento dobre nos próximos anos. Uma das alternativas é a substituição do clínquer do cimento Portland por materiais com menor valor energético como a cinza proveniente da queima do bagaço de cana. O objetivo deste artigo é analisar as propriedades mecânicas do concreto com a substituição de porcentagens do cimento pela cinza do bagaço da cana de açúcar. Foi verificado se a adição da cinza é eficiente nas substituições em massa de cimento em 5%, 10% e 15% quando submetido à compressão. O tipo usado foi Cimento Portland de Alto Forno (CPIII) com traço determinado. Foram feitos 3 corpos de prova para cada traço, respeitando o tempo de cura de 28 dias. Os corpos de prova foram capeados e após o tempo de cura da mistura água-cimento foi determinada resistência à compressão. Os concretos apresentaram uma queda significativa de resistência. Na substituição de 5%, obteve-se uma diminuição de 35,47%; na substituição de 10% o valor foi 15,17%; e na substituição de 15% o valor foi de 65,46%. A pesquisa mostrou que a substituição em massa de cimento não é benéfica para a resistência de compressão do concreto. Os resultados mostraram a relação direta que a massa usada de cimento tem com a resistência final do concreto. Quanto maior a porcentagem substituída menor a resistência final passados 28 dias de cura.

Palavras chave: Cinza do bagaço de cana-de-açúcar. Concreto. Propriedades mecânicas

Abstract

Cement factories are currently considered to be major polluters, reaching 5% of the world's total CO₂ emissions and the forecast is that cement consumption and production will double in the coming years. One of the alternatives is the replacement of Portland cement clinker by materials with lower energy value such as ash from the burning of sugarcane bagasse. The objective of this article is to analyze the mechanical properties of concrete with the replacement of percentages of cement by ash from sugarcane bagasse. It was verified whether the addition of ash is efficient in replacing cement mass in 5%, 10% and 15% when submitted to compression. The type used was Portland Blast Furnace Cement (CPIII) with a determined line. Three specimens were made for each line, respecting the curing time of 28 days. The specimens were capped and after the curing time of the water-cement mixture, resistance to compression was determined. The concretes showed a significant drop in resistance. In the substitution of 5%, a decrease of 35.47% was obtained; when replacing 10%, the value was 15.17%; and when replacing 15%, the value was 65.46%. Research has shown that mass replacement of cement is not beneficial for the compressive strength of concrete. The results showed the direct relationship that the used cement mass has with the final strength of the concrete. The higher the percentage replaced, the lower the final resistance after 28 days of curing.

Key-words: Sugar cane bagasse ash. Concrete. Mechanical properties



1. INTRODUÇÃO

A produção de cimento é algo complexo que conta com diversas fases de produção, bem como o consumo intenso de materiais não renováveis. As fábricas de cimento atualmente são consideradas grandes poluidoras, chegando a 5% da emissão total mundial de CO₂, contribuindo para o aumento do efeito estufa e de outros impactos ambientais. A previsão é de que o consumo e a produção do cimento dobre nos próximos anos, fazendo aumentar ainda mais os danos causados ao meio ambiente (MALHOTRA, 2002; METHA, 2002 Apud ALVES & MARTINS FILHO, 2017).

Uma das opções capazes de amenizar esses efeitos, é a substituição do clínquer do cimento Portland por materiais alternativos, de menor valor energético. Dentre as possíveis adições, está a cinza proveniente da queima do bagaço de cana de açúcar para a geração de energia em usinas sucroalcooleiras. Usualmente essas cinzas são descartadas sem o manejo adequado, ou utilizadas em lavouras, mas sem um resultado eficiente. Como predomina em sua constituição o dióxido de silício (SiO₂) apresenta-se com grande potencial de matéria prima para produção de concreto.

A quantidade de bagaço de cana de açúcar produzido também chama a atenção para o uso das cinzas, pois são cerca de 117 milhões de toneladas por ano queimados nas próprias usinas sucroalcooleiras para a produção de energia, o que resulta em 26% dessa quantidade em cinza, gerando assim resíduos que não são mais aproveitados pela usina.

2. OBJETIVO

Considerando que a cinza do bagaço de cana de açúcar é um resíduo recorrente e de fácil manejo, o objetivo deste artigo é analisar as propriedades mecânicas do concreto com a substituição de porcentagens do cimento pela cinza do bagaço da cana de açúcar.

3. METODOLOGIA

Nesta seção são apresentados os materiais, traços e métodos de mistura utilizados nos experimentos para incorporação da cinza do bagaço da cana de açúcar no concreto. Os resultados serão comparados com os com pesquisas realizadas por Martins Filho e Silva (2017); Hojo (2014), Altoé (2012), Martins e Machado (2010), Souza et al.(2007) e Cordeiro (2006), que verificaram o desempenho do concreto



com inserção de bagaço de cana de açúcar para uma determinada granulometria, visto que, de acordo estes autores, a inserção do material apresentou benefícios evidentes.

3.1 Materiais

O aglomerante utilizado na mistura foi o Cimento Portland de Alto Forno (CPIII – 40 RS) e sua escolha se decorreu do fato de ser o tipo de cimento mais encontrado no mercado da região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro e possuir preço acessível.

O agregado miúdo utilizado é a areia quartzosa, natural de extração do rio Muriaé, cuja granulometria e propriedades correlata foram objeto de estudo desse trabalho e são apresentadas na Tabela 1 e na Figura 1.

O agregado graúdo é oriundo da britagem de rocha granítica, classificado como brita 1, e possui granulometria máxima de 19mm.

Foi utilizada água potável tratada segundo os parâmetros estabelecidos pela concessionária local.

REALIZAÇÃO DE ENSAIOS FÍSICOS DO AGREGADO MIÚDO												
Data:		GRANULOMETRIA DO AGREGADO MIÚDO - NBR NM 248:2003										
Abertura da malha das peneiras (mm)	a) massa inicial seca (gr) = 100,0				(Vr)	(Mrm)	(Mra)	Faixas em relação as % retidas acumuladas				
	b) massa inicial seca (gr) = 100,0				Massa retida	Massa retida	Massa retida	Limites Inferiores		Limites Superiores		
	Mrg) Massa retida (gr)		Mr%) Massa retida (%)		Variações ± 4 %	média (%)	acumulada (%)	Zona	Zona	Zona	Zona	
	Ensaio a	Ensaio b	Ensaio a	Ensaio b				Utilizável	Ótima	Utilizável	Ótima	
9,5	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0	0	0	0	
6,3	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0	0	0	7	
4,75	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0	0	5	10	
2,36	1,1	1,1	1,1%	1,1%	0,0%	1,1%	1,1%	0	10	20	25	
1,18	5,9	5,9	6,0%	6,0%	0,0%	6,0%	7,1%	5	20	30	50	
0,6	24,3	24,3	24,7%	24,7%	0,0%	24,7%	31,8%	15	35	55	70	
0,3	36,8	36,8	37,4%	37,4%	0,0%	37,4%	69,1%	50	65	85	95	
0,15	24,2	24,2	24,6%	24,6%	0,0%	24,6%	93,7%	85	90	95	100	
Fundo	6,2	6,2	6,3%	6,3%	0,0%	6,3%	100,0%	100	100	100	100	
Mt) Total Σ	98,5	98,5	Módulo de Finura = 2,03				Diâmetro máximo =					
$Mt = (\Sigma \text{ de Mrg})$ $Mr\% = (Mrg / Mt) * 100$ $Vr = (Mr\% \text{ ensaio a} - Mr\% \text{ ensaio b})$ $Mrm = (Mr\% \text{ ensaio a} + Mr\% \text{ ensaio b})/2$ $Mra = (\Sigma Mrm \text{ Massa retida media})$												
Módulo finura = Σ % retidas acumuladas, nas peneiras da serie normal / 100 D. máximo = abertura da peneira na qual apresenta % retida acumulada ≤ 5%												

Tabela 1 – Propriedades Físicas do Agregado Míudo
Fonte: Autores (2018).

O traço de referência utilizado como base para as comparações está indicado na Tabela 1.

Traço em peso do concreto de referência

MATERIAL	Cimento	Areia	Brita	Água/ cimento
TRAÇO	1	3	3	0,5

Tabela 2 - Traço em peso do concreto de referência

Fonte: Autores (2018).

A queima do bagaço da cana de açúcar utilizado se deu em forno a temperatura controlada de 250°C e a cinza obtida não passou por processo de moagem.

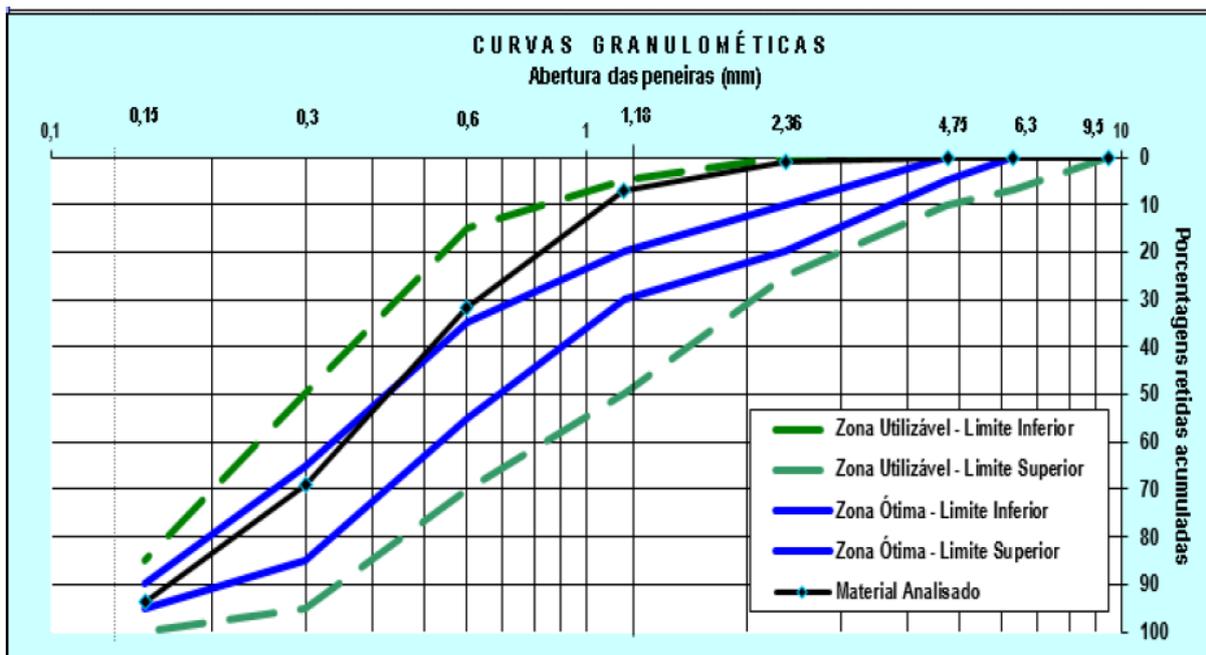


Figura 1 - Curva granulométrica do agregado miúdo

Fonte: Autores (2018).

3.2 Execução da Mistura

A colocação dos materiais na betoneira, para todas as misturas se deu conforme a ordem descrita a seguir:

- 1º - Colocação da brita, cinza do bagaço da cana e 50% de água.
- 2º - Depois de misturado houve a colocação do cimento, areia e o restante da água.
- Misturou se por 5 minutos.

A indicação dos componentes dos traços e suas quantidades estão especificados na Tabela 3.

Traços em peso utilizados nas misturas

Consumo de materiais (g)	Referência	5%	10%	15%
Cimento	1770,4	1681,88	1593,36	1504,84
Cinza	-	88,52	177,04	265,56
Areia	5311,2	5311,2	5311,2	5311,2
Brita	5311,2	5311,2	5311,2	5311,2
Água	885,2	840,94	796,68	752,42

Tabela 3 - Traços em peso utilizados nas misturas
Fonte: Autores (2018).

As misturas foram efetuadas e os corpos de provas foram moldados no laboratório de Engenharia Civil do Centro Universitário Redentor, sendo moldados 3 (três) corpos de prova para cada traço, respeitando o tempo de cura de 28 (vinte e oito) dias após retirada da fôrma. A cura foi do tipo úmida, permanecendo imersos os corpos de prova em água até a data da ruptura. As amostras foram capeadas com nata de cimento, após cuidadosa limpeza de suas superfícies.

3.5 Ensaio de resistência à compressão

A determinação da resistência à compressão foi realizada conforme orientações constantes na NBR 5739 – ABNT, 2007. Para tal, utilizou-se a prensa servo hidráulica com prato superior auto ajustável de fabricação da Solotest.

Cada corpo de prova foi cuidadosamente posicionado na prensa de forma que o centro do círculo da base do corpo de prova coincidissem com o centro do círculo da base da placa da prensa, como mostrado na Figura 2.



Figura 2 - Corpo de prova comprimido pela prensa servo hidráulica Solotest.
Fonte: Autores (2018).

4. RESULTADOS E ANÁLISE

Com base nos resultados obtidos nos ensaios, percebe-se que existe uma relação direta entre a porcentagem de massa de cimento substituída pela cinza da cana e a resistência à compressão. Como a bagaço de cana foi queimado e não calcinado, este não teve sua estrutura cristalina alterada ao ponto de tornar-se pozolana, o que poderia ter ocorrido caso as temperaturas de queima pudessem ser superiores a 500°C, de forma que suas propriedades aglomerantes não foram ativadas. Assim, como percebe-se na Figura 3, onde o concreto de referência obteve maior resistência à compressão, esta resistência mostrou-se inversamente proporcional a adição da cinza do bagaço de cana.

Os concretos apresentam queda de resistência com o aumento da adição de cinza, entretanto, um comportamento interessante foi notado, para a substituição de 5%, houve uma redução de 35,47% da resistência à compressão, enquanto que, para a substituição de 10% reduziu-se apenas 15,17%, e para a substituição de 15% houve uma queda de 65,46%.

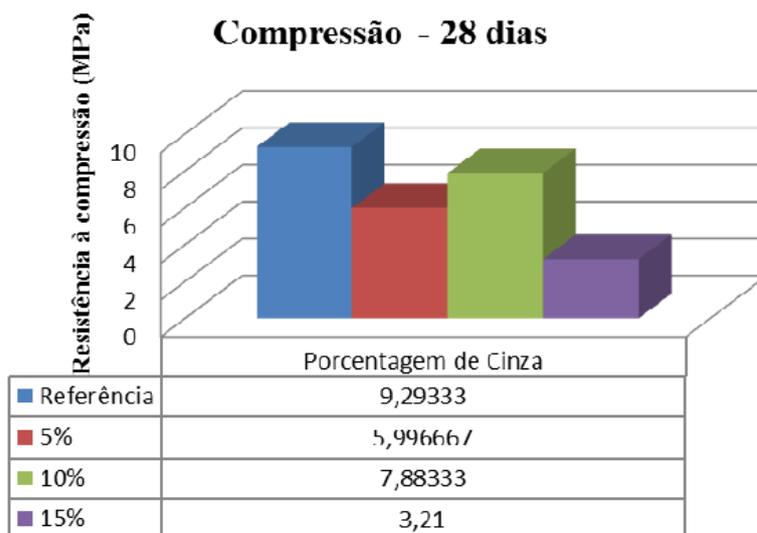


Figura 3 - Resistência à compressão aos 28 dias das misturas
Fonte: Autores (2018).

Outro fato relevante pode vir da observação das amostras, onde a Figura 4 apresenta a amostra referente ao concreto de referência, onde uma melhor mistura dos materiais resultou em um concreto menos poroso.

A Figura 5 apresenta a amostra com 5% de incorporação que apresenta superfície porosa.



Figura 4 – Amostra de concreto de referência
Fonte: Autores (2018).



Figura 5 – Amostra com adição de 5% de cinza
Fonte: Autores (2018).

A Figura 6 apresenta a amostra com 10% de incorporação, onde cinza se misturou de forma melhor aos demais materiais, resultando em um concreto menos poroso.

A Figura 7 apresenta a amostra com 15% de incorporação, resultando em um concreto mais poroso.



Figura 6 - Amostra com 10% de cinza
Fonte: Autores (2018)



Figura 7 - Amostra com 15% de cinza
Fonte: Autores (2018)

Os resultados obtidos no estudo de Marins Filho e Silva (2017) apontam para a viabilidade da utilização da cinza, pois os traços confeccionados com substituição apresentaram propriedades similares ou superiores ao traço de referência.

Moretti et al. (2016) constataram que o concreto produzido com resíduos de

construção e areia de cinzas de bagaço de cana-de-açúcar apresentou 93% da resistência à compressão do concreto de referência, produzido sem resíduos.

5. CONCLUSÃO

O estudo do uso da cinza do bagaço de cana-de-açúcar vem sendo aprimorado, podendo futuramente obter resultados mais positivos. A pesquisa em questão mostrou que a importância da temperatura de queima da cinza para ativar suas propriedades aglomerantes, uma vez que a temperatura de queima de 250°C tais propriedades não foram atingidas.

Outro fato relevante demonstrado está nos cuidados relativos a mistura e adensamento, uma vez que se a cinza fosse moída provavelmente se obteria um concreto menos poroso, atuando esta como filler e provocando o aumento da resistência, mesmo sem a ativação de suas propriedades aglomerantes.

Um fato relevante provado nesta pesquisa é que a melhor porcentagem em peso para adição da cinza, sem sinterização e sem moagem, é de 10%, onde através de um processo rudimentar e barato conseguiu-se substituir 10% em massa do cimento, que é o componente de maior relevância econômica, tendo-se uma perda de apenas aproximadamente 15% da resistência à compressão do concreto.

Referências

AKASAKI, Jorge Luís; JÚNIOR, Wilson Manzoli; BERNABEU, Jorge Juan Paya. **Concreto com adição de cinza do bagaço de cana-de-açúcar**. Canela/RS, 2010.

ALTOÉ, Silvia Sossai. Estudo da potencialidade da utilização de cinza de bagaço de cana-de-açúcar e resíduos de pneus inservíveis na confecção de blocos de concreto para pavimentação. 179 f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – UEM**. Maringá, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739 – Concreto – ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos: procedimento**. Rio de Janeiro, 2007.

CORDEIRO, Guilherme Chagas. Utilização de cinzas ultrafinas do bagaço de cana-de-açúcar e da casca de arroz como aditivos minerais em concreto. **Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 2006.

HOJO, Liri Yoko Cruz Prieto. Análise da atividade pozolânica da cinza volante do bagaço de cana-de-açúcar para substituição parcial do cimento Portland. **Tese de Mestrado/UFM**. Maringá, 2014.

MARTINS FILHO, Sergio Tunis; ALVES Lucas Samuel. Concreto com adição de cinza do bagaço de cana-de-açúcar com granulometria específica. **Synergismus scientifica UTFPR**. Pato Branco, v. 12, n. 1, p. 237-246, 2017.

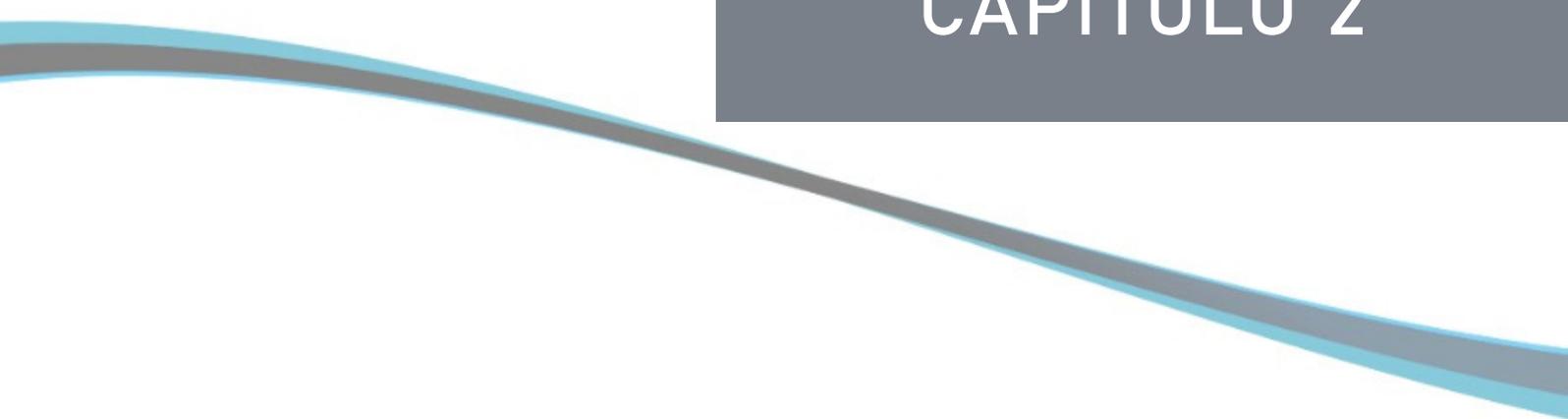
MARTINS, Carlos Humberto; MACHADO, Pedro Henrique Toledo. Estudo da utilização da cinza de bagaço de cana-de-açúcar em argamassas em concretos. **In: ECMEC 2010 – Encontro Nacional de Materiais de Estruturas Compostas**, Porto. Anais. Editora da Universidade do Porto, 2010.



MORETTI, Juliana P.; VENDAS, Almir; ALMEIDA, Fernando CR; et al. Uso conjunto de resíduos de construção (CW) e areia de cinza de bagaço de cana (SBAS) em concreto. **Materiais de Construção e Construção**. Volume 113, 15 de junho de 2016. p. 317-323.

SOUZA, Guilherme N.; FORMAGINI, S.; CUSTÓDIO, F.O.; SILVEIRA, M.M. Desenvolvimento de argamassas com substituição parcial do cimento Portland por cinzas residuais do bagaço de cana-de-açúcar. **Congresso Brasileiro do Concreto (Brazilian Congress Concrete)**. Proceedings. São Paulo: IBRACON, 2007.





CAPÍTULO 2

MOBILIDADE NO CONTROLE DOS INDICADORES DE DESEMPENHO ATRAVÉS DE DISPOSITIVOS MÓVEIS

MOBILITY IN THE CONTROL OF PERFORMANCE INDICATORS THROUGH
MOBILE DEVICES

Thiago dos Santos Nunes
David Dionísio Cardoso Pereira
Mateus Henrique Nogueira Tonin
José Roberto Delalibera Finzer

Resumo

Este artigo tem como objetivo geral a finalidade de criar um software.apk para a exposição de dados dos processos industriais em tempo real. O objetivo principal é identificar dados processuais estáveis de expressão algorítmica capaz de calcular e apresentar respostas em telas por blocos separados melhorando a comunicação e visualização em tempo real (conforme são atualizados os dados processuais). O software "DathApp" é uma ferramenta de análise dos acumuladores industriais. Suas aplicações são variadas, sendo uma dessas a escolha mais adequada no monitoramento de um setor específico e/ou ter que identificar em qual grupo os dados do mesmo se encontra. Como se trata de uma análise geral também é possível usar essa ferramenta para salvar dados em uma data específica para uma consulta futura. A conclusão foi que com base em informações confiáveis dos dados obtidos por um software.apk em relação ao processo industrial, foi possível uma tomada de decisões com dados real da situação da empresa, com mais rapidez e eficácia para uma melhor eficiência e qualidade do produto final.

Palavras-chave: Aplicativos móveis, Controle de processo, Indicadores de desempenho.

Abstract

This article has as its general objective the purpose of creating a software.apk for the exposure of industrial process data in real time. The main objective is to identify stable procedural data of expression algorithm capable of calculating and presenting responses on screens by separate blocks improving communication and visualization in real time (as the procedural data are updated). The "DathApp" software is an analysis tool for industrial accumulators. Its applications are varied, one of which is the most appropriate choice for monitoring a specific sector and / or having to identify in which group the data of the same is. As this is a general analysis, it is also possible to use this tool to save data on a specific date for future reference. The conclusion was that based on reliable information from the data obtained by a software.apk in relation to the industrial process, it was possible to make decisions with real data on the company's situation, more quickly and effectively for better efficiency and product quality. Final.

Key-words: Mobile apps, Process control, Performance indicators.



1. INTRODUÇÃO

Atualmente a utilização de smartphones no Brasil já se tornou algo rotineiro na vida das pessoas. De acordo com a Revista Exame, já no primeiro semestre de 2015 o número de smartphones conectados a Internet tinha superado o de computadores, do total de 306 milhões de dispositivos conectados, 154 milhões eram smartphones (REVISTA EXAME, 2015).

Para Moran (2013), smartphones são muito utilizados atualmente por conta de seus vários atributos, como wifi, música, jogos, vídeos, fotos, TV-digital, dentre outros, e por conta disso, começam a interferir diretamente no cotidiano por suas comodidades de resolução de problemas à distância, e na educação escolar, calendários escolares, currículo e salas de aula que, por sua vez, continua no comodismo. "A educação de milhões de pessoas não pode ser mantida na prisão, na asfixia e na monotonia em que se encontra", e comenta que a mesma é engessada, cansativa e asfixiante, mostrando que as tecnologias podem mediar à aprendizagem de várias maneiras distintas, seja ela com outras pessoas ou em vários lugares distantes.

Segundo Pessoa, Ramalho e Battaiola (2001), os primeiros dispositivos móveis existentes eram completamente fechados em termos de programação. Porém, a partir dos últimos anos, as grandes empresas de softwares e fabricantes de sistemas operacionais mudaram este processo, passando a abrir seus códigos, para que programadores e pessoas com um pouco de conhecimento sejam capazes de produzir aplicativos.

Este aplicativo teve como objetivo geral criar um software.apk para a exposição de dados dos processos industriais em tempo real. O objetivo principal é identificar dados processuais estáveis de expressão algorítmica capaz de calcular e apresentar respostas em telas por blocos separados melhorando a comunicação e visualização em tempo real (conforme são atualizados os dados processuais).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Projeto orientado a objeto do software

A linguagem de programação utilizada foi o Android com o compilador nativo de sua versão.

Os seguintes softwares foram usados com as suas respectivas utilidades:



- Android Studio para o desenvolvimento Back-end. da aplicação.
- Android vitals para execução dos testes.

2.2. Análise e levantamento de requisitos

O primeiro passo para o desenvolvimento do sistema foi fazer a análise e o levantamento de dados. Inicialmente, as necessidades se resumiam a uma ferramenta que informasse os dados do processo em tempo real, para os funcionários, gestores e coordenadores de forma prática e com a usabilidade fácil.

Além desses requisitos, também foi apresentado a necessidade de registrar e salvar esses dados no dia a dia sendo necessário o calendário do dispositivo sempre manter atualizado .

2.3. Modelagem das telas

Após o levantamento dos requisitos e das informações básicas a ser calculada e projetada, iniciou a modelagem das telas. Nesse momento do projeto, é importante destacar a dificuldade que houve para construir nas telas as máscaras nos campos dos acumuladores, como por exemplo, acumulador da moagem, totalizador de açúcar, totalizador de Álcool Hidratado onde esses dados são importados de um banco de dados externo "T.A.".

As máscaras deixam as informações separadas por setores seguindo a sequência do processo ficando organizadas e limpas. No processo de validação dos dados o problema se estende na dependência de informações retroalimentada de outra plataforma, não havendo uma forma natural de importá-las e usá-las nos formulários. Foi necessário então usar uma biblioteca de terceiros.

2.4. Desenvolvimento do sistema

Para a elaboração e desenvolvimento a partir dos requisitos disponíveis pela empresa, foi necessário que inicialmente houvesse um planejamento e simulação tanto dos casos de uso como dos fluxos de dados do funcionamento do sistema. Com o planejamento e documentação do projeto foi possível desenvolver as outras atividades do processo de desenvolvimento a fim de complementar e armazenar as informações.



Essa documentação será útil para os outros desenvolvedores e analistas da empresa. Além disso, serviu como de material para que os coordenadores soubessem quais recursos estavam sendo implementados no sistema.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos dias atuais as usinas sucroalcooleiras e indústrias em geral vêm obtendo processos de produção cada vez mais automatizados, facilitando a operação de máquinas e equipamentos. Para que se tenham correções mais rápidas nos processos são realizados acompanhamento dos dados atualizados, e neste trabalho a alternativa utilizada foi a construção de um aplicativo que forneça dados necessários para um melhor acompanhamento do processo evitando perdas no processo para um melhor rendimento e maior produção.

Na Figura 1, mostra o fluxograma de como foi realizado a construção do aplicativo "DathApp".

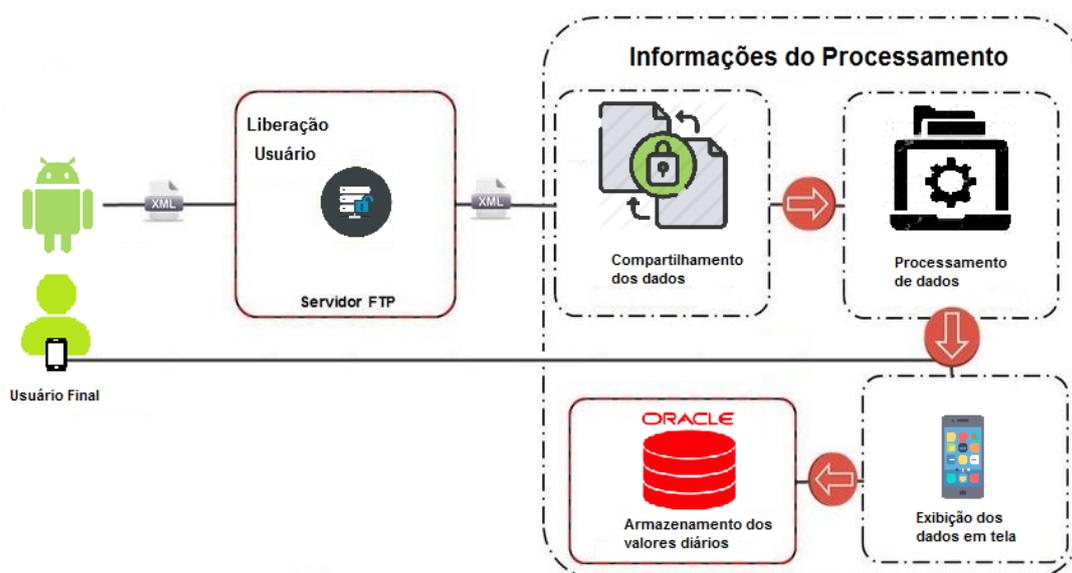


Figura 1: Fluxograma do funcionamento do aplicativo.

Abaixo na Figura 2, mostra como fazer login para entrar no aplicativo para obtenção dos dados do processo da indústria atualizados.



Figura 2: Tela de login do aplicativo.

Na Figura 3, encontra-se a tela principal do aplicativo, onde é possível visualizar o acompanhamento do processo de cada setor da indústria.



Figura 3: Tela principal do aplicativo.

Logo abaixo na Figura 4, é possível acompanhar os dados obtidos no processo de moagem, como por exemplo, a quantidade de cana moída e a média da fibra da cana.



Figura 4: Tela dos dados adquiridos da moagem.

Abaixo encontra-se a Figura 5, que mostra a tela dos dados fornecidos da caldeira, como, a produção de vapor e o consumo de água desmineralizada que está sendo consumida pela caldeira.



Figura 5: Tela dos dados adquiridos da caldeira.

Na Figura 6, mostra a tela do aplicativo do setor do gerador, mostrando a quantidade de energia que está gerando cada gerador, quanto de energia está sendo exportada e quanto de energia está sendo consumida pelo processo industrial.



Figura 6: Tela dos dados adquiridos da cogeração de energia.

Na tela do aplicativo no setor da fábrica, conforme na Figura 7, é possível verificar a produção de açúcar em sacas.

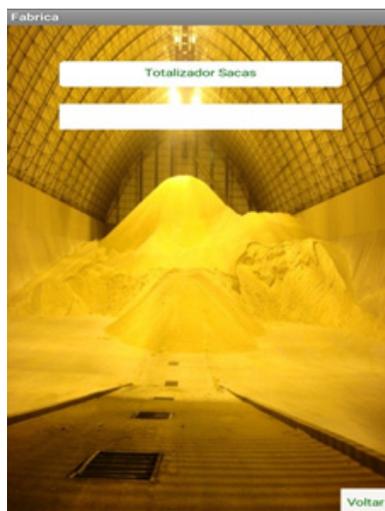


Figura 7: Tela dos dados adquiridos da fábrica de açúcar.

Na Figura 8, mostra a tela do aplicativo no setor da destilaria, sendo possível visualizar a produção de álcool hidratado, álcool anidro e óleo fúsel.



Figura 8: Tela dos dados adquiridos da produção de etanol.

4. CONCLUSÃO

Em indústrias no geral, se adotam manutenções preditivas e preventivas para se obter um melhor controle na operação de equipamentos, fazendo as correções necessárias para uma melhor eficiência no processo. E pensando em eficiência, foi criado um aplicativo, ou seja, um software.apk, para a exposição de dados dos processos industriais em tempo real. Quando se pensa em bons desempenhos de um processo industrial é preciso um planejamento estratégico para que se possa atingir a meta definida para uma gestão eficaz da empresa.

O planejamento estratégico pode vencer mais facilmente os desafios complexos da gestão, principalmente se utilizado para o reconhecimento de todos os problemas encontrados.

Através da elaboração deste estudo, pode-se avaliar que o trabalho nas empresas, tem um controle significativo com a verificação constante de informações cada vez mais precisas que possam analisar as mudanças necessárias nas empresas.

Concluiu-se neste trabalho que o software.apk criado foi eficaz, possibilitando para a diretoria, coordenadores e gestores um acompanhamento mais atualizado dos parâmetros obtidos do processo desde a entrada da cana na usina até o resultado final da matéria prima que seria o etanol, o açúcar e a cogeração de energia. Podendo fazer correções se necessárias no processo com mais rapidez acompanhando pelo aplicativo, tornando eficaz fazendo uso do aplicativo em qualquer lugar que estiverem, seja dentro da indústria ou fora dela.

Referências

ENDEAVOR, 2017. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/inovacao/era-da-industria-4-0-esta-ai-e-nos-sas-empresas-precisam-aprender-com-startups-e-scale-ups-como-entrar-nela-para-valer/>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

FREEPIK, 2020. Disponível em: <https://br.freepik.com/fotos-premium/feche-acima-da-cana-de-acucar-no-fundo-de-madeira-vista-superior_2268948.htm>. Acesso em: 08 mar. 2020.

MORAN, José Manuel, "A Educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá". 5ª Ed. Campinas: Papirus, 2013, p. 89-90.

PESSOA, Carlos A. C.; RAMALHO, Geber Lisboa; BATTAIOLLA, André Luiz. wGem: Um framework de Desenvolvimento de Jogos para Dispositivos Móveis. In: Anais do XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação – SEMISH. 2001.

REVISTA EXAME. Número de smartphones supera o número de computadores no Brasil. 2015. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/numero-de-smartphones-supera-ode-computadores-no-brasil>. Acesso em: 10 mar de 2020.

TRANSPORTA BRASIL, 2011. Disponível em: <<http://www.transportabrasil.com.br/2011/08/petrobras-bio-combustivel-e-tereos-inauguram-destilaria-de-etanol/>>. Acesso em: 14 mar. 2020.

TSB ENGENHARIA, 2020. Disponível em: <<https://www.tsb.eng.br/pt/noticias/real-fraco-reduz-ponto-de-equilibrio-de-usinas-de-acucar-e-alcool-no-brasil>>. Acesso em: 12 mar. 2020.

WEG AMPLIA PORTIFOLIO DE SERVIÇOS, 2019. Disponível em: <<https://www.weg.net/institucional/BR/pt/News/produtos-e-solucoes/weg-amplia-portifolio-de-servicos>>. Acesso em: 23 mar. 2020.



CAPÍTULO 3

ESPAÇO COWORKING NA UNIVERSIDADE: FOMENTANDO O EMPREENDEDORISMO E INOVAÇÃO NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

COWORKING SPACE AT THE UNIVERSITY: PROMOTING
ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION IN THE STATE UNIVERSITY OF
MARANHÃO

Thiago Felipe Pinheiro Castro
Carlos Henrique Teles da Silva
Girlene Correia Mota
Wellinton de Assunção

Resumo

O presente artigo descreve uma pesquisa de campo conduzida com estudantes universitários de diversas engenharias de São Luís - MA, na qual a maioria foram alunos da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA. Partindo-se da problemática de que o sistema educacional para estes alunos está estruturado em apenas formar o estudante a entrar para o mercado de trabalho tradicional. Pretendeu-se descrever o interesse dos indivíduos em empreendedorismo e inovação, além de focar na ideia de criar um espaço na Universidade onde seja possível desenvolver ideias criativas e inovadoras, denominado de espaço coworking. Para a obtenção dos dados, foi atribuído aos indivíduos um questionário eletrônico no Google Docs. de caráter exploratório descritivo, através do levantamento de dados. Teve-se como os principais resultados da pesquisa, o conhecimento acerca de um espaço coworking, onde 47% não sabem o que são esses espaços e 53% sabem, mas não compreendem como e quem pode utilizá-lo, o interesse dos estudantes de engenharias por empreendedorismo e inovação (97%), se a Universidade incentiva o discente a empreender suas ideias, onde 80% afirmaram não ter este incentivo e se a Universidade deveria ter um local onde fosse possível desenvolver ideias, no qual 72% disseram que sim. Os dados demonstram que os estudantes visam um espaço dentro da Universidade onde possam desenvolver habilidades empreendedoras, agregando conhecimento com a engenharia na qual estudam, de modo que possam ser donos de negócios e de ideias que tendem a ganhar o mercado, além de promover um aprendizado sobre noções de empreendedorismo e inovação.

Palavras chave: Espaço Coworking, Universidade, Empreendedorismo, Inovação.

Abstract

The present article describes a field research conducted with university students of different engineering from São Luís - MA, in which the majority were students from the State University of Maranhão - UEMA. Starting from the problem that the educational system for these students is structured in just training the student to enter the traditional job market. It was intended to describe the interest of individuals in entrepreneurship and innovation, in addition to focusing on the idea of creating a space at the University, where it is possible to develop creative and innovative ideas, called coworking space. To obtain the data, individuals were assigned an electronic questionnaire on Google Docs. exploratory and descriptive, through data collection. The main results of the research, were the knowledge about a coworking space, where 47% do not know what these spaces are and 53% know, but do not understand how and who can use it, the interest of engineering students for entrepreneurship and innovation (97%), if the University encourages students to undertake their ideas, where 80% said they do not have this incentive and if the University should have a place where it is possible to develop ideas, in which 72% said yes. The data demonstrate that students aim at a space within the University where they can develop entrepreneurial skills, adding knowledge with the engineering in which they study, so that they can be owners of business and ideas that tend to win the market, in addition to promoting learning on notions of entrepreneurship and innovation.

Key-words: Coworking Space, University, Entrepreneurship, Innovation.



1. INTRODUÇÃO

O empreendedorismo é apontado atualmente como um fenômeno global, com aspecto inovador e criativo, o Brasil é referido como um dos países onde mais se desenvolvem empreendedores. Com relação a globalização e do atual cenário empresarial, é cada vez mais perceptível a mudança dos esquemas das empresas e dos empreendedores, na busca de melhores condições e desempenhos dentro do mercado de trabalho, contudo as corporações têm reformulado o lugar do indivíduo no ambiente de trabalho, tal como sua maneira de atuar e os espaços utilizados para a execução das atividades.

Com a chegada das inovações tecnológicas, as empresas se recriaram, pois o cenário empresarial atual é bastante competitivo e requer um público seletivo e exigente na procura de serviços eficazes com custo-benefício e qualidade no atendimento. A capacidade competitiva das empresas não depende somente de sua estrutura organizacional, mas também da agilidade em se adaptar e prever mudanças, examinando tendências e buscando alternativas de aperfeiçoamento. No nosso contexto atual convivemos diretamente com o contínuo desenvolver da tecnologia, juntamente com ela se forma cada vez mais oportunidades, em contrapartida, temos também o estreitamento de perfis profissionais. Com as mudanças, os empreendedores com ideias inovadoras, passam a impulsionar criações de empresas, com necessidade de abertura para novos negócios.

A inovação também ocasiona um aumento na produtividade, o qual é refletido diretamente nos resultados da economia das empresas, gerando mais lucros e empregos, devido ao fato de que inovar proporciona outras formas de ganhar consumidores e realizar novos meios de comercialização, além de utilizar recursos tecnológicos, com o propósito de automatizar e otimizar a produção, elevando a indústria a um nível acima do qual ela está habituada, inserindo-a em um panorama organizacional da quarta revolução industrial. A indústria 4.0 é uma realidade que se torna possível devido aos avanços tecnológicos em desenvolvimento nos campos de tecnologia da informação e engenharia.

2. ESPAÇO COWORKING E SUA HISTÓRIA

No ano de 1999 originou-se o termo coworking, o autor da criação desse termo foi o designer de jogos Bernie de Koven que descrevia um novo tipo de trabalho sustentado por novas tecnologias, em seu estudo Barboza e Rojo (2015), relatam que este termo findou-se no ano de 2005, em São Francisco nos Estados Unidos pelo programador de computadores Brad Neuberg, este optou por um modelo de trabalho que fosse composto por uma boa estrutura, liberdade e independência, tudo ao mesmo tempo, denominando-se assim o coworking.



De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE (2015), criar e manter uma empresa atualmente no Brasil envolve ter uma demanda de muitos custos, diversas organizações empresariais fecham as portas com pouco menos de dois anos. Surge então uma nova alternativa que pretende reduzir este fato, a criação de um coworking. Segundo os autores Barboza e Rojo (2015), tal realidade é comum em outros países, principalmente nos Estados Unidos e a modalidade de um espaço coworking vem gerando novos seguidores no Brasil.

O principal intuito, é disponibilizar um espaço diferenciado, proporcionando um ambiente compartilhado, oferecendo um local de trabalho inovador adequado ao relacionamento entre os coworkers, com trocas de experiências e uma diversa rede de networking. Uma pesquisa do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE (2015), descreve que, atualmente para dar uma ótima visibilidade no empreendimento, conseguir auxílio de diversos profissionais, ter uma boa estrutura e ter um escritório compartilhado é uma ótima escolha como estratégia de negócio de uma empresa.

2.1. Um novo espaço para trabalhar

O coworking tem como ideia atribuir um diferencial no modelo tradicional de trabalho, assim para Medina e Krawulski (2015), este tema é descrito com um olhar para o espaço físico, trazendo um novo design para o ambiente, objetivando uma satisfação para o trabalhador. O coworking é um ambiente de trabalho usado por pessoas que estudam e trabalham em diversas áreas, a maioria dos usuários são os ditos freelancers, de modo que todo o conhecimento diversificado é compartilhado, este tipo de espaço foi criado com estruturas onde se compartilhava uma sala com uma conexão wi-fi e uma secretária. Nesse contexto, Barboza e Rojo (2015), consideram que, esses espaços são utilizados por profissionais denominados de coworkers, que possuem autonomia no seu dia-a-dia, convivendo e trabalhando no mesmo setor com colegas de profissão, gerando uma rede de contatos através das relações sociais dentro do local de trabalho.

Segundo Gitahy (2019), ao iniciar a criação de uma empresa, é comum o profissional não ter uma previsão exata de quantas pessoas irá precisar nos primeiros anos, diante disso, os espaços coworking, buscam satisfazer os desejos dos empreendedores que estão no princípio de desenvolvimento de suas empresas, além de atender também os profissionais autônomos que necessitam de um escritório para trabalhar. O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE (2015), mostra em seus dados, que de modo geral os espaços coworking disponibilizam internet, telefones, salas para reunião, escritórios individuais e que compartilhar esses espaços podem reduzir o custo mensal de uma empresa em aluguel de espaços privados e de compras de artigos mobiliários, além de garantir uma rede maior de contatos, onde esse networking é a principal fonte para a cria-



tividade dos coworkers.

2.2. Relações no ambiente de trabalho

Segundo os autores, Medina e Krawulski (2015), a relação entre os coworkers fomentam um compartilhamento de ideias e informações, tendo como objetivo principal incentivar as interações sociais entre os profissionais. Sobre essa relação os autores também apresentam o termo *barcamps*, que são denominados como um modelo de conferência onde os empreendedores expõem seus projetos buscando um aperfeiçoamento por meio das relações entre os profissionais. Contudo, percebe-se que o objetivo dos que se integram neste ambiente de trabalho, é de manter redes de contatos colaborando de forma construtiva com outros profissionais.

Contribuir e compartilhar é realmente uma das finalidades do coworking, as instalações e seu modelo de gestão comprometem-se a trazer ótimas relações interpessoais e profissionais bem motivadas, possibilitando um local livre e aberto sem barreiras e obstáculos que possam atrapalhar a visibilidade dos trabalhadores. Isso ocorre também quando é promovido eventos empresariais entre os coworkers como forma de aumentar o networking e mostrar os seus trabalhos produzidos. Contribuindo com a afirmação, os autores Medina e Krawulski (2015), citam que, criar outros meios de incentivos aos profissionais para garantir uma maior rede de contatos, tornou-se uma atribuição dos responsáveis pela gestão do coworking. Muitos empreendedores, buscam outros meios inovadores de trabalho no qual possam expandir seu networking mantendo uma relação de interação mais prazerosa e positiva, de forma que os coworkers sintam-se mais criativos.

2.3. Compromisso social e sustentável

Os espaços coworking se destacam por ser um ambiente onde muitos empreendedores levam consigo uma responsabilidade tanto social quanto ambiental. Nessa mesma direção, os autores Medina e Krawulski (2015), defendem que, os coworkings, colaboram com a sustentabilidade, pois dividir um espaço onde o gasto com energia elétrica tem uma redução por estarem todos ocupando um mesmo local de trabalho, torna-se de fato um ambiente sustentável. Além disso, é comum um coworker optar por um lugar perto de sua casa, evidenciando uma diminuição no uso do combustível que o indivíduo utiliza para locomover-se, ou usando outros meios, como a bicicleta ou ir a pé.

Diante dessa responsabilidade social Medina e Krawulski (2015), ressaltam também o desejo do coworker em ter uma melhor qualidade de vida, pois o mesmo tem a possibilidade de evitar um trânsito caótico, estar próximo a sua família e ter



um tempo otimizado, ou seja, trabalhar neste tipo de espaço é também adequar as atividades profissionais com as domésticas. De acordo com Martins e Honório (2012), as corporações de sucesso, são as que mais possibilitam aos profissionais um local de trabalho agradável e bastante acolhedor, oferecendo autonomia e liberdade em decidir qual a melhor forma de trabalhar. Contudo, é evidente que compartilhar o espaço de trabalho resulta em um efeito de sustentabilidade e de qualidade profissional.

3. EMPREENDEDORISMO E INOVAÇÃO

Empreendedorismo e inovação são temas bastante discutidos, existem diversas definições para essas duas palavras. Ferreira et.al (2013), afirmam que isso aconteceu porque esses termos ganharam várias colaborações da Psicologia e Sociologia, permitindo assim, uma variedade de definições. No século XX, o empreendedorismo foi descrito como um método criativo-destrutivo do capitalismo, sendo revolucionado por meio da evolução tecnológica e tendo o empreendedor como o responsável por essa mudança. De acordo com Dornelas (2008), empreendedorismo, é criar algo inovador que vem para transformar a situação atual, procurando constantemente novas formas de negócio, focando de fato na inovação e na agregação de valor de um produto, serviço ou marca e promovendo um sucesso para a empresa.

O empreendedor é um indivíduo que destrói o modelo de negócio existente para inserir produtos e serviços inovadores, além de criar novos meios de organização e utilizar novos recursos naturais. Para Chiavenato (2005), o empreendedor lança um negócio a partir de uma idealização pessoal, de forma que o mesmo, estará sujeito aos riscos e responsabilidades, assim o profissional será motivado a inovar constantemente.

Segundo Farias e Fonseca (2014), a inovação é continuamente representada por um comportamento onde há um resultado concreto, logo, o conceito dado pelo autor para a cultura de inovação, é o ato de ser ousado, aquele que tem o apoio à inovação na base de uma organização, que tem o local ideal para realizar a inovação e um nível operacional com um desempenho adequado para influenciar o mercado. Assim, compreende-se que, esse conceito abarca os aspectos estruturais e comportamentais, além de fatores internos e externos à organização.

Os autores Barboza e Rojo (2015), citam o compartilhamento do aprendizado dentro da empresa como uma prática inovadora, sendo implementado como uma nova maneira de organizar as rotinas e processos para a direção do trabalho. Os autores reforçam que, utilizar novos meios de gerir a empresa, com foco na redução de custos e de tempo, é garantir uma melhoria dentro das atividades administrativas. A inovação é um aspecto para manter as organizações ativas no mercado, não apenas criando novos produtos, mas também criando novos modelos organi-



zacionais. Dado os fatos, entende-se que, um modelo de negócio formado a partir de alianças estratégicas, de cooperações entre empresas e um amplo networking é claramente inovador.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo desta pesquisa foi validar com os estudantes, a ideia de criar um espaço na Universidade onde é possível desenvolver ideias inovadoras, a fim de sanar as dores de pessoas que necessitam de um serviço otimizado pela tecnologia facilitando o seu uso. Para descrever a validação do indivíduo como uma forma de possibilitar o profissional em ampliar um processo de vendas esperado, Ries (2012), acentua que, quando um indivíduo pretende lançar um novo conceito de serviço ou produto, tudo que se tem são apenas ideias a serem validadas.

Além disso, esta pesquisa contém um caráter exploratório descritivo, com o objetivo de investigar de forma geral e específicas as colaborações sobre o tema proposto de forma ampla, e descrever os resultados. Assim, decidiu-se iniciar a pesquisa por meio de um questionário, baseado em uma entrevista com alunos das Universidades locais de São Luís - MA sobre o tema coworking. De acordo com Oliveira (2011), a pesquisa exploratória descritiva possibilita ampliar o conhecimento do pesquisador acerca dos fatos, possibilitando uma elaboração mais sucinta de problemas, além de gerar hipóteses novas e executar pesquisas mais desenvolvidas.

O questionário foi atribuído aos indivíduos de forma eletrônica, através da ferramenta Google Docs. que é disponibilizada pela plataforma Google, dos quais 60 pessoas responderam. Frutchey (2012), afirma que a ferramenta Google Docs. é um método efetivo para elaborar uma avaliação e também é essencial para obter feedbacks necessários dos entrevistados. Contudo, sobre o questionário, primeiramente buscou-se identificar o perfil dos pesquisados, após, foram identificados os conhecimentos acerca de um espaço coworking, além de estabelecer, a partir de pesquisas, o levantamento de informações sobre o incentivo do empreendedorismo e inovação nas Universidades.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados analisados, foram obtidos através de uma pesquisa inicial estruturada, com a aplicação de um questionário disponibilizado de forma eletrônica, com estudantes universitários de São Luís - MA, na qual a maioria foram alunos da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, onde, além das questões elaboradas, foram inseridos quesitos para determinar a idade, ocupação, Universidade e o curso.



Conforme mostra a Figura 1, em relação aos indivíduos pesquisados, 72% estão entre 21 a 25 anos, 15% possuem 17 a 20 anos e 13% tem 26 anos ou mais. Entre suas ocupações, destacam-se, os estudantes universitários com 83% dos entrevistados, seguido por 17% de pessoas com outras ocupações (Professores, Ex-alunos e Servidores Públicos).

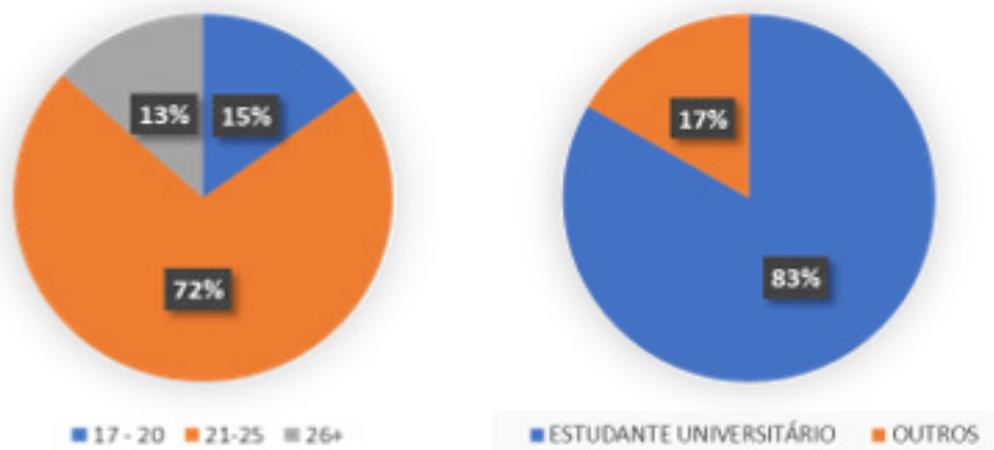


Figura 1 – Idade e ocupação dos indivíduos
Fonte: Autores (2019)

De acordo com a Figura 2, a maioria dos entrevistados estudam na Universidade Estadual do Maranhão (80%), seguido de 20% de alunos de outras Universidades, no qual 46% dos pesquisados são discentes do curso de Engenharia de Produção, 17% da Engenharia Mecânica, 12% da Engenharia Civil, 7% da Engenharia da Computação e 18% são discentes de outros cursos.

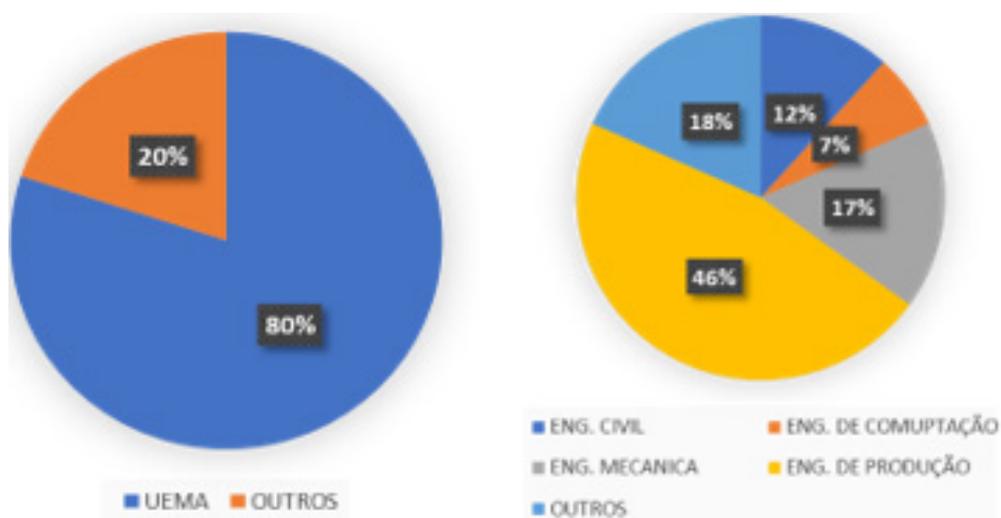


Figura 2 – Instituição e curso dos entrevistados
Fonte: Autores (2019)

No questionamento sobre o conhecimento acerca dos Espaços Coworking, teve como objetivo verificar se o aluno compreende ou não o que são esses espaços.

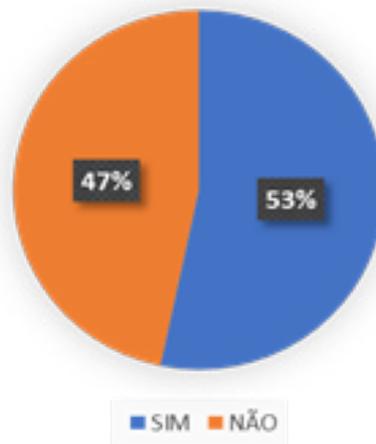


Figura 3 – Indivíduos que sabem o que é um Espaço Coworking
 Fonte: Autores (2019)

A partir da Figura 3, verifica-se que uma parte dos entrevistados não sabem o que são Espaços Coworking (47%). Porém, a maioria sabe ou já ouviram falar sobre esses espaços (53%), no entanto, em uma pergunta aberta no questionário, os mesmos revelaram que não sabem quem e como podem utilizá-lo. Isso, se deve ao fato de que a Universidade, além de não demonstrar interesse em adotar novas práticas de ensino, não dispõe de um espaço onde o aluno possa desenvolver suas ideias com o propósito de empreendê-las.

No quesito seguinte, foi questionado o interesse do indivíduo em empreendedorismo e inovação e em contrapartida disto, se a Universidade na qual o entrevistado estuda, incentiva essa temática dentro da sala de aula.

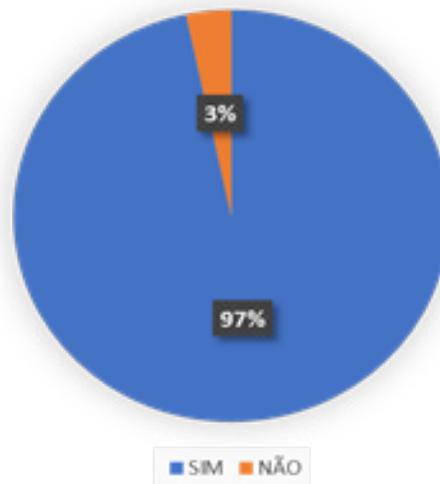


Figura 4 – Interessados na temática de empreendedorismo e inovação
 Fonte: Autores (2019)

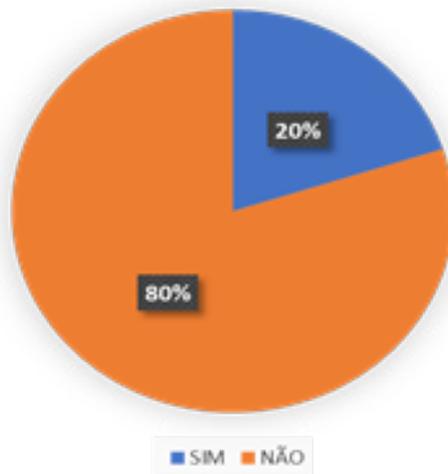


Figura 5 – Incentivo da Universidade na temática de empreendedorismo e inovação
Fonte: Autores (2019)

De acordo com a Figura 4, percebeu-se que os alunos apresentaram um certo interesse em Empreendedorismo e Inovação (97%), entretanto, verificou-se na Figura 5, que a Universidade não fornece esse incentivo ao estudante no curso em que estuda (80%), para que o mesmo possa desenvolver ou executar suas ideias. De acordo com uma pesquisa realizada por Gomes (2016), as Universidades brasileiras ainda não conseguiram inserir um novo modelo de ensino e aprendizagem, que estimule o empreendedorismo e inovação. O autor, ainda diz que, mesmo com os amplos avanços tecnológicos, nos deparamos ainda com cursos que trazem unicamente conhecimentos técnicos de cada área, não incentivando os próprios alunos a buscar conhecimentos relacionados ao empreendedorismo.

No questionamento seguinte, foi abordado o quanto os entrevistados consideram a inovação importante dentro do empreendedorismo, onde 98% consideraram nos critérios de avaliação: nada importante, pouco importante e muito importante, que de fato a inovação é significativamente muito importante dentro da temática empreendedorismo.

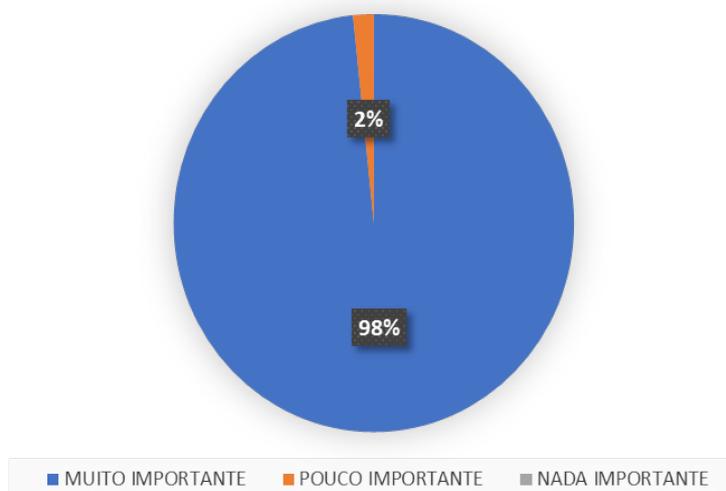


Figura 6 – Importância da inovação dentro do empreendedorismo
Fonte: Autores (2019)

Para ressaltar o resultado da Figura 6, Custódio (2011), expõe que o empreendedorismo está relacionado na satisfação das necessidades com a intenção de desafiar as crises, buscando novas oportunidades com criatividade e inovação.

Na abordagem seguinte, foi questionado se o conhecimento do entrevistado o permite empreender uma ideia inovadora com facilidade.

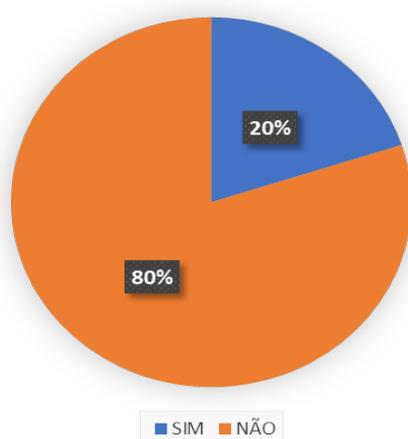


Figura 7 – Facilidade de empreender uma ideia inovadora
Fonte: Autores (2019)

Conforme mostra a Figura 7, nota-se que a maioria dos entrevistados, não teriam a capacidade de empreender em uma ideia inovadora com facilidade (80%). Em consequência desse resultado, foi questionado se deveria existir um local em que o entrevistado pudesse desenvolver suas habilidades empreendedoras na Universidade na qual que estuda.

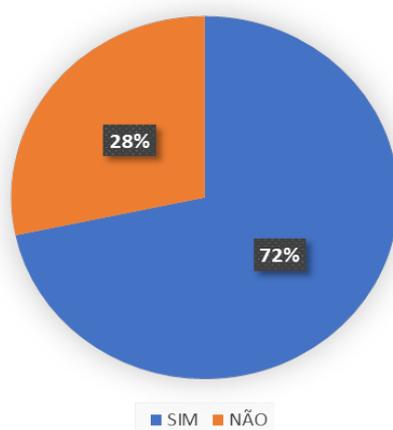


Figura 8 – Existência de um local na Universidade para desenvolver habilidades empreendedoras
Fonte: Autores (2019)

Os resultados estão em consonância com a pesquisa de Gomes (2016), na qual o autor cita dados apresentados pela Endeavor no Brasil, mostrando que 47,6% dos estudantes universitários tem o desejo de empreender e 38,1% investem em aprendizado. Por outro lado, 25% não tem conhecimento da existência de cursos

nessa área, pois apenas alguns cursos não dispõem da disciplina de Empreendedorismo dentro da sua estrutura curricular. A Universidade tem dever de potencializar as habilidades empreendedoras dos alunos, com finalidade de geração de renda e desenvolvimento econômico na comunidade. Porém, as instituições não estão atendendo às necessidades dos alunos: enquanto cerca de 65% dos professores estão satisfeitos com iniciativas de empreendedorismo dentro das universidades, a média de satisfação entre alunos é de 36% (SEBRAE, 2017).

5. CONCLUSÃO

O conteúdo apresentado evidencia um estudo realizado sobre a existência de locais compartilhados para o desenvolvimento de ideias inovadoras, denominado de espaço coworking. Esses espaços, além de contribuir para a criação e disseminação de ideias que possam revolucionar a indústria 4.0, fundamentado no compartilhamento e fomento ao networking e trabalho colaborativo, contribui também para o desenvolvimento profissional do indivíduo, visto que, atualmente os profissionais devem se diferenciar para ganhar o mercado, adotando uma moderna cultura de empreendedorismo e inovação. Esta modalidade de espaço é ideal as organizações que estão iniciando no mercado competitivo, pois o ambiente proporciona estruturas ideais e com custo diferenciado por partilhar com outras corporações, assim, oportunizando novas possibilidades de negócios e parcerias entre os empreendedores.

Os resultados da pesquisa, apontaram um desejo dos estudantes de empreender enquanto estão capacitando-se dentro da sala de aula e com prováveis ideias a serem amadurecidas. Entretanto, observou-se também que, há uma necessidade de ampliar o conhecimento na área de empreendedorismo e inovação, pois constatou-se que, os estudantes não são estimulados a desenvolverem suas ideias e criações, e sim, conduzidos a irem para o mercado de trabalho tradicional como empregados de suas respectivas áreas.

Sugere-se, então, como continuidade da pesquisa realizada, uma análise do cenário universitário futuro, aprofundando os estudos na área de empreendedorismo e inovação, voltados para o coworking, por ser um modelo de fato pouco explorado dentro da instituição, e na possibilidade da criação de um espaço coworking na Universidade Estadual do Maranhão. Conclui-se então, que o movimento coworking, possibilita adquirir um aperfeiçoamento da maturidade, ampliando espaços maiores e mais centralizados no mercado, com uma diversidade maior de modelos de negócios e novos nichos.



Referências

- BARBOZA, J.V.S.; ROJO, C. A. Diagnóstico estratégico em uma empresa do setor moveleiro por meio das análises SWOT, matriz BCG e 5 forças de Porter. **Revista da Micro e Pequena Empresa**. Campo Limpo Paulista, v.9, n.1, p. 103-116, 2015.
- CHIAVENATO, Idalberto. Empreendedorismo: dando asas ao espírito empreendedor. São Paulo: **Saraiva**. 2005.
- CUSTÓDIO, T. P. **A importância do empreendedorismo como estratégia de negócio**. Lins, 2011.
- DORNELAS, J. C. A. **Empreendedorismo: transformando ideias em negócios**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2008.
- FARIA, M.F.B.; FONSECA M.V.A. Cultura de Inovação: Conceitos e Modelos Teóricos. **RAC**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 4, art. 1, pp. 372-396. Ago. 2014.
- FERREIRA, F. L. A. et al. Empreendedorismo e o processo de criação de uma nova organização. **Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas**, v.3, n.2, p. 70-93, 2014.
- FRUTCHEY, J. Utilizando o Google Docs como uma ferramenta de avaliação para bibliotecários de referência acadêmica Google Docs. **Journal of Library Innovation**, v. 3, n. 1, p. 148-154, 2012.
- GITAHY, Y. **Coworking e meetup: conheça duas práticas do Vale do Silício**. 2015. Disponível: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/oquesaocoworkingemeetup,b9692bf060b93410VgnVCM1000003b74010aRCRD>>. Acesso em: 21. ago. 2019.
- GOMES, Joell. **O empreendedorismo e a Universidade**. 2016. Disponível em: <<https://administradores.com.br/artigos/o-empreendedorismo-e-a-universidade>>. Acesso em: 21. ago. 2019.
- MARTINS, A. A. V.; HONÓRIO, L. C. Clima organizacional: uma questão estratégica de desenvolvimento em benefício da produtividade. **Revista Pensar Gestão e Administração**, v.1, n.2, 2012.
- MEDINA, P. F., & KRAWULSKI, E. Coworking como modalidade e espaço de trabalho: uma análise bibliométrica. **Cadernos De Psicologia Social Do Trabalho**. UFSC. 18(2), 181-190. 2015.
- OLIVEIRA. M. F. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração**. Catalão: UFG, 2011.
- RIES, E. **A Startup enxuta: como os empreendedores atuais utilizam a inovação contínua para criar empresas extremamente bem-sucedidas**. 1. ed. São Paulo: Leya, 2012.
- SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Coworking é uma boa prática para os pequenos negócios**. 2015. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/co-working-e-uma-boa-pratica-para-os-pequenos-negocios,9ab926ad18353410VgnVCM1000003b74010aRCRD>> Acesso em: 21. ago. 2019.
- SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **O empreendedorismo nas universidades brasileiras**. 2017. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/oempreendedorismonasuniversidadesbrasileiras,6ad3352450608510VgnVCM1000004c00210aRCRD>> Acesso em: 21. ago. 2019.



**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS
COMPOSTOS EXTRAÍDOS DA
SEMENTE DE ABÓBORA CABOTIA
(Cucurbita maxima x Cucurbita
moschata) OBTIDO POR DIFERENTES
MÉTODOS DE EXTRAÇÃO**

CHEMICAL CHARACTERIZATION OF COMPOUNDS EXTRACTED FROM
PUMPKIN SEED CABOTIA (Cucurbita maxima x Cucurbita moschata)
OBTAINED BY DIFFERENT EXTRACTION METHODS

Graziele Joice Roberta de Souza

Isis Oliveira Rodrigues

Priscilla Silva Campos

Camila Ismar Silva

Gisele Cristina Rabelo Silva

Resumo

O presente estudo avaliou e caracterizou os compostos extraídos das sementes de abóbora por diferentes metodologias, com a intenção de propor uma utilização mais nobre deste resíduo. Foram utilizados dois diferentes métodos para a extração dos óleos, prensagem mecânica e extração por Soxhlet. Primeiramente, as sementes de abóbora eram secas em estufa a vácuo a 110°C até peso constante e em seguida, eram trituradas em um processador. O processo de extração por Soxhlet, utilizou hexano como solvente e a prensagem mecânica foi realizada em uma prensa manual. Após as extrações, os extratos oleaginosos foram submetidos a análises de índice de acidez, compostos fenólicos, carotenoides, vitamina C, índice de iodo e, além disso, obteve-se o rendimento das extrações. A técnica de prensagem foi a que produziu o menor rendimento em óleo bruto. Os métodos propostos mostraram ser eficientes e capazes de extrair um óleo de qualidade para a utilização comercial, agregando valor a este resíduo da indústria alimentícia.

Palavras chave: Extração, Óleo, Semente de Abóbora.

Abstract

The present study evaluated and characterized the compounds extracted from pumpkin seeds by different methodologies, with the intention of proposing a noble use of this residue. Two different methods were used for oil extraction, mechanical pressing and Soxhlet extraction. First, the pumpkin seeds were dried in a vacuum at 110°C until constant weight and then crushed. The Soxhlet extraction process used hexane as solvent and mechanical pressing was performed in a manual press. After extractions, the oilseed extracts were submitted to analysis of acidity index, phenolic compounds, carotenoids, vitamin C, iodine index and, in addition, extractions yield was obtained. The pressing technique produced the lowest yield in crude oil. The proposed methods proved to be efficient and capable of extracting a quality oil for commercial use, adding value to this residue of the food industry.

Key-words: Extraction, Oil, Pumpkin seed



1. INTRODUÇÃO

A abóbora cabotia, também conhecida abóbora japonesa, é resultante do cruzamento entre linhagens de moranga (*Cucurbita maxima* Duch.) e linhagens de abóbora (*C. moschata* Duch. et Poir.), segundo Amarante et al (1994) e Bisognin (2002).

Em algumas regiões carentes, a semente de abóbora cabotia é consumida como complemento alimentar, por conter vitaminas e carboidratos. Estudos de Veronezi e Jorge (2012) mostraram que as sementes de abóbora têm em média 32 a 40% de óleo, sendo ricas em ácidos graxos mono e poli-insaturados, vitaminas E (tocoferol), vitaminas C (ácido ascórbico) e elevado teor proteico, além de possuir baixos teores de açúcares livres de amido, grandes quantidades de minerais, como magnésio, potássio, fósforo e ferro.

Inicialmente a extração de óleos vegetais era efetuada por método físico, através do uso de prensas. Porém, desde as primeiras décadas deste século, a extração de óleos vegetais por solventes mostrou-se bem mais interessante, sendo o hexano o solvente mais utilizado, conforme em trabalho publicado por O'Brien (2004). Entretanto, esta técnica tem como desvantagem utilizar uma fonte de matéria-prima não renovável, tóxica e inflamável, além de poder causar perdas de componentes importantes a qualidade do produto final. Portanto, é de grande importância a caracterização química dos extratos oleaginosos obtidos por diferentes metodologias, a fim de identificar o produto de melhor qualidade para ser empregado em indústrias de alimentos, cosméticos e/ou farmacêuticas.

2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

2.1. Obtenção da Amostra

O trabalho foi realizado no Laboratório de Engenharia de Processos e Tecnologias (LENGTEC/UFSJ/CCO) em Divinópolis-MG. As sementes de abóbora cabotia foram obtidas no comércio local de Divinópolis – MG. As sementes foram secas em estufa a vácuo, por 24 horas com uma temperatura de 110°C até obtenção de peso constante. Em seguida, foram trituradas em processador, obtendo uma farinha. A farinha foi estocada em sacos plásticos, e armazenada em temperatura de -18°C em um freezer. Todas as análises foram realizadas em triplicata.



2.2. Métodos de Extração

2.2.1 Extração por Soxhlet

Foi realizada conforme descrito em AOCS (2004), com o solvente hexano a 70°C por 8 horas. A proporção amostra-solvente utilizada foi de 1:30. Os extratos obtidos foram, posteriormente, submetidos ao processo de eliminação do solvente em evaporador rotativo.

2.2.2 Extração mecânica

Foi realizada em uma prensa mecânica, que é constituída por um pistão, acionado manualmente, que comprime o material contido no cesto em aço inoxidável provido de orifícios de saída para o líquido prensado, em ciclos de tempo e pressões definidas. Esta prensa tem capacidade de 100g por batelada.

Como a eficiência das prensas manuais é influenciada diretamente pelo pré-tratamento a que a matéria-prima é submetida, avaliou-se três formas de alimantação das sementes de abóbora. A primeira utilizou-se sementes de abóboras inteiras e aquecidas a uma temperatura de 50°C (ao longo do trabalho recebe o nome de EPM₁). A segunda, sementes inteiras a temperatura ambiente (EPM₂). Já a terceira, as sementes foram trituradas e aquecidas em uma temperatura de 50°C (EPM₃)

Os extratos oleaginosos coletados foram pesados e transferidos para um tubo falcon de 15mL e levados à centrífuga a 3000 rpm durante 10 minutos. Esse procedimento foi repetido até obtenção de um óleo limpo sem presença de impurezas sólidas. Posteriormente, os óleos foram passados para pequenos frascos de vidro tampados, devidamente etiquetados, pesados e envoltos com papel alumínio. Estes frascos foram armazenados em um local seco, seguro e escuro até a realização das análises.



3. ANÁLISES DOS EXTRATOS

3.1 Rendimento global

O rendimento global da extração foi calculado pela diferença entre a massa das sementes de abóbora antes e após as extrações, expresso em percentagem, utilizando a Equação 1.

$$R(\%) = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \quad (1)$$

Sendo, P_1 o peso inicial da amostra de sementes de abóbora, P_2 o peso final da amostra após a extração.

3.2 Índice de Acidez

Foi determinado segundo o método AOCS (2004), em que se pesava aproximadamente 0,5 g de óleo em um erlenmeyer, em seguida adicionava-se 25 mL de álcool etílico 95% e 4 gotas de fenolftaleína 1%. A amostra era então titulada com hidróxido de sódio 0,1N até o aparecimento da cor rósea, relativo ao ponto de viragem. Para os cálculos do índice de acidez, expresso em % de ácidos graxos livres (AGL), foi utilizado a Equação 2.

$$\text{Índice de acidez} = \frac{\text{Volume gasto de NaOH} \times 0,1 \text{ N} \times 28,2}{\text{Massa de amostra (g)}} \quad (2)$$

Sendo, que o valor de 28, 2 na Equação 2 representa o índice resultante da amostra padrão de ácido oleico.

3.3 Índice de Iodo

O método consistiu em adicionar 0,15 g do óleo extraído das sementes de abóbora em 10mL de clorofórmio e 12,5mL do sal de Wijs, em um erlenmeyer de 250mL, devidamente envolvido por papel alumínio. Este ficava em repouso por 30 minutos dentro da capela em temperatura ambiente. Posteriormente, adicionava-se na solução 10mL de iodeto de potássio a 20% e 50mL de água deionizada. A titulação era realizada com tiosulfato de sódio 0,1 N até o ponto de viragem de amarelo claro. Assim, quando essa coloração era obtida, adicionava-se 2mL da solução de amido que fazia com que a solução ficasse mais escura. Então, uma nova titulação era iniciada até obter o ponto de viragem branco leitoso.



3.4 Compostos fenólicos totais

Para determinar a quantidade de polifenóis totais em todos os extratos foi utilizado o método espectrofotométrico do reagente Folin-Ciocalteu, descrito por Singleto *et al.* (1999) com modificações. O método consiste em adicionar 0,0142g do óleo da semente de abóbora em tubo de ensaio e adicionar 5 mL de metanol, homogeneizar e aguardar 5 minutos. Após os 5 minutos retirava-se 88 µL da amostra e adicionava-se 912 µL de metanol. Os tubos eram levados para a capela e, com auxílio de uma manta aquecedora reduzia o fluxo em 50% do volume. Ao atingir essa redução, os tubos eram retirados da capela e deixados a esfriar em temperatura ambiente. Em seguida, adiciona-se 2,5 mL de folin a 10% e 20 mL de carbonato de sódio a 7,5% no tubo de ensaio que era homogeneizado e colocados em banho maria por 5 minutos a 50°C. O branco era preparado em outro tubo e seguia a mesma metodologia dos tubos com amostra de óleo de semente de abóbora. A absorção das amostras era, então, lida em um espectrofotômetro em um comprimento de onda de 765 nm. Os resultados foram obtidos em mg de ácido gálico/g de óleo, de acordo com a Equação 3.

$$\text{Compostos fenolicos totais (mg AG/g de óleo)} = \frac{\text{Absorbância} + B}{A \times g \text{ de óleo}} \quad (3)$$

Sendo que, os valores referentes a A e B na Equação 3 foram obtidos pela a curva padrão de concentração de ácido gálico por absorvância ($y = Ax + B$), sendo y a absorvância e x mg de ácido gálico/mL.

3.5 Carotenoides

A determinação de carotenoides foi realizada segundo método proposto por Higby *et al.* (1962). Para os cálculos do teor de carotenoides totais foi utilizada a Equação 4.

$$\text{Carotenóides (mg/100g)} = \frac{\text{Volume final} \times \text{Absorbância} \times 100}{\text{Peso da amostra} \times 2500} \quad (4)$$

3.6 Vitamina C

O teor de vitamina C foi determinado segundo Strohecker e Henning (1967). Para os cálculos do teor de vitamina C foi utilizada a Equação 5.

$$\text{Vitamina C (mg/100g)} = \frac{\text{Volume gasto na titulação} \times Fc \times 100}{\text{Peso da amostra}} \quad (5)$$



Sendo Fc correspondente ao fator de correção, que foi definido como 1 e a multiplicação por 100 foi realizada para obter o valor em porcentagem.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Métodos de Extração

Na Tabela 1, pode-se observar os rendimentos globais obtidos para a extração por Soxhlet (ESH) e prensagem mecânica com os diferentes tipos de alimentação, isto é, semente inteira e aquecida (EPM₁), semente inteira e sem aquecimento (EPM₂) e semente triturada com aquecimento (EPM₃).

Tipo de Extração	Rendimento
ESH	54,55
EPM ₁	24,78
EPM ₂	25,75
EPM ₃	35,56

Tabela 1- Rendimento das extrações
Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

A extração por Soxhlet com hexano apresentou melhor rendimento em massa (ESH), que pode ser explicado pelo solvente hexano possuir grande capacidade de arrastar o óleo durante a extração. O rendimento da EPM₃ foi mais alto, se comparados com as outras extrações por prensagem mecânica, que pode ser explicado por ser utilizada semente triturada e aquecida, que tem maior superfície de contato e temperatura adequadas para a extração do óleo.

4.2. Análises dos extratos

O índice de acidez está relacionado com a natureza, grau de pureza, qualidade, processamento e condições de conservação do óleo vegetal, conforme estudo realizado por Machado *et al.* (2006). De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, obtiveram-se valores médios de acidez abaixo de 4,0%, sendo este valor é aceitável pela ANVISA conforme RDC 270 de 22 de setembro de 2005 (ANVISA, 2019). Sendo assim, os diferentes tipos de extração estudados geram óleos dentro do esperado para índice de acidez.



Extrato	Índice de Acidez (%AGL)	Compostos Fenólicos (mg GAE/mL)	Carotenoides (mg/100g)	Vitamina C (mg/100g)	Índice de Iodo (gI ₂ /100g)
E _{SH}	2,58 ± 0,35	0,417 ± 0,09	0,146 ± 0,00	83,30 ± 5,77	104,3 ± 5,81
EPM1	3,85 ± 1,11	0,303 ± 0,08	0,184 ± 0,01	233,00 ± 57,73	121,8 ± 1,90
EPM2	3,31 ± 0,55	0,328 ± 0,02	0,190 ± 0,00	116,00 ± 28,86	96,03 ± 2,05
EPM3	2,56 ± 0,31	0,393 ± 0,06	0,199 ± 0,00	150,00 ± 0,00	105,0 ± 3,51

Tabela 2- Análises de caracterização físico-química para os diferentes tipos de extração das sementes de abóbora

Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Segundo Maia (2006), quanto maior o índice de iodo, maior o número de duplas ligações (instaurações) presentes no óleo, sendo assim, há uma maior probabilidade da amostra ser considerada um óleo do que uma gordura. As extrações se mantiveram dentro do esperado (100 a 150 gI₂/100g), exceto a extração EMP₂ que apresentou um índice de iodo de 96,03 gI₂/100g. Isso mostra que o aquecimento das sementes anteriormente à extração pode causar alterações no óleo obtido.

A vitamina C é um poderoso antioxidante que auxilia na diminuição e na neutralização dos efeitos que os radicais livres produzem naturalmente no organismo humano causando diversos problemas estruturais, muitas vezes responsáveis pelo surgimento das chamadas doenças crônicas. O óleo de abóbora apresentou quantidades significativas de vitamina C nos dois tipos de extração estudados. A extração mecânica (EPM₁), utilizando as sementes inteiras e aquecidas, mostrou obter um óleo com elevado teor de vitamina C. Sendo, então, indicado para obtenção de produtos que se tenha interesse em alta concentração de ácido ascórbico.

5. CONCLUSÃO

A indústria alimentícia tem dado grande atenção aos subprodutos vegetais, após o crescimento na demanda por alimentos funcionais, que carregam importantes fatores nutricionais na sua composição e dentre eles pode-se destacar as sementes de abóbora por possuir alto teor de proteínas, minerais, vitaminas e gordura insaturada. Sendo assim, é importante estudos que avaliem e caracterizem os extratos obtidos das sementes de abóbora. Neste trabalho, a extração por soxhlet mostrou maior rendimento em óleo bruto (54,55%, em massa). As análises realizadas demonstraram que para o teor de carotenoides e vitamina C, a prensagem mecânica apresentou melhores resultados. Ou seja, apresenta um extrato que pode ser utilizado em produtos que se deseja a ação contra radicais livres. Identificou-se que o óleo das sementes de abóbora possui elevado teor proteico (450g/kg), possibilitando o seu uso na fortificação de alimentos e aumentando, assim, as concentrações proteicas de preparações alimentares. Portanto, os métodos propostos mostraram ser eficientes e capazes de extrair um óleo de qualidade para

a utilização comercial. Sendo a prensagem mecânica o método que oferece um extrato com maiores características antioxidantes, que podem ser utilizados em produtos com efeitos preventivos para distúrbios fisiológicos e imunológicos.

Referências

AMARANTE, C.V.T.; MACEDO, A.F.; ARRUDA, A.E. Controle de frutificação em abóbora híbrida 'Tetsukabuto'. **Agropecuária Catarinense**. v. 7, p. 49-51, 1994.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br/>>. Acessado em: 14 de maio de 2019.

AOCS, 2004 – AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY – AOCS - Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. Washington, 2004.

BISOGNIN, D.A. Origin and evolution of cultivated cucurbits. **Ciência Rural** **32**: 715-723, 2002.

HIGBY, W. K. A. A simplified method for determination of some of the carotenoid distribution in natural and carotene fortified orange juice. **Journal of Food Science**, v. 27, p. 42-49, 1962.

MACHADO, G. C.; CHAVES, J.B.P.; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Revista Ceres**. 53 (308), 463, 2006.

MAIA, E.L. Material Didático Teórico – **Tecnologia do Pescado I**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

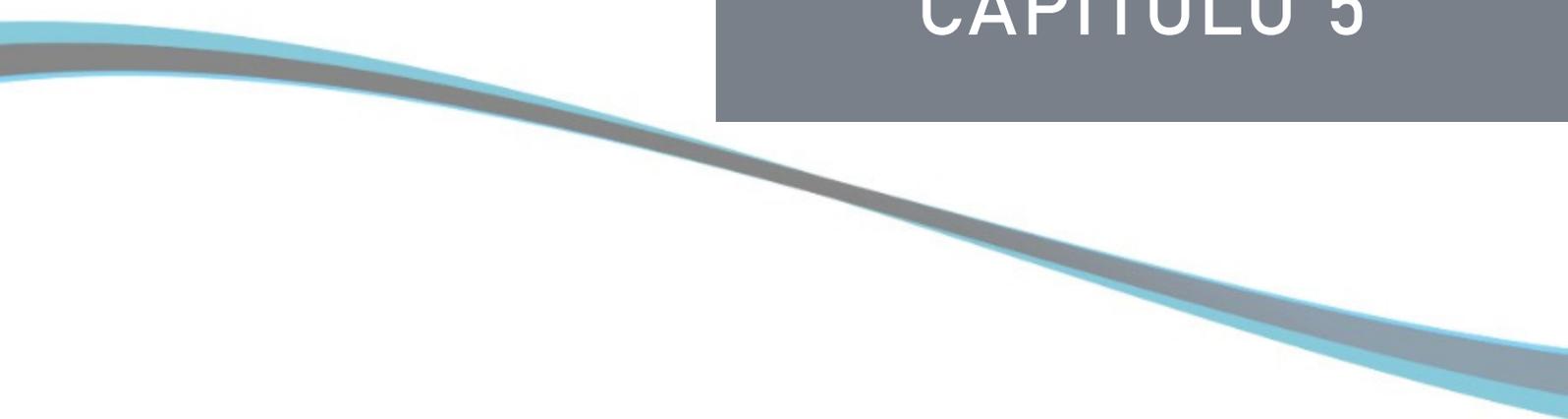
O'BRIEN, R. D. **Fats and oils: formulating and processing for applications**. London: Crc Press, 2004.

SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. **Methods in enzymology**, n. 299C, p. 152-178, 1999.

STROHECKER, R.; HENNING, H.M. Análises de vitaminas: métodos comprovados, Madrid: Paz Montolvo, 1967. 428 p.

VERONEZI, C.M.; JORGE, N. Aproveitamento de sementes de abóbora (Cucurbita sp) como fonte alimentar. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.14, n.1, p.113-124, 2012.





CAPÍTULO 5

ESTATÍSTICA E PROBABILIDADE NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO CIVIL

STATISTICS AND PROBABILITY IN THE FORMATION OF CIVIL
ENGINEER

Raimundo J. Barbosa Brandão

Resumo

Este trabalho decorre de uma investigação com estudantes de graduação do curso de engenharia civil da Universidade Estadual do Maranhão no Campus de Bacabal, com o propósito de analisar as percepções dos acadêmicos sobre a importância e aplicação dos conhecimentos estatística e probabilidade na formação do engenheiro civil, após cursarem esta disciplina no primeiro semestre de 2019. Será apresentada uma breve descrição das aplicações de estatística e probabilidade na engenharia civil. Buscou-se fundamentação teórica deste trabalho nas teorias na Educação Estatística e na Estatística e Probabilidade.

Palavras-chave: Formação do engenheiro. Probabilidade e Estatística. Habilidades Estatística.

Abstract

This work is the result of an investigation with undergraduate students of the civil engineering course at the State University of Maranhão at the Bacabal Campus, with the purpose of investigating the students' perceptions about the importance and application of statistical and probability knowledge in the training of civil engineers, after taking this course in the first semester of 2019. A brief description of the applications of statistics and probability in civil engineering will be presented. A fundamental theoretical of this work was sought in the theories in Statistical Education and in Statistics and Probability.

Keywords: Engineer training. Probability and statistics. Statistical Skills.



1. INTRODUÇÃO

Na formação inicial do engenheiro civil na Universidade Estadual do Maranhão/UEMA, Campus de Bacabal, de acordo com a estrutura curricular do curso, a disciplina estatística e probabilidade faz parte do núcleo de conhecimentos básicos e tem como objetivo proporcionar saberes gerais e métodos probabilísticos para avaliar probabilidades de erros e confiabilidade de projetos criados em diversas áreas da engenharia.

Nos dias atuais, na formação do engenheiro civil, observa-se a constante necessidade de desenvolvimento lógico matemático, elaboração, execução e análise de projetos de um modo geral e na Engenharia Geotécnica, conhecimentos em probabilidade e estatística utilizados como ferramenta que auxiliem o profissional de engenharia na tomada de decisão.

O propósito deste estudo foi analisar as percepções dos acadêmicos sobre a importância dos conhecimentos de estatística e probabilidade em sua formação inicial e, aplicação na futura profissão. A pesquisa teve uma abordagem qualitativa com pesquisa de campo, realizada no município de Bacabal-Maranhão, com alunos matriculados no primeiro semestre de 2019, na disciplina estatística e probabilidade, ofertada no 2º período do curso.

O estudante de engenharia civil deve construir conhecimentos sólidos em estatística e probabilidade, para entre outras coisas, saber definir o tamanho de uma amostra representativa, escolher a técnica adequada para coletar dados, processar, analisar, interpretar, fazer inferência, tomar decisão e fazer comunicação científica.

Apesar de estatística e probabilidade fazerem parte do currículo de Matemática na Educação Básica (BRASIL, 1997, 1998, 2006, 2018) os alunos chegam no curso superior com dificuldade de compreensão do significado dos conceitos dos objetos de estudo neste componente curricular.

Ao longo do estudo, percebeu-se que os alunos ingressantes no curso de engenharia civil da UEMA, participantes da investigação encontravam dificuldades em compreender o significado dos conceitos dos objetos de estudo e consequentemente em interpretar e expressar por escrito o que fazer as estatísticas calculadas.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICO

Esta investigação foi de natureza qualitativa, pois o pesquisador se constitui como sujeito principal e foca o seu trabalho na interpretação da realidade. Justifica-se a natureza qualitativa do estudo, por se trabalhar com valores, crenças,



hábitos, atitudes, representações e opiniões. Segundo Paulilo (1999, p. 135) a abordagem qualitativa é empregada, portanto, para a compreensão de fenômenos caracterizados por um alto grau de complexidade interna

Realizou-se levantamento de dados junto aos alunos matriculados na disciplina de estatística e probabilidade no 1º semestre do ano de 2019. Do total de vinte e sete alunos matriculados na disciplina, escolheu-se de maneira aleatória, vinte para participar da investigação. Os alunos foram nomeados com os números de 01mam20. (G_1, G_2, \dots, G_{20} .) Os instrumentos para coleta de dados foram questionários semiabertos e entrevistas. Os questionários foram aplicados no início do mês de março de 2019 com o objetivo de conhecer as percepções dos alunos sobre qualidade de ensino nos cursos de engenharia civil na UEMA e sobre o ensino de estatística e probabilidade na educação básica.

As entrevistas foram realizadas com os mesmos sujeitos de pesquisa no final do mês de junho de 2019, após o encerramento da disciplina. Os objetivos das entrevistas foram analisar os discursos dos alunos acerca da importância dos conhecimentos em estatística e probabilidade na formação do engenheiro civil e, as possíveis aplicações na vida profissional.

Para analisar e interpretar as concepções dos sujeitos de pesquisa acerca dos objetos dessa investigação, utilizou-se a análise do discurso que se constitui num processo que tem a pretensão de questionar os sentidos estabelecidos em diversas formas de produção, podendo estes serem não verbais e verbais. Os não verbais se caracterizam por imagens ou expressões corporais. Enquanto isso, os verbais podem ser orais ou escritos.

Compreender a fala viva, o enunciado (BAKHTIN, 2003) vivo, é uma ação de natureza responsiva. Nossa resposta é sempre única, irrepetível, que traz os tons de nossa convivência, da cultura, nossas crenças e valores que podem ou não ser aceitos. Toda compreensão é oriunda de reposta. A compreensão passiva do

significado, do discurso ouvido é apenas um momento abstrato da compreensão ativa responsável e se atualiza na subsequente resposta. Análise do Discurso apresenta um mecanismo teórico e um instrumento analítico que cada autor utiliza para realização de seu trabalho.

Para Bakhtin (2010, p. 262) o uso da língua é feito em forma de enunciados orais ou escritos, concretos e únicos, ditos pelas pessoas que integram algum ramo da atividade humana. Por esta razão, Bakhtin (2010, p. 274) o considera como a condição para a existência do discurso, qual sempre está fundido em forma de enunciado pertencente a determinado sujeito do discurso e fora dessa forma não pode existir.

As palavras, expressões, proposições e tudo quanto é enunciado, constitui-se como um produto ideológico e, portanto, mudam de sentido conforme a visão e



percepção ideológica de que fala, neste processo de interação, o enunciado é delimitado pela alternância dos sujeitos do discurso.

3. ESTATÍSTICA E PROBABILIDADE - BREVE HISTÓRICO

Desde de tempos remotos o homem teve necessidade de coletar dados para fins de planejamento. Acredita-se que a partir do momento em que o homem passou a ter necessidade de identificar quantitativamente os seus pertences por meio de uma representação, ele começou a fazer levantamentos para contar, controlar coisas ou pessoas e planejar suas ações do seu cotidiano.

Nas sociedades primitivas eram comuns a lutas entre tribos e para isso os líderes necessitavam conhecer o número de crianças, mulheres, idosos, pessoas aptas para o combate e números de instrumentos para fins de planejamento de guerras.

Embora existam indícios do uso da estatística na antiguidade em várias sociedades, como China, Egito e Babilônia, dentre outras, é difícil ter precisão onde e quando surgiram as primeiras ideias estatística. Santos (2016) comenta que por volta de 3.500 a.C. existia jogo de dado feitos de astragalus (osso do calcanhar) onde os jogadores tentavam tirar vantagem em uma disputa e evitavam perdas oriundas da imprevisibilidade.

Também há registros (RIBEIRO e AGUIAR, 2007; PENEREIRO e FERREIRA, 2018) que aproximadamente nos anos de 3050 a.C., no Egito, existiam levantamento de dados estatístico com o propósito de conhecer as riquezas da população e mapear os recursos humanos e econômicos disponíveis para a construção das pirâmides. Além disso, há indícios de recenseamentos realizados pelo Egito no período de 2700 a 2500 a.C. para a fiscalização dos impostos.

Ribeiro e Aguiar (2007) afirmam que o império chinês é responsável pela realização de um levantamento estatístico configurado como o primeiro recenseamento da história. Esse acontecimento ocorreu por volta de 2238 a.C. por ordem do imperador Yao, que desejava conhecer com exatidão o número de habitantes, a fim de repartir o território, distribuir as terras, estabelecer os rolos de pergaminho de impostos e de proceder ao recrutamento militar. (RIBEIRO e AGUIAR, 2007, p. 67)

A Bíblia traz indícios que os hebreus também realizaram recenseamentos do seu povo por volta de 1490 a.C. No quarto livro de Moisés, ao qual foi dado o nome de "Números", está escrito que Deus mandou Moisés levantar o censo de Israel: No segundo ano após a saída dos filhos de Israel do Egito, no primeiro dia do segundo mês, falou o Senhor a Moisés, no deserto do Sinai, na tenda da congregação, dizendo: Levantai o censo de toda a congregação dos filhos de Israel, segundo as suas famílias, segundo a casa de seus pais, contando todos os homens, nominal-



mente, cabeça por cabeça (Números 1. 1-2; RIBEIRO e AGUIAR, 2007, p. 67)

Os balancetes do império romano, o inventário das posses de Carlos Magno, o Doomsday Book, registro que Guilherme, o Conquistador, invasor normando da Inglaterra, no século XI, mandou levantar das propriedades rurais dos conquistados anglo-saxões para se inteirar de suas riquezas, são alguns exemplos anteriores à emergência da estatística descritiva no século XVI, na Itália. (Memória, 2004, p.11)

No século XVII, John Graunt (1620-1674), realizou estudos sobre dados relacionados a óbitos em Londres-Inglaterra. Graunt foi precursor de extensivas observações estatísticas de grandes quantidades de dados. Seus estudos são considerados um divisor entre a estatística antiga e a estatística moderna.

No século XVIII, o alemão Gottfried Achenwall (1719 - 1772), no ano de 1746, professor da Universidade de Göttingen, cunhou o vocábulo estatística se referindo a análise de dados sobre o estado.

Assim como na estatística, traçar um panorama da origem e evolução da probabilidade também tem sua complexidade, pois os estudos históricos entre estes ramos do conhecimento mostram uma íntima relação entre eles. Dentre as grandes contribuições no campo da probabilidade destacam-se Pascal, Fermat, Boyer, Fisher, Pearson, Laplace, Galton, dentre outros.

Em 1654, Blaise Pascal (1632-1692) diante de um problema de jogo de azar, no caso jogo de dado, apresentado por um amigo chamado de Chevalier De Méré, um jogador inveterado de jogos ao acaso ou de incertezas (dados, moedas e cartas) muito comum nos cassinos da época na França. Pascal trocou mensagens com Pierre Fermat (1601-1665), este último também se interessou pelo tema e juntos resolveram o problema proposto por Chevalier De Méré.

Pode-se considerar que os estudos de Pascal e Fermat foram fundamentais para a construção do conceito de probabilidade, ou determinar as possibilidades de calcular a chance de ocorrência de um evento sujeito ao acaso.

Na obra de Boyer (1974), ele faz relato do problema proposto por Chevalier de Méré: Pascal escreveu a Fermat sobre isto, e a correspondência entre eles foi o ponto de partida real da moderna teoria das probabilidades, as ideias de Cardano de um século antes tendo sido esquecidas. (BOYER, 1974, p.265.)

O primeiro estudo sistemático de como calcular probabilidades apareceu no livro Liber de Ludo Aleae, publicado em 1663, pelo médico italiano (e também matemático, físico e astrólogo). Segundo Vitor (2014, p. 50) a probabilidade como é estudada nos dias atuais foi desenvolvida por três franceses: De Méré (1607-1684), Pascal (1623- 1662) e Fermat (1601-1665).

A partir dos estudos de Pascal e Fermat (ANDRADE, 2017) uma grande e im-



portante interação entre os dois com grande contribuição cada um à sua maneira à teoria das probabilidades. Pascal utilizou o triângulo aritmético (triângulo de Pascal) que fundamentou as concepções de probabilidade moderna. Christiaan Huygens foi o primeiro a dar um tratamento científico à teoria das probabilidades, no entanto, foi com Jacob Bernoulli, com a obra arte da conjectura e, Abraham Moivre com o trabalho doutrina da probabilidade que este ramo do conhecimento na época ficou conhecido como um ramo da matemática.

Muitas foram as contribuições de outros matemáticos dos séculos passados à probabilidade. Pierre Laplace (1749-1827), por exemplo, estudou probabilidade e é o responsável por ter colocado este ramo do conhecimento numa base matemática. Carl Gauss (1777-1855), deu a sua contribuição principalmente com o estudo de regressão e o método dos mínimos quadrados.

O matemático francês Laplace (1749-1827), deu grande contribuição à teoria da probabilidade, escrevendo vários artigos sobre o tema e um dos mais importantes foi o clássico *Théorie analytique des probabilités* de 1812. Em 1814 publicou introdução à probabilidade e philosophique des probabilités.

Francis Galton (1822-1911), usou regressão e correlação para estudar a variação genética em humanos. Suas contribuições vão além da sua vasta obra. Sir Francis Galton foi um dos últimos cavaleiros cientistas, era um homem brilhante, foi um dos fundadores da antropologia, meteorologista, matemático, biólogo e inventou os parâmetros estatísticos conhecidos como teoria da regressão e correlação, o primeiro a descrever a teoria do anticiclone, criou em 1873 um dispositivo mecânico para ordenar e analisar dados, chamado tábua de Galton ou Quincunx (engenhosa máquina, modelo da teoria dos erros, aplicável a muitos fenômenos no campo da Biologia e da Física). Tudo podia ser quantificado por ele, pioneiro da estatística moderna: a eficácia das orações, o aborrecimento, a beleza das mulheres, fenômenos climáticos e a força da seleção natural (NETO e SALGADO, 2011, p. 2)

Karl Pearson (1857-1936), utilizando o conceito de correlação se dedicou ao estudo de seleção natural e contribuiu para o desenvolvimento do teste do qui-quadrado. William Gosset (1876-1937) em 1904, segundo Viali (2016, p. 3) iniciou a utilização da análise de regressão, uma técnica que ele aprendeu lendo o "Método dos Mínimos Quadrados" de Mansfield Merriman (1848 - 1925), de 1884, e a "Teoria Algébrica e Numérica dos Erros de Observação" do astrônomo real Sir George Biddell Airy (1801-1892) de 1861. Em 1908 ele utilizou a regressão para resolver a questão de determinar "a quantidade de lúpulo" versus "a duração da cerveja" (VIALI e BERLIKOWSKY, 2016, p. 3)

Ronald Fisher (1890-1962), estudou biologia e a seleção natural e desenvolveu ANOVA, ressaltou a importância do planejamento experimental e foi o primeiro a identificar as hipóteses nula e alternativa. A contribuição de Fisher à Estatística e probabilidade foi muito significativa.

Quando Fisher nela ingressou, já contava com as ideias de probabilidade (G. Galilei), quadrados mínimos e modelos lineares (C. F. Gauss), teoria das grandes amostras e teste do χ^2 (K. Pearson), distribuição t de Student (W. S. Gosset), teorema de Bayes (Reverendo Bayes) e coeficiente de correlação (F. Galton). A primeira contribuição dele à estatística foi o artigo *On an absolute criterion for fitting frequency curves* (Fisher, 1912), no qual propôs a máxima verossimilhança como um método de modelagem de curvas de frequência. Para ele, a máxima verossimilhança de um parâmetro era proporcional à probabilidade dos dados e uma dada função, a qual usualmente tinha apenas um valor máximo. Fisher visualizava a máxima verossimilhança da seguinte forma: se você quiser tirar conclusões na presença da incerteza, primeiro precisa imaginar a certeza (ROSÁRIO, 2009, p. 5).

Charles Spearman (1863-1945), Psicólogo e Bioquímico usou a estatística no estudo de doenças de plantas. Spearman. Introduziu os testes duas-amostras, o qual abriu caminho ao desenvolvimento da estatística não paramétrica. A teoria dos dois fatores (bifatorial) publicada em 1904 tem aplicação no campo da educação e da indústria.

4. CONCEITOS DE ESTATÍSTICA E PROBABILIDADE

No Brasil, o componente curricular probabilidade é ensinado na educação básica (BRASIL, 1997,1998, 2006, 2018) e em muitos cursos superiores. No entanto, os alunos ainda encontram muitas dificuldades na compreensão do significado dos conceitos, entendimento este fundamental para a apreensão de um objeto de estudo nesse ramo do conhecimento. A verdade é que no cotidiano, alunos, professores, profissionais das mais diversas áreas e pesquisadores encontram-se envolvidos com dados estatísticos no cotidiano.

Estes indivíduos em momento de sua vida ou fase de seu trabalho depara-se com o problema de coletar, analisar, interpretar e resumir dados em certa medida estatística. Eles necessitarão trabalhar os dados para transformá-los em informações, para compará-los com outros resultados, ou ainda para julgar sua adequação a alguma teoria e, a partir daí tomar decisões e fazer comunicação

Numa maneira geral, pode-se afirmar que a essência da ciência é a observação dos fenômenos naturais e que seu objetivo básico é a inferência.

Tradicionalmente, uma análise descritiva de dados limita-se a calcular algumas medidas de posição e variabilidade, como a média e variância, por exemplo. Contrária a essa tendência, uma corrente mais moderna, liderada por Tukey (1977), utiliza principalmente técnicas gráficas, em oposição a resumos numéricos. Isso não significa que sumários não devam ser obtidos, mas uma análise exploratória de dados não deve se limitar a calcular tais medidas (MORETTIN e BUSSAB, 2010, p. 1)



De acordo com a pesquisadora espanhola Carmem Batanero, referência internacional no ensino de Estatística, a definição de Estatística apresenta certas complexidades. Para Batanero (2001):

son muchas las definiciones posibles de estadística, y entre ellas hemos elegido la siguiente que refleja bien nuestra concepción del tema: "la estadística estudia el comportamiento de los fenómenos llamados de colectivo. está caracterizada por una información acerca de un colectivo o universo, lo que constituye su objeto material; un modo propio de razonamiento, el método estadístico, lo que constituye su objeto formal y unas previsiones de cara al futuro, lo que implica un ambiente de incertidumbre, que constituyen su objeto o causa final" (cabriá, 1994 apud (BATANERO, 2001, p. 9).

É antiga a discussão sobre o espaço ocupado pela estatística no meio das ciências. A estatística não é uma parte da matemática, e sim uma ciência, embora ele utiliza a matemática como ferramenta, ela tem métodos próprios. Muitas vezes o aluno independe do nível de escolaridade, apresenta dificuldade devido o professor querer ensinar estatística com os mesmos métodos utilizados para ensinar matemática.

Por tanto sendo a Estatística uma ciência, os seus métodos utilizados nos processos de ensino e aprendizagem são diferentes daqueles empregados em matemática. No entanto, sendo a estatística uma ciência matemática, em algumas situações de ensino são utilizadas metodologias matemáticas ativas.

Para Batanero (2001) sin embargo sólo muy recientemente la estadística ha adquirido la categoría de ciencia. En el siglo XVII surge la aritmética política, desde la escuela alemana de Conring, quien imparte un curso son este título en la universidad de Helmsted. Posteriormente su discípulo Achenwall orienta su trabajo a la recogida y análisis de datos numéricos, con fines específicos y en base a los cuales se hacen estimaciones y conjeturas, es decir se observa ya los elementos básicos del método estadístico. Para los aritméticos políticos de los siglos XVII y XVIII la estadística era el arte de gobernar; su función era la de servir de ojos y oídos al gobierno (BATANERO, 2001, p. 9-10).

A Estatística é a ciência que, diante das incertezas e variabilidades dos dados, reúne métodos para o planejamento de pesquisas, coleta destes dados com tamanho de amostra representativa, técnica de recolha adequada, organização, resumo, análise, interpretação, comunicação e subsidiar tomada de decisão com segurança e confiabilidade.

Segurança e confiabilidade devem começar deste o momento de determina o tamanho da amostra e escolher a técnica de amostragem. A amostra é muito importante pois o conhecimento dos fenômenos estudados são baseados em amostra. Ela deve ter um tamanho representativa, por indicar semelhança com a população. Quanto a técnica de amostragem ela vai assegurar a variabilidade dos dados, que é importante na inferência.

Assim como foi complexo definir estatística, as concepções de probabilidade



também são simples. A probabilidade estuda os fenômenos aleatórios, incertos. Para Batanero (2001, p. 22) incerteza, diz daquilo que depende da sorte ou do acaso, sendo o acaso a suposta causa de eventos não devidos a uma necessidade natural ou a intervenção humana. (Tradução nossa). Nesta definição, aleatoriedade implica em causas desconhecidas.

A probabilidade sugere certo grau de incerteza nos fenômenos aleatórios e, a sua compreensão é extremamente importante para a inferência estatística. As concepções de probabilidade dependem do ponto de vista da análise e baseia-se nos métodos utilizados para o seu cálculo. Não é comum os autores de livros entrarem na tipologia da probabilidade, pois em certos momentos elas se aproxima e se confundem. Neste trabalho não será abordado a axiomatica de kolmogorov, nem as probabilidades subjetiva e geométrica.

A definição a de Laplace ou clássica de probabilidade leva em conta que os resultados de um experimento aleatório são todos equiprováveis. Nesta definição, a probabilidade de ocorrência de um dado evento "A" é determinada pelo quociente entre o número de casos favoráveis, $n(A)$ e número de casos possíveis, $n(\Omega)$.

Esta definição foi muito utilizada pelos estudiosos deste ramo do conhecimento no passado em jogos de cartas, moedas e dados. Atualmente no Brasil no sorteio da Mega-Sena por exemplo, são colocadas no globo 60 bolas numeradas de 1 a 60 com as mesmas características, como peso, diâmetro, material, etc. Neste caso, a chance de qualquer uma delas na primeira rodada é: 1/60. Na segunda, terceira, quarta, quinta e sexta, serão 1/59; 1/58; 1/57; 1/56 e 1/55 respectivamente. Efetuando-se os produtos das probabilidades acima obtêm-se como resultado, o número de todas as combinações possíveis.

Esse número total de combinações também pode ser encontrado usando a expressão abaixo.

$$C_n^p = C_{n!,p!} = \frac{n!}{p! n!} \Rightarrow C_{60,6} = \frac{60!}{6! (60 - 6)!} \Rightarrow C_{60,6} = \frac{60 * 59 * 58 * 57 * 56 * 55 * 54!}{6! 54!}$$

$$\Rightarrow C_{60,6} = 50.063.860$$

Para calcular a probabilidade de um apostador acertar as seis dezenas procede-se da seguinte forma $n(f) = n(A) =$, corresponde o número de caso favorável e, $n(P) = n(\Omega) = 50.063.860$. O número de casos possíveis. Com a probabilidade é definida como a divisão dos casos favoráveis pelo número de casos possíveis, tem-se.

$$P(A) = \frac{n(A)}{n(\Omega)} \Rightarrow P(A) = \frac{1}{50063860}$$



A definição frequentista, afirma que probabilidade de se obter um resultado específico de um processo pode ser interpretado por meio da frequência relativa com que aquele resultado seria obtido se o processo fosse repetido um número grande de vezes, sob condições similares • Exemplo: A probabilidade de se obter cara quando uma moeda é lançada é considerada $\frac{1}{2}$ porque a frequência relativa de caras deveria ser aproximadamente $\frac{1}{2}$ se a moeda fosse lançada um grande número de vezes sob condições similares

A ideia de probabilidade frequentista ou a posteriori, está relacionada aos fenômenos após a sua ocorrência, não é possível aplicar o princípio da equiprobabilidade. Neste caso, usa-se a concepção de frequência relativa. Para Batanero (2001, p. 24) essa definição é muito útil quando temos dados estatísticos sobre um grande número de casos. É necessário repetir o experimento inúmeras vezes.

Esta definição de probabilidade proporciona um valor preciso, mas apenas faz uma estimativa em torno da frequência relativa. Considerando um evento A de um experimento repetido um grande número de vezes, tendendo ao infinito (n), define-se probabilidade frequentista, o quociente entre o número de ocorrências do evento A (nA) e o número de repetições (n) quando esta tende ao infinito.

$$P(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{nA}{n}$$

Tabela - Principais causas de afastamentos por acidente/doenças do trabalho em 2017

Causas	(f) ¹	(fr) ²	(f%) ³
Acidentes típicos / CID 10	122.716	67,30	67,30
Doenças osteomusculares	36.813	20,10	87,40
Outras causas	22.761	12,60	100,00
Total de afastamento	182.290	100,00	-

Fonte: adaptação de (PAES, 2019, p. 248), 1- Número/frequência absoluta, 2 - Frequência reativa, 3 - Frequência percentual

Os dados da tabela -1, referem-se às principais causas de afastamento da indústria da construção civil e também de outros setores da economia. Observa-se que o afastamento por acidente do grupo XIX, cid - 10 é muito elevado e, esta causa com as doenças osteomusculares são responsáveis por 87,40%

5. APLICAÇÕES DA ESTATÍSTICA E PROBABILIDADE NA ENGENHARIA CIVIL

A probabilidade e a Estatística têm grande aplicação em várias áreas do conhecimento e dentre elas, a medicina, biologia, economia, administração, todas as modalidades de engenharia

. Para Walichinski, Santos Junior e Ishikawa (2014, p, 45) tais conteúdos estão diretamente ligados à leitura, interpretação e análise de informações veiculadas, bem como, à previsão de situações e à tomada de decisões

Batanero (2013) comenta que o ensino de estatística teve um grande desenvolvimento nos últimos anos, reconhecidamente tem grande importância na formação do cidadão em geral. Atualmente, existe um consenso universal de que a alfabetização estatística é um componente da educação (profissional e pós-graduação) em todos os campos em que os dados são envolvidos, interpretados ou apresentados devido à necessidade de entender seu ambiente na dinâmica do mundo moderno. (CENTENO, 2017. 2)

Na literatura nacional, usa-se o termo letramento estatístico para indicar a pessoas que desenvolveram habilidades em coletar dados, ressume-los, analisá-los e interpretá-los para tomar decisão.

Para evitar erros ou equívocos (BRANDÃO, 2012) na tomada de decisão, é fundamental que as conjecturas realizadas levem em consideração o princípio da incerteza e a dispersão dos dados em estudo.

Segundo Ang e Tang 2007, p, 1) em se tratando do mundo real, incertezas são inevitáveis. É importante que os reconheçam a presença da maioria das fontes de incerteza em projetos de engenharia

Compreender e decidir em meio a tantas informações, e construir competências estatísticas, é preciso vivenciar todo um processo de construção de um pensamento estatístico.

O pensamento estatístico é uma filosofia de aprendizagem e ação, e traz como princípios: todo trabalho ocorre num sistema de processos interligados, a variação existe em todos os processos e entender e reduzir a variação é a chave para o sucesso (SANTOS e MARTINS, 2004, p. 2 apud BRANDÃO, 2012, p. 47)

Pensar estatisticamente é ir além da realização dos cálculos, pois este pode ser encontrados com facilidade, rapidez e precisão como o uso de calculadoras científicas ou pacotes estatísticos. É preciso por tanto, compreensão de como e porque as investigações estatísticas são conduzidas e as grandes ideias são a base das



pesquisas estatísticas.

Outra competência essencial aos usuários da estatística, é raciocinar estatisticamente, que consiste em ideias acerca dos dados e incertezas, o que promove a capacidade de combinar dados com incertezas e interpretações estatísticas e inferências

Neste sentido os estudantes em formação inicial em engenharia civil precisam trabalhar o desenvolvimento do pensamento estatístico para melhorar o seu desempenho na futura vida profissional.

Outra competência essencial à formação do futuro engenheiro é raciocinar estatisticamente, que consiste em ideias acerca dos dados e incertezas, o que promove a capacidade de combinar dados com incertezas e interpretações estatísticas e inferências

Na engenharia civil por exemplo, em geotecnia, a utilização dos métodos probabilísticos tem aplicações de técnicas de estatística em investigação e caracterização de parâmetros geotécnica e aplicação a análise e cálculo e, aplicação a sistemas de atualização informação.

Antes da década de 1970, não se usa modelos estatísticos e ou probabilística engenharia geotécnica. Segundo Santos (2008, p. 21), apenas a intuição para considerar a segurança nas obras civis. Com o passar do tempo foi-se incorporando a experiência e a segurança, empiricamente, baseando-se em obras similares.

A partir da década de 50 similares do século passado é que a Engenharia Geotécnica encorpou os conceitos de probabilidade e estatística, já presente em outras áreas da tecnologia para desenvolver métodos mais racionais de introdução da segurança. (RILHO, 2017, p. 29)

Os modelos probabilísticos são essenciais à segurança racional. Corroborando com essa visão, Hachich (1998, p. 197) afirma que não há como evoluir no estabelecimento de critérios de projetos relacionados à segurança – sejam eles em termos de coeficientes de segurança globais, parciais, coeficientes de ponderação, índices de segurança ou probabilidade de ruína - senão através de modelos probabilísticos, pois variabilidade e incerteza constituem o fulcro da questão da segurança.



6. ANALISE DOS RESULTADOS

O ensino de estatística e probabilidade é justificado na educação básica no Brasil por sua relevância (BRASIL, 1997, 1998, 2006) no cotidiano das pessoas e, no ensino superior, por servir como ferramenta para outros ramos da ciência em planejamento e execução de projetos e, servir de instrumento de análise de informações para a tomada de decisão

Neste estudo, para análise e interpretação das respostas dos alunos utilizou-se a técnica de Análise do Discurso na visão Bakhtiniana. Segundo Bakhtin (1995 apud (ALMEIDA e GIORDAN, 2012, p. 6), a enunciação é produto da relação social, e qualquer enunciado fará parte de um gênero. Assim, para esse autor (1979), os gêneros são aprendidos no curso de nossas vidas como participantes de determinado grupo social ou membro de alguma comunidade. Logo, os gêneros podem ser considerados padrões comunicativos que socialmente utilizados funcionam com uma espécie de modelos comunicativos globais que representam em conhecimento social localizado em situação

Os questionários foram aplicados na primeira semana de março e abordavam questões socioeconômicas, qualidade do ensino de estatística e probabilidade na educação básica e opinião dos alunos sobre qualidade de ensino no curso de engenharia civil da UEMA.

De acordo com auto declaração dos estudantes, com relação à cor ou raça, 20% se declaram de cor branca, 5% indígena e 75% de parda/negra. Quanto ao gênero, 70% do gênero masculino e 30% feminino. Apenas 45% dos alunos residem com a família em Bacabal, 30% residem fora do município com distância superior a 30km e se deslocam diariamente para a instituição. 25% dos alunos não tem família no município e residem em casas alugadas. Como o curso funciona em tempo integral, apenas 10% dos alunos tem vínculo empregatício. 35 % realizaram os estudos de toda educação básica em escola pública, 10% fizeram o ensino fundamental em escola pública e, ensino médio em escola particular e 55% realizaram os estudos de toda educação básica em escola particular.

Com relação à qualidade do conteúdo de estatística e probabilidade na educação básica, 45% dos alunos consideraram a qualidade regular e 55% boa. Os maiores problemas encontrados na aprendizagem desses conteúdos, de acordo com os alunos, 40% dos alunos estavam relacionados a questões de natureza metodológica e falta do uso de tecnologias com software específico para o ensino de estatística. 35% dos alunos afirmaram que os conteúdos eram ministrados de maneira rápida devido à grande quantidade de conteúdo de matemática a ser ensinado no ano letivo e 25% se referiram à falta de domínio de conteúdo do professor

Muitos professores da educação básica evitam aprofundamentos nos conteú-



dos de estatística e probabilidade devido à falta de um bom preparo principalmente do conhecimento específico da disciplina e do saber didático do conteúdo.

Normalmente no ensino de estatística e probabilidade nos cursos de matemática licenciatura, os componentes curriculares estatística e probabilidades são ensinados utilizando os métodos matemáticos, sem a visão de educação estatística, com isso alguns aspectos metodológicos são deixados de lado e isso vai refletir em sala de aula da educação básica com professores inseguros em tais temáticas.

Corroborando com essa visão, Lopes (2010, p. 58) aponta como uma das causas da ausência dessa temática no trabalho com os estudantes a falta de domínio teórico-metodológico do professor sobre os conceitos estatísticos e probabilísticos.

. Quanto à qualidade de ensino no curso de engenharia civil na UEMA, após uma pesquisa sobre a estrutura física, laboratorial e titulação do corpo docente, 85% dos alunos imaginam que a qualidade deve ser boa ou ótima. Quanto ao Campus de Bacabal, afirmaram de eles tem preocupação pela ausência de laboratórios específicos e falta de professor efetivo qualificados com título de om de mestres e doutores.

Na última semana do mês de junho, após o encerramento da disciplina estatística e probabilidade, foram realizadas entrevistas com os vinte alunos, com o propósito de analisar suas percepções sobre a importância dos conhecimentos em estatística e probabilidade na formação do engenheiro civil e aplicações na futura profissão.

Apresenta-se as percepções dos alunos sobre a importância e aplicação da estatística e probabilidade na engenharia civil. A entrevista foi transcrita e escolheu-se por sorteio aleatória quatro para apresentar neste estudo

Durante o curso percebemos o quanto a estatística e probabilidade são importantes para o exercício da cidadania, na formação de muitos profissionais de nível superior inclusive na engenharia, em particular, a engenharia civil. Um exemplo simples seria tomar uma decisão a partir do conhecimento da média e o desvio padrão, para verificar por exemplo, se peso de saco de cimentos, corpo de prova de concreto analisar resistência a ruptura, entre outros, se estão dentro das especificações (Aluno G_5).

Para o Aluno G_9 , em correlação e regressão, saber analisar o coeficiente de correção, de determinação e estabelecer a relação entre duas variáveis e fazer estimativas, investimento em marketing e vendas. Planejamento dos experimentos e análise d pararesolver problemas de investimentos e propagando é muito importante na construção civil dados de diferentes fontes utiliza técnicas estatística e modelos probabilísticos.

Planejamento dos experimentos e análise de dados de diferentes fontes uti-



liza técnicas estatística e modelos probabilísticos disponíveis com o objetivo de reduzir as incertezas e gerar segurança para as tomadas de decisão. Calcular e interpretar corretamente os diversos testes estatísticos para duas ou mais médias e decidir se rejeita ou não rejeita a hipótese uma hipótese (Aluno G₁₃).

Aluno G₁₄ importante nas indústrias da construção civil, bem como em outras para o controle estatístico de qualidade.

Observou ainda que os alunos reconhecem a importância dos conhecimentos em estatística e probabilidade e sabem resolver problemas de interesse da sociedade impactados por grandes obras, por meio da aplicação do método científico.

Logo, conhecimento em estatística e probabilidade é importante para qualquer engenheiro, pois as estatísticas podem ser uma ajuda poderosa no planejamento de novos produtos e sistemas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É inegável a importância da probabilidade e estatística na formação do engenheiro civil dentre outras razões contribuir com planejamento racional de experimento utilizando métodos estatísticos e probabilísticos.

Aplicação de modelos para fazer estimativas de produtividade, controle estatístico de qualidade, no monitoramento de acidentes de trabalho na indústria da construção civil

Obter êxitos com os conhecimentos de letramento, pensamento e raciocínio estatístico, pensamento aleatório e probabilístico. A importância dessas habilidades são exigidas desde a educação básica. O pensamento aleatório e estatístico fundamenta o engenheiro para desenvolver o seu raciocínio lógico contribuindo para a tomada de decisão e solução de problemas. Essencial no auxílio de outras ciências, sendo utilizada como ferramentas para pesquisa.



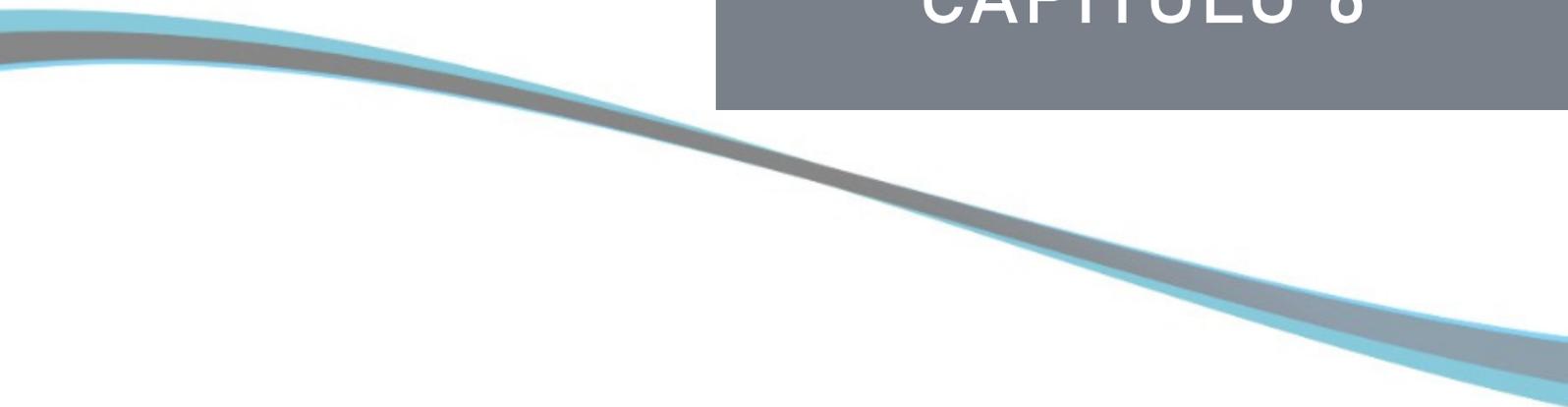
Referências

- ALMEIDA, Sheila Alves de. GIORDAN, Marcelo GIORDAN. **Discursos que circulam na correção de um questionário: sentidos e significados**. Ensaio | Belo Horizonte | v.14 | n. 03 | p. 239-259 | set-dez | 2012
- ANDRADE, Rafael Thé Bonifácio de. **A probabilidade aplicada aos jogos de azar**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB, 2017.
- ANG, H.S.; TANG, W.H **Probabillyt conceptos in engineering**: emphasis on applications in civil e environmental. 2no ed. Hoboken: John Wiley e Sons, 2007.
- BAKHTIN, M. Os gêneros do discurso. In: BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo, Martins Fontes, 2010.
- BAKHTIN, M. **Estatística da criação verbal**. 4. ed. Trad. P. Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- BAKHTIN, Mikhail. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. Tradução por Michel Lahud e Yara Frateschi Vieira. São Paulo: Hucitec. 1995.
- BATANERO, C. Sentido Estadístico: componentes y desarrollo. In: CONTRERAS, J. M.; CAÑADAS, G. R.; GEA, M. M.; ARTEAGA, P. (Eds) **Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria**, 1., 2013, Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada, 2013.
- BATANERO, Carmen. **Didáctica de la estadística**. Universidade de Granada: Espanha., 2001 Disponível em: <<http://www.ugrs.es/~batanero>>. Acesso em: 30 abr. 2020.
- BRIGNOL, S. M. S. **Novas tecnologias de informação e comunicação nas relações de aprendizagem da Estatística no Ensino Médio**. Monografia Especialização em Educação Estatística, Faculdades Jorge Amado, Salvador, 2004
- BOYER, Carl Benjamin. **História da matemática**; tradução: Elza F. Gomide, 1974
- BRANDÃO, R.J.B. **Formação do professor de Matemática no Centro de Estudos Superiores de Bacabal/UEMA para o ensino de estatística**. (Tese de Doutorado). São Paulo, 2012.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. **Parâmetros curriculares nacionais de Língua Portuguesa**. Ensino Fundamental. Brasília, MEC/SEF, 1997.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. **Parâmetros curriculares nacionais de Língua Portuguesa**. Ensino Fundamental. Brasília, MEC/SEF, 1998.
- CENTENO, Diego Rodríguez. Importancia de la estadística en Ingeniería. **Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa**, 2017. ISSN 2007 - 8412
- HACBICH, W. Segurança Da fundações e escavações: In Hachich, W. Faalconi, F.F.; Saes, J. L.; Frota, R. G. Q.; Carvalho, C.S.;Niyama, s. **Fundações**: teoria e prática. 2ed.. São Paulo: Pini, 1998.
- LOPES, C. A. E. Os desafios para Educação Estatística no currículo de Matemática. In: LOPES, C. E.; COUTINHO, C. Q. S.; ALMOULOU, S. A. **Estudos e reflexões em Educação Estatística. Campinas**: Mercado de Letras, 2010
- MEMÓRIA, J. M. P. **Breve história da estatística**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. Disponível em: . Acesso em: 20 abr. 2020.
- MORETTIN, Pedro Alberto. BUSSAB, Wilton O. **Estatística Básica**. 6. ed. - São Paulo: Saraiva, 2010.
- NETO, Geraldo Salgado. SALGADO, Aquiléa. Sir Francis Galton e os extremos superiores da curva normal. **Revista de Ciências Humanas** - Volume 45, Número 1 - p. 223-239 - Florianópolis-Santa Catarina, 2011
- PAES, Mário Paulo Cassiano e. doenças ocupacionais na construção civil. PEINADO, Hugo Sefrian (org.) **Segurança e Saúde do Trabalho na Indústria da Construção Civil**. São Carlos: Editora Scienza, 2019



- PAULILO, M. A S. A pesquisa qualitativa e a história de vida. **Serviço Social em Revista**. Londrina, v.2, n. 2, p. 135-148, jul/dez.1999. <<http://www.ssrevista.uel.br/n1v2.pdf>>. Acesso em 26 de julho de 2016.
- PENEREIRO, J. C. ; FERREIRA, D.H.L. Algumas considerações sobre história e aplicações da estatística por meio da Filatelia. Observatório Municipal de Campinas Jean Nicolini. PUC- Campinas - CEATEC - Faculdade de Matemática. **HOLOS**, Ano 34, Vol. 02, 2018
- RIBEIRO, Emerson da Silva. AGUIAR, Renata Gonçalves. Estatística: de uma simples técnica de contagem nos primórdios das civilizações antigas a um mecanismo imprescindível para a sociedade moderna. **Semana de Exatas**. IV Semana de Física/VII Semana de Matemática. Universidade Federal de Rondônia/UNIR ANAIS, 2007.
- ROSÁRIO, Millor Fernandes do. 120 ANOS DO NASCIMENTO DO CIENTISTA R. A. FISHER (1890-2010). **Rev. Bras. Biom.**, São Paulo, v.27, n.4, p.659-672, 2009.
- SANTOS, M. S. **Inferência Bayesiana na avaliação da Segurança de fundações em estacas de deslocamento**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Departamento de Engenharia de Estrutura e Geotécnica. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo 2008.a
- SANTOS, Adriana Barbosa. Pensamento estatístico: um componente primordial para o sucesso do Programa de Qualidade Seis Sigma. **XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção** - Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de nov de 2004
- SANTOS, Adriana Barbosa. MARTINS, Manoel Fernando. Pensamento estatístico: um componente primordial para o sucesso do Programa de Qualidade Seis Sigma. **XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção** - Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de nov de 2004
- SANTOS, Jorian Pereira dos. **A teoria da Probabilidade e a teoria dos Jogos em uma abordagem no ensino Médio**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal-RN, 2016.
- VIALI. Lori., BERLIKOWSKY, Márcia Elisa. **Cerveja e estatística: vida e obra de um mestre cervejeiro**. IDYA, v. 36, n. 2 - Santa Maria - RS, 2016.
- VITOR, Daniela Presotti. **O Teorema de Monty Hall e o Cálculo da Aproximação de p Como Fator de Estímulo ao Ensino da Probabilidade**. Trabalho de Conclusão de Curso do Mestrado Profissional em Matemática - PROFMAT Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ, 2014.
- WALICHINSKI, Santos Junior e Ishikawa. Educação estatística e parâmetros curriculares nacionais: algumas considerações. **R. B. E. C. T.**, vol 7, núm. 3, set-dez.2014.





CAPÍTULO 6

USO DO WHATSAPP EM ATIVIDADES EDUCATIVAS EXTRACLASSE ON-LINE NO ENSINO DE PROGRAMAÇÃO

USE OF WHATSAPP IN EXTRACLASSE ON-LINE EDUCATIONAL
ACTIVITIES IN PROGRAMMING TEACHING

Ernane Rosa Martins
Luís Manuel Borges Gouveia

Resumo

Este artigo apresenta uma experiência de ensino que envolve a utilização do aplicativo WhatsApp para a realização de atividades extraclasse on-line, na disciplina de Programação Web do curso de Sistemas de Informação (SI). Para tal, foi criado um grupo do WhatsApp no qual os alunos puderam compartilhar os conteúdos e ao final responderam a um questionário eletrônico, obtendo-se 32 respostas. O objetivo foi analisar as possibilidades e potencialidades da utilização de atividades extraclasse com o auxílio do WhatsApp no Ensino de Programação. Verificou-se que as atividades educativas on-line facilitaram a promoção do ensino e da aprendizagem dos conhecimentos.

Palavras chave: Ensino, WhatsApp, Programação.

Abstract

This article presents a teaching experience that involves the use of the WhatsApp application to perform extra class online, in the course of Web Programming of the course of Information Systems (IS). For that, a WhatsApp group was created in which the students could share the contents and at the end they answered an electronic questionnaire, obtaining 32 answers. The objective was to analyze the possibilities and potentialities of the use of extra class activities with the assistance of WhatsApp in Programming Teaching. It was found that online educational activities facilitated the promotion of teaching and learning of knowledge.

Key-words: Teaching, WhatsApp, Programming.

1. INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais e a Internet permitem atualmente aos alunos gerenciar seu aprendizado de forma autônoma, construindo sua aprendizagem através de processos informais e não formais, sem limitações de local e tempo, por meio de dispositivos móveis, aplicativos e redes sociais, extravasando os muros das escolas. Neste contexto caberá as escolas proporcionar aos aprendizes digitais, auxiliá-los a selecionar em meio a imensidão de informações as mais pertinentes, estabelecendo o debate crítico e eficiente destas. Couto (2013, p. 2) afirma que “O professor não é mais aquele que transmite um determinado saber pronto. Ser professor na cultura digital implica coordenar, orientar, incentivar a aprendizagem colaborativa e cada vez mais personalizada”.

As atividades de aprendizagem com dispositivos móveis ficam acessíveis aos alunos vinte e quatro horas por dia, sete dias por semana, permitindo acessos constantes ao aprendizado. Os alunos são beneficiados pela flexibilidade do horário e do local para estudo, além da comodidade de estudar em um dispositivo que os alunos já possuem e aplicativos que já conhecem. Looi et al. (2010) afirmam que os dispositivos pessoais encorajam a integração da educação na escola e fora dela, principalmente por causa da aprendizagem continuada, fornecendo novos espaços de aprendizagem.

Barbero (2014), afirma que no contexto atual a sociedade testemunha a aprendizagem contínua, onde a aprendizagem extravasa os espaços escolares, o tempo de aprender e o livro como única fonte de conhecimento, devido ao acesso aos dispositivos móveis, passou-se a ter aprendizagem em qualquer lugar, a qualquer tempo e com várias fontes de conhecimentos. Santaella (2013, p. 292) aborda a aprendizagem ubíqua, que foi possibilitada pelas tecnologias digitais e de conexão contínua, e que afetam diretamente as formas de ensinar e aprender, pela sua interatividade instantânea.

Conforme Moreira & Simões (2017), diante de um novo modelo de ensino, que prima por práticas pedagógicas que visam mais do que a simples transmissão de conteúdo, é necessário repensar as práticas pedagógicas, sendo indispensável diversificar as maneiras de dar aula, apoiando-as com ferramentas que sejam capazes de gerar competências e habilidades nos estudantes, perante os desafios do presente.

As redes sociais, não são mais simples ambientes de interação social voltados ao lazer e diversão, mas se tornaram ambientes colaborativos, que permitem a construção de conhecimentos na área educacional. O uso destes ambientes, permitem ao professor, estender a interação para fora da sala de aula, estreitar a relação com seus alunos, identificar seus pontos fortes, assim como, suas dificuldades, gerando outras formas de avaliação e inclusão. Assim, a aprendizagem acontece de



forma simples, espontânea e prazerosa, sendo todos os participantes agentes do conhecimento (Ferreira & Magalhães, 2018).

O uso e a promoção do WhatsApp como extensão da sala de aula, pode proporcionar um ambiente de aprendizagem e de colaboração eficiente. Podendo tornar as aulas mais atrativas e prazerosas, aumentando as possibilidades de rendimento e de aprendizado, rompendo a fronteira espacial e temporal da sala de aula (Lopes & Vaz, 2016). Sendo assim, este trabalho propôs investigar as possibilidades e potencialidades da utilização do aplicativo WhatsApp para a realização de atividades extraclases on-line no Ensino de Programação.

Este artigo está estruturado em cinco seções. Nesta presente seção apresenta, além da introdução, a definição da problemática de pesquisa, o objetivo, a justificativa e importância do estudo e a estrutura da presente pesquisa. A seção 2 traz o referencial teórico, com a formação de uma base conceitual e teórica, que fornecem subsídios para o desenvolvimento deste estudo. Na seção 3 são apresentados o método empregado e as técnicas e procedimentos metodológicos utilizados. Na seção 4 estão descritos os resultados obtidos na pesquisa e discussão. Por fim, a seção 5 retoma o objetivo do artigo, como ele foi alcançado e propõe sugestões de pesquisas futuras.

2. REVISÃO TEÓRICA

Nesta seção é contextualizado a educação formal, não-formal e informal, assim como, o uso do WhatsApp na aprendizagem.

Não existe consenso na definição dos conceitos de educação formal, não-formal e informal, Vieira et al. (2005), definem educação formal como a que ocorre nos espaços formais de educação, a educação não formal ocorre em ambientes não formais, mas em situações onde existe a intenção de ensinar e desenvolver aprendizagens e pôr fim a informal é definida como a que ocorre em situações informais como conversa entre amigos. Segundo os mesmos autores, as situações informais são aquelas do cotidiano das pessoas como por exemplo os ambientes familiares, profissionais, de lazer e entretenimento, entre outros. Há autores que consideram a educação formal como sinônimo da educação escolar. Como Garcia (2005), este afirma que a educação escolar é onde o saber é sistematizado, justificando a definição de educação formal. Para o Ministério da Educação (MEC), a educação formal é aquela que ocorre nos sistemas de ensino tradicionais; a não formal corresponde às iniciativas organizadas de aprendizagem que acontecem fora dos sistemas de ensino; enquanto a informal e a incidental são aquelas que ocorrem ao longo da vida.

Segundo Xavier & Fernandes (2008, p. 226), a sala de aula é considerada um ambiente convencional de ensino e os espaços fora da sala de aula são classifica-



dos como espaços não-convencionais de ensino. A sala de aula, como declaram esses autores, é um espaço físico preparado para a relação pedagógica, mas não é o único espaço para ação educativa. Para esses autores: “no espaço não-convencional da aula, a relação de ensino e aprendizagem não precisa necessariamente ser entre professor e aluno(s), mas entre sujeitos que interagem. Assim, a interatividade pode ser também entre sujeito e objetos concretos ou abstratos, com os quais ele lida em seu cotidiano, resultando dessa relação o conhecimento”.

O uso de estratégias pedagógicas em espaços não-formais com o auxílio da tecnologia, podem promover a aquisição de novos conhecimentos. Propondo que o aluno tenha uma postura mais investigativa e com maior autonomia em seus estudos. O papel do professor neste contexto é de instigar os alunos a buscar e refletir sobre novas questões, para poder incrementar as discussões em sala de aula. O professor deve sempre que julgar importante, realizar intervenções de modo a focar os alunos nos fatores específicos e necessários para alcançar os objetivos estabelecidos. Sendo essencial o planejamento preliminar, para otimizar a qualidade das atividades e alcançar seus objetivos.

A maioria dos estudantes tem aparelho celular, por isto estes merecem atenção no âmbito educacional, pela possibilidade de serem aliados do processo de ensino, permitindo a aprendizagem a qualquer hora e em qualquer lugar. A união entre dispositivos móveis e educação, é denominada de Mobile Learning, onde os dispositivos móveis são utilizados dentro e fora de sala de aula para auxiliar o processo de aprendizagem. Esta prática pode ser concretizada por meio do uso do aplicativo WhatsApp Messenger, que é um aplicativo multiplataforma, gratuito, que permite a troca de mensagens pelo celular, criar grupos, enviar mensagens ilimitadas com imagens, vídeos e áudio, compartilhar sua localização e fazer backup do conteúdo postado nos grupos, etc (Oliveira et al., 2014).

O aplicativo WhatsApp pode ser uma ferramenta importante de debates, aulas interativas e de produção intelectual dos estudantes, por proporcionar, comunicação virtual, troca de mensagens e aquisição contínua do conhecimento. Além de possibilitar a ação comunicativa entre professor-aluno e aluno-aluno, o compartilhamento de informações, a formulação de ideias e a resolução de problemas. O aplicativo permite a quebra das barreiras físicas da escola e possibilita novas formas de ensinar e aprender (Moreira & Simões, 2017).

Assim, o WhatsApp aparentemente apresenta potencial para ser utilizado como apoio ao ensino e à aprendizagem por possibilitar a realização de buscas, compartilhamentos e comunicação, podendo gerar a construção de conhecimento em diferentes áreas. Com o uso do WhatsApp, estudantes e professores têm acesso a uma plataforma de comunicação que permite o compartilhamento de materiais didáticos em diferentes formatos, tais como: texto, áudio, vídeo e imagens. Podendo ser consultados, estudados e compartilhados a qualquer momento e em qualquer lugar (Schiehl; Martins & Santos, 2017).



Existem diversos trabalhos sobre a utilização do WhatsApp no ensino, tais como: Rambe & Bere (2013) investigaram o papel do WhatsApp no acesso à informação e na construção de conhecimentos para recursos educacionais gerados de maneira coletiva. Oliveira et al. (2014) relatam a aplicação do WhatsApp como facilitador de comunicação entre estudantes e o tutor de sala. Martins & Gouveia (2018) buscaram compreender as possibilidades e potencialidades da utilização do WhatsApp no Ensino Médio, por meio das percepções dos participantes em relação a: perfil, uso da Internet e WhatsApp, aprendizagem, socialização, informação e desempenho. Paulino et al. (2018) busca compartilhar uma experiência bem-sucedida do uso do aplicativo WhatsApp como recurso para a educação médica, destacando o potencial pedagógico e formativo das redes sociais, ainda não aproveitado plenamente pelas universidades. Diferente destes, este estudo busca explorar as possibilidades e potencialidades da utilização do aplicativo WhatsApp para a realização de atividades extraclasse on-line focando no Ensino de Programação.

3. METODOLOGIA

A pesquisa baseia-se em um estudo de caso de natureza qualitativa e quantitativa, de abordagem exploratória e descritiva, com pesquisa documental e questionários. Segundo Yin (2003), os estudos de caso descrevem um fenômeno ou intervenção no contexto em que ocorre. A revisão bibliográfica permitiu levantar informações sobre o assunto, estabelecendo a direção a ser percorrida e a formulação da questão de pesquisa. Os alunos acessaram os conteúdos em um grupo do WhatsApp, o qual foi utilizado como ferramenta de aprendizado e posteriormente com a aplicação de um questionário eletrônico junto aos discentes, obteve-se 32 respostas dos alunos da disciplina de Programação Web do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação. O formulário utilizado foi criado no Google Docs. Utilizou-se ainda as notas do diário do professor, observação e entrevistas face a face feitas ao término da proposta interventiva.

O grupo criado foi utilizado como: fóruns de discussão, central para tirar dúvidas, no desenvolvimento de textos colaborativos e no compartilhamento de links, vídeos, sites, imagens e áudios, permitindo a realização de atividades extraclasse on-line. A Análise de Conteúdo (AC) foi aplicada aos dados coletados a partir das perguntas. A AC compreendeu as seguintes etapas: organização dos dados, codificação, categorização, inferências e interpretação. Conforme Bardin (2010), a AC tem como princípios a "exaustividade", "representatividade" e "pertinência". Assim, os dados foram tabulados com o software Excel e analisados de acordo com o referencial teórico.



4. RESULTADOS

Nesta seção discorreremos acerca do experimento realizado, sendo que no primeiro contato com os alunos foram expostos os objetivos da pesquisa e a sua pretensão de investigar e constatar se de fato o WhatsApp poderia ser utilizados pedagogicamente como extensão da sala de aula no Ensino de Programação. Em seguida, em um segundo encontro com os alunos ficou estabelecido um conjunto de normas e critérios de uso e participação no grupo, sendo que na ocasião todos se comprometeram a seguir as determinações criadas conjuntamente, pois as tais regras não teriam caráter de imposição, uma vez que os próprios alunos participaram na sua construção. Após a criação e aprovação das regras de participação dos grupos, foram colhidos os números telefônicos dos alunos e do professor, sendo finalmente criado o grupo da disciplina. Entre as funções estabelecidas para o grupo, ficaram definidas:

- Trabalhar os conteúdos abordados em sala de aula;
- Possibilitar a troca de informações, discussões, compartilhamento e produção de textos, vídeos, fotos, links, áudios e demais materiais que possam servir de apoio ao estudo e a construção de conhecimento dos conteúdos trabalhados em sala de aula;
- Espaço para que o professor e os alunos pudessem esclarecer dúvidas;
- Possibilitar aos alunos que possuem maior entendimento dos conteúdos, colaborar na aprendizagem dos demais membros do grupo;
- Espaço para a resolução de atividades, trabalhos e exercícios propostos pelo professor.

O grupo ficou ativo durante todo o semestre, com horário definido para o envio das dúvidas (até as 18:00 horas) e prazo estipulado para o feedback das respostas (até as 18:00 do dia seguinte). Ao final foram discutidos os resultados obtidos, a participação dos alunos e do professor. Verificando-se os limites e as possibilidades do uso da ferramenta como extensão da sala de aula.

A partir da análise das respostas dos alunos foram organizadas três categorias específicas, sendo: a) à estratégia utilizada; b) à eficiência da estratégia e c) à construção do conhecimento adquirido. Em cada uma das categorias separou-se alguns recortes das respostas mais significativas que representavam as opiniões dos discentes.

Nesta categoria observa-se que os sujeitos associaram a estratégia como uma intervenção dinâmica e participativa.



- “Contribui de forma dinâmica ao aprendizado”;
- “Muito interessante pois deixa a aula mais dinâmica”;
- “Contribuiu na integração entre os colegas de classe”;
- “Acesso fácil, facilidade, comunicação, debate e rapidez”;
- “Aumentou a participação dos alunos”.

Pode-se identificar que os discentes associaram a estratégia como uma forma adequada, consistente e significativa para a aprendizagem.

- “Possibilitou adiantar conteúdos e assuntos”;
- “Permitiu revisar os assuntos mais facilmente”;
- “Permitiu o uso de vídeos, áudios e imagens para melhor ilustrar o conteúdo”;
- “Permitiu a socialização”;
- “Permitiu estudar em qualquer lugar e ter o professor sempre por perto”;
- “Proporcionou aprendizagem coletiva, colaborativa e trocas de conhecimento”;
- “Ajudou a tirar dúvidas sem ter que esperar até a próxima aula”;
- “Aumentou a comunicação com o professor”.

Os sujeitos participantes identificaram a estratégia como uma forma de se construir o aprendizado coletivamente.

- “Possibilitou a procura por conhecimentos mais avançados”;
- “Aumentou a interatividade e o compartilhamento de conhecimento”;
- “Aumentou a motivação e a colaboração”;
- “Estimulou o raciocínio coletivo”;
- “Promoveu o debate e a troca de conhecimentos pelo grupo”;
- “Sentimos o professor mais presente e atuante dentro e fora da sala de

aula”;

- “Melhorou a relação do professor com os alunos”;
- “Facilitou os estudos”;
- “Deixou as aulas menos chatas”;
- “Proporcionou mais tempo para estudar”;
- “Ajudou a tirar as dúvidas”;
- “Proporcionou aos alunos estudar mais e ajudar os colegas”;
- “Facilitou entender temas que não entendiam, com as explicações do professor”.

Com a adoção da ferramenta WhatsApp, pôde-se perceber a manutenção da qualidade do processo de aprendizagem, mensurada através dos resultados alcançados por meio do aumento das notas da turma. No ano anterior, a média da disciplina foi de 5,33. Mas com a utilização desta nova proposta pedagógica, a média foi para 8,41. Observou-se também melhora no comportamento dos estudantes e na procura por conhecimentos mais avançados em relação ao conteúdo da disciplina.

Os debates e questionamentos gerados, foram sintetizados, estruturados, agrupados e expostos na Tabela 1.



	Pontos positivos	Pontos negativos	Sugestões
Alunos	<ul style="list-style-type: none"> - Facilitou o estudo de forma geral; - Possibilitou aos alunos ajudarem uns aos outros; - Facilitou o estudo de assuntos com mais dificuldade de aprender somente com a ajuda do professor; - Ajudou a tirar as dúvidas fora da sala de aula; - Melhorou a comunicação entre os alunos e o professor; - Permitiu estudar em qualquer lugar com a ajuda mais presente do professor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Muita conversa desnecessária, mesmo estabelecendo as regras; - Solicitações de respostas imediatas, mesmo com o prazo estabelecido; - Muitas perguntas repetidas, por não conseguirem acompanhar as postagens; - Internet lenta para ver os vídeos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Melhorar o wi-fi da instituição; - Utilizar em outras disciplinas.
Professor	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento significativo das notas; - Aumento da participação dos alunos nas aulas presenciais, principalmente os que antes eram menos participativos; - Possibilitou adiantar alguns conteúdos; - Possibilitou conhecer melhor os alunos; - Possibilitou uma aprendizagem coletiva e colaborativa; - Permitiu que as discussões iniciadas em sala de aula fossem ampliadas para fora dela e até mesmo retomadas na próxima aula. 	<ul style="list-style-type: none"> - Postagem de dúvidas em qualquer horário, mesmo sendo estabelecido uma regra; - Sobrecarga de postagens com dúvidas, direcionadas para o professor responder. 	<p>Solicitar que os melhores alunos auxiliem o professor nas respostas das dúvidas dos alunos.</p>

Tabela 1 – Principais resultados encontrados.

Um ponto a ser destacado foi a enorme quantidade de materiais de estudos em diversos formatos que foram disponibilizados no grupo. Um dos principais recursos utilizados pelos alunos e professor, foram os áudios com explicações ou contribuições sobre o conteúdo. Também foram postados muitos links possibilitando

encontrar facilmente os material sobre os temas abordados. Outro fato importante foi a ocorrência de questionamentos repetidos, alguns alunos não acompanhavam o histórico do grupo e acabavam perguntando a mesma coisa que outros colegas já haviam perguntado.

Este estudo confirmou outros já realizados, que também apontaram o potencial pedagógico do WhatsApp, tais como: Rambe & Bere (2013), interatividade, compartilhamento de conhecimento, motivação, colaboração, sincronicidade e assincronicidade; Park, Cho & Lee (2014), sensação de presença, compartilhamento da emoção; e Padrón (2013), baixo investimento. Diferente dos demais, este estudo identificou outros benefícios pedagógicos, tais como: procura por conhecimentos mais avançados ou de difícil entendimento, estímulo do raciocínio coletivo, melhora na relação do professor com os alunos, mais facilidade e tempo para os estudos, maior facilidade para tirar as dúvidas com o professor e colegas, proporcionou aprendizagem coletiva e colaborativa, e possibilitou a ilustração dos conteúdos por meio de vídeos, áudios e imagens.

As conclusões das discussões direcionaram para a concordância de que o WhatsApp pode ser utilizado efetivamente como extensões da sala de aula, desde que sejam seguidas regras pré-estabelecidas de cunho pedagógico. Assim, baseado na experiência e na revisão da literatura, surgiram algumas sugestões de como melhorar a utilização do WhatsApp no Ensino de Programação, as principais foram: estabelecer a finalidade do uso da ferramenta; definir regras claras de utilização; estipular horário determinado para atendimento aos alunos e registro das interações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho propôs investigar as possibilidades e potencialidades da utilização do aplicativo WhatsApp para a realização de atividades extraclases on-line no Ensino de Programação. Na sociedade atual os novos dispositivos tecnológicos tem papel principal no cotidiano dos indivíduos, sendo necessário repensar as práticas educacionais e as práticas dos professores visto as mudanças proporcionadas pelas mídias digitais, redefinindo papéis e novas formas de pensar. A aprendizagem fora da sala de aula mostra-se complexa, por envolver a vida diária dos alunos. Os professores precisam se preparar para criar e adaptar os conteúdos educacionais para utilização nos dispositivos móveis.

Ao final do semestre os alunos sentiram-se motivados e ativos dentro do processo de aprendizagem, pois possibilitou a escolha dos conteúdos mais pertinentes e quando acessar e disponibilizar os mesmos. Durante o desenvolvimento da atividade foram expostas diversas dificuldades práticas em relação aos assuntos, sendo estas esclarecidas pelo professor, consolidando e lapidando esses conceitos nos alunos de forma iterativa fora e dentro da sala de aula. Alguns alunos conseguiram



vislumbrar, outras vertentes de pesquisas não triviais. Muitos alunos buscaram conteúdos que não foram disponibilizados pelo professor, demonstrando grande flexibilidade e crescimento na autonomia. Os alunos se sentiram à vontade para utilizar o aplicativo com fins pedagógicos, mesmo mediante a supervisão e orientação planejada do professor.

A atividade permitiu amadurecer o desenvolvimento dos alunos dentro do contexto da aprendizagem, interagindo com aspectos múltiplos dentro de um eixo de aprendizagem. Outra constatação relevante foi que a prática autodidata pode ser desenvolvida nos alunos através deste tipo de atividade, ampliando o caráter investigativo nos alunos, assim como, o interesse em procurar ajuda. A principal conclusão que se pode chegar é que, este tipo de atividade, solidifica fortemente o aprendizado e visa garantir um maior aproveitamento dos conceitos. A realização desta pesquisa, levou professores de outras disciplinas a adotarem a criação de grupos com finalidade pedagógica em diferentes turmas, e até mesmo a direção da escola passou a usar grupos para se aproximar dos alunos, expor avisos e se comunicar com os pais dos alunos na tentativa de trazê-los, mesmo que de forma virtual, para mais perto da instituição de ensino.

Os alunos apreciaram o compartilhamento de materiais, mensagens instantâneas, oportunidade de fazer upload de arquivos, as discussões e receber notificações instantâneas. Todos os alunos aprovaram a comunicação e discussão que a ferramenta proporcionou entre os alunos e com o professor, se mostrando favoráveis com a utilização do WhatsApp na educação. A grande maioria dos alunos, afirmaram que a participação no grupo do WhatsApp facilitou a promoção do ensino e da aprendizagem dos conhecimentos. A tecnologia móvel cada vez mais vem se mostrando como uma forte aliada para aqueles com dificuldades devido as grandes distâncias entre suas casas e as escolas. Visto que perante a disponibilidade de um celular com Internet, estes podem acessar os conteúdos específicos das aulas e interagir com o professor e os demais alunos, com enorme eficiência. Para continuidade desta pesquisa serão realizados novos estudos em projetos semelhantes em outras turmas e cursos para comparação e confirmação dos resultados.

Referências

BARBERO, J. M. **A comunicação na educação**. Tradução: Maria Immacolata Vassallo de Lopes e Dafne Melo. São Paulo: Contexto, 2014.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 4. ed. Lisboa: Edições70, 2010.

COUTO, E. S. **Educação 3.0 é a tecnologia que integra pessoas**, 2013. Disponível em: <http://porvir.org/porfazer/educacao-3-0-e-tecnologia-integra-pessoas/20130326>. Acesso em: 12 de Agosto de 2018.

FERREIRA, S. DA S.; MAGALHÃES, R. S. R. Ambientes Virtuais de Aprendizagem Colaborativos: O Uso do Facebook na Aprendizagem. **Anais da Semana de Informática Educacional do IFPI** – Campus Teresina Zona Sul, p. 34-37, 2018.

GARCIA, V. A. Um sobrevôo: o conceito de educação não-formal. In: PARK, M. B & FERNANDES, R. S. **Edu-**



cação Não-Formal – Contextos, percursos e sujeitos. Campinas: Unicamp/CMU, Editora Setembro, 2005.

LOOI, C-K., et al. Leveraging mobile technology for sustainable seamless learning: A research agenda. **British Journal of Educational Technology.** p. 154-169, 2010.

LOPES, C. G.; VAZ, B. B. O Uso Pedagógico dos Grupos do Whatsapp no Ensino de História. In: **V Congresso Internacional de História - Novas Epistemes e Narrativas Contemporâneas**, Jataí, 2016.

MARTINS, E. R.; GOUVEIA, L. M. B. O Uso do WhatsApp como Ferramenta de Apoio a Aprendizagem no Ensino Médio. **RENOTE Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 16, nº 2, p. 1-10, 2018.

MOREIRA, M. L.; SIMÕES, A. S. DE M. O uso do whatsapp como ferramenta pedagógica no ensino de química. **ACTIO**, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 21-43, 2017.

OLIVEIRA, E. et al. Estratégias de uso do Whatsapp como um ambiente virtual de aprendizagem em um curso de formação de professores e tutores. In: **Simpósio Internacional de Educação a Distância - SIED, Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância - EnPED**, São Carlos, p. 1-15, 2014.

PADRÓN, C. J. Estrategias Didácticas basadas en Aplicaciones de Mensajería Instantánea WhatsApp exclusivamente para Móviles: (Mobile Learning) y el uso de la Herramienta para promover el Aprendizaje Colaborativo. **Eduweb**, v. 7, n. 2, p. 123-134, 2013.

PARK, S.; CHO, K.; LEE, B. G. What Makes Smartphone Users Satisfied with the Mobile Instant Messenger?: Social Presence, Flow, and Self-disclosure. **International Journal of Multimedia & Ubiquitous Engineering**, v. 9, n. 11, 2014.

PAULINO, D. B.; MARTINS, C. C. DE A.; RAIMONDI, G. A.; HATTORI, W. T. WhatsApp® como Recurso para a Educação em Saúde: Contextualizando Teoria e Prática em um Novo Cenário de Ensino-Aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 42 (1): 166 – 178, 2018.

RAMBE, P. AND BERE, A. Sing mobile instant messaging to leverage learner participation and transform pedagogy at a South African University of Technology. **British Journal of Educational Technology.** 44, 4, p. 544-561, 2013.

SANTAELLA, L. **Comunicação ubíqua: repercussões na cultura e na educação.** São Paulo: Paulus, 2013.

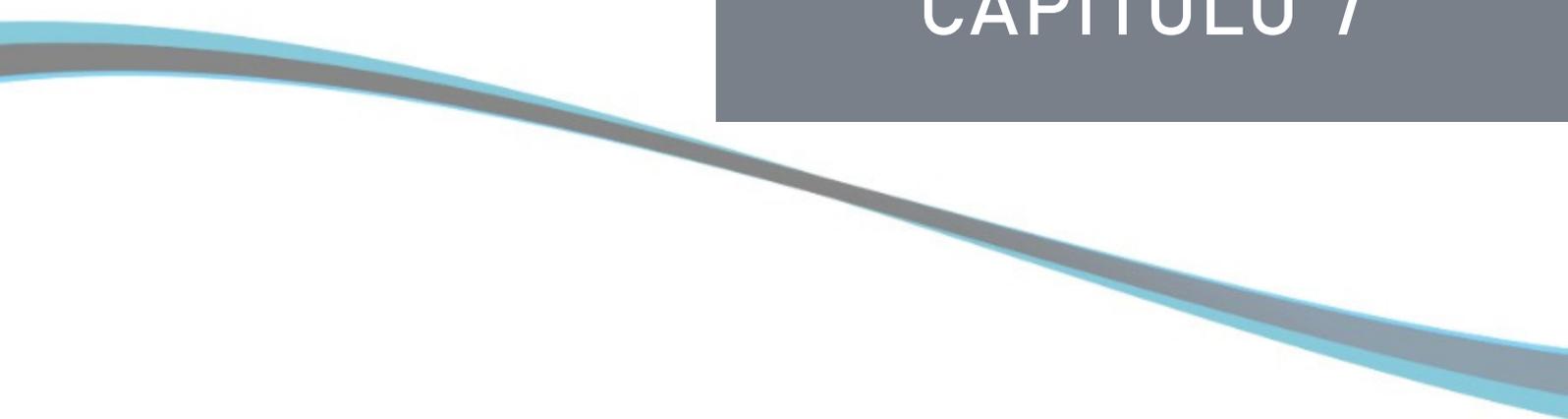
SCHIEHL, E. P.; MARTINS, L. P. R.; SANTOS, L. M. DOS. WhatsApp como uma ferramenta de apoio na construção do conhecimento de sequências numéricas no primeiro ano do Ensino Médio. **Revista Tecnologias na Educação** - Ano 9 - Número/Vol.19, 2017.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M. L.; DIAS, M. Espaços Não-Formais de Ensino e o Currículo de Ciências. **Ciência & Cultura.** v.57, n.4, Out/Dez. p.21-23, 2005.

XAVIER, O. S.; FERNANDES, R. C. A. **A Aula em Espaços Não-Convencionais.** In: VEIGA, I. P. A. Aula: Gênese, Dimensões, Princípios e Práticas. Campinas: Papirus Editora, 2008.

YIN, R.K. **Case Study Research: Design and Methods (3rd Ed.).** Thousand Oaks, CA: Sage, 2003.





CAPÍTULO 7

CARACTERIZANDO A CAMPANHA PRESIDENCIAL BRASILEIRA EM 2018 USANDO DADOS DO TWITTER

CHARACTERIZING THE BRAZILIAN PRESIDENTIAL CAMPAIGN IN 2018
USING TWITTER DATA

Emanuelle Azevedo Martins
Kênia Carolina Gonçalves
Renato Miranda Filho

Resumo

As redes sociais *online* são relevantes até mesmo em processos eleitorais. Neste contexto, este trabalho caracterizou dados coletados do *Twitter* durante as eleições presidenciais brasileiras em 2018. Para tanto, foram analisados os dados ao longo do tempo como o percentual de seguidores, a quantidade de menções aos candidatos oponentes, as palavras mais utilizadas e os *tweets* compartilhados, curtidos e *retweetados*. Foi possível identificar que o candidato que venceu as eleições não era o candidato com o maior número de seguidores, e sim aquele que foi mais citado pelos seus oponentes e nos *trending topics*, que apresentou maior variação em seu número de seguidores e acumulou maior quantidade de curtidas e compartilhamentos em suas publicações.

Palavras chave: *Data Mining*, Análise de Redes Sociais, Eleições Presidenciais Brasileiras.

Abstract

Online social networks are relevant even in elections processes. In this context, this work characterized data collected from Twitter during the Brazilian presidential elections in 2018. For that, the data were analyzed over time as the percentage of followers, the number of mentions to the opposing candidates, the most used words and the tweets shared, liked and retweet. It was possible to identify that the candidate who won the elections was not the candidate with the largest number of followers, but the one that was most cited by his opponents and in the trending topics, which showed a greater variation in his number of followers and accumulated a larger number of likes and sharing of his publications.

Key-words: Data Mining, Social Network Analysis and Brazilian Presidential Elections.



1. INTRODUÇÃO

A Web 2.0 proporcionou um aumento considerável do uso das redes sociais, da troca de mensagens instantâneas entre usuários e do dinamismo nas interações *online*. Em 2018 um estudo mostrou que 66% da população brasileira estava conectada à Internet, ou seja, 139.1 milhões de pessoas, e que 62% dos brasileiros fazem o uso de alguma rede social (MARTINS, 2018). O impacto das mídias sociais é tamanho que as redes sociais são capazes de afetar inclusive o cenário político de um país. Nas eleições presidenciais no Brasil de 2014, candidatos com menor tempo de propaganda eleitoral na televisão passaram a investir na divulgação *online* de suas campanhas¹. Nas eleições presidenciais dos Estados Unidos de 2016, a rede social *Facebook* teve papel fundamental na campanha do presidente Donald Trump, impactando diretamente no seu crescimento de popularidade (CELLAN-JONES, 2016). Governos também passaram a utilizar redes sociais para postar comunicados oficiais de forma mais acessível e informal. Neste cenário, uma destas redes sociais com grande relevância é o *Twitter*, amplamente utilizado por políticos.

No Brasil, as eleições presidenciais ocorrem a cada quatro anos, têm voto secreto e podem acontecer em 1 ou 2 turnos. O voto é obrigatório aos cidadãos brasileiros com idade entre 18 e 70 anos e facultativo para jovens com idade entre 16 e 17 anos, para pessoas com mais de 70 anos e para analfabetos. Um candidato é eleito no primeiro turno obtendo maioria absoluta dos votos válidos. Caso contrário, para eleições presidenciais, os dois candidatos mais bem votados pela população disputam o segundo turno. É eleito o candidato com mais de 50% + 1 dos votos válidos². A eleição de 2018 apresentou 13 candidatos à presidência do Brasil, maior número em 29 anos³. Esta foi uma eleição marcada pelo uso das redes sociais, da Internet e de *fake news* como propulsoras das candidaturas por grande parte dos candidatos.

Alguns trabalhos e pesquisas vêm tentando caracterizar o uso e as informações nas redes sociais no cenário político. Em (ATTUX, 2017; MIRANDA FILHO et al., 2014), os autores tentam prever o resultado das eleições. Já em (Camargo et al., 2016), os dados do Tribunal Superior Eleitoral (TSE) foram utilizados para determinar padrões de candidatos a vereadores. Em (JUNIOR et al., 2016), foram analisadas as reações dos usuários ao lerem publicações relacionadas à política em seus perfis nas redes sociais *Twitter* e *Facebook*. Em (VEGAS et al., 2016), dados do *Twitter* foram utilizados para caracterizar os perfis de usuários de cada candidato à presidência e os impactos presenciados na rede social durante toda a campanha.

1 The Economist. Winning hearts and likes. 2014. Disponível em: <https://goo.gl/raoqkp> . Acesso em: 30 de Janeiro 2019.

2 Tribunal Superior Eleitoral. Como são contabilizados os votos nas eleições brasileiras. 2014. Disponível em: <https://goo.gl/2Rrw3s> . Acesso em: 05 de Janeiro 2019.

3 Poder 360. Eleições terão 13 candidatos ao planalto, maior número desde 1989. 2018. Disponível em: <https://goo.gl/FSL1qv> . Acesso em: 25 de Fevereiro 2019.



Neste trabalho, o principal objetivo é caracterizar as eleições presidenciais brasileiras de 2018 no *Twitter*. Com essa caracterização identificamos os termos mais publicados pelos candidatos, a relação entre o volume de seguidores e suas publicações, além de verificar se os candidatos citam com frequência os oponentes. Também avaliamos qual candidato esteve em maior evidência na rede social e se acontecimentos *online* se relacionam com fatos fora das redes sociais.

Os resultados indicam que o candidato que venceu as eleições foi aquele mais citado nos *trending topics* ao longo da campanha eleitoral, o mais citado por seus oponentes e que apresentou maior variação nos seus números de seguidores no *Twitter*. Observamos também que alguns candidatos repetem com maior frequência em suas publicações os próprios *slogans* e outros possuem também publicações voltadas para o engajamento de seus seguidores. Além disso, foi possível relacionar algumas movimentações no número de seguidores com acontecimentos externos como debates e o atentado ao candidato Jair Bolsonaro (G1, 2018).

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta os trabalhos que serviram de base para este artigo. A Seção 3 descreve a metodologia empregada. A Seção 4 mostra os resultados obtidos e a Seção 5 apresenta as conclusões e propostas de continuidade deste trabalho.

2. TRABALHOS RELACIONADOS

Diversos trabalhos de pesquisa avaliam e caracterizam como as pessoas utilizam as redes sociais (RECUERO; ZAGO, 2016; ATTUX, 2017; CAMARGO et al., 2016; JUNIOR et al. 2016; VEGAS et al. 2016; LI et al. 2018). No contexto social de eleições presidenciais, o *Twitter* já foi avaliado e caracterizado algumas vezes. Alguns trabalhos mostram o impacto que notícias políticas ou sobre candidatos podem causar aos usuários. As mídias sociais são as principais escolhas para a divulgação dessas notícias políticas em campanhas, devido à grande quantidade de pessoas que terão acesso a essas informações e a rapidez de disseminação do conteúdo. O *Twitter* é uma destas redes sociais com relevância na Internet.

O trabalho (FOURNEY et al., 2017) retrata notícias falsas vinculadas à campanha eleitoral presidencial de 2016 nos Estados Unidos nos meses anteriores às eleições. Foram feitas análises sobre o tipo de notícias em relação ao tempo de circulação e sobre os padrões de voto dos usuários de sites de notícias falsas. Os autores também mostram as limitações do trabalho por avaliarem apenas dois navegadores e a dificuldade encontrada em definir e verificar notícias falsas. Ao contrário desse trabalho, o presente artigo busca caracterizar as eleições presidenciais no ano de 2018 utilizando dados da rede social *Twitter* no aspecto das características dos candidatos à presidência.

Em (JUNIOR et al., 2016), os autores fazem o uso das redes sociais *Twitter* e



Facebook para analisar a reação dos usuários ao lerem publicações sobre política em seus perfis, sejam elas com ideologias contrárias, ofensas a um candidato ao qual o usuário prefere ou até sarcasmo e humor. Para a análise foram extraídos dados do *Twitter* através de *hashtags*, também aplicado um questionário para os usuários do *Facebook* e entrevista presencial com algumas pessoas que responderam o questionário. Com os dados obtidos foram apresentados os perfis mais relevantes e sua distribuição de acordo com sexo, idade e formação. O resultado da pesquisa foi que os usuários das redes sociais pesquisadas são interessados em política e se preocupam com a fonte das informações lidas. Neste trabalho, apenas os conteúdos *online* são avaliados e de forma temporal sem focar nos seguidores dos candidatos.

Com o intuito de prever o resultado das eleições presidenciais brasileiras de 2014, os autores em (ATTUX, 2017) caracterizaram informações da rede social *Twitter*. Para isso, foram coletados *tweets* de termos relacionados aos quatro principais candidatos à presidência no período da campanha eleitoral. Os dados traduzidos foram enviados para o algoritmo que classifica os *tweets* em positivos, negativos ou neutros. O trabalho obteve alguns resultados bem próximos aos da realidade, porém há uma grande quantidade de pessoas que não possuem acesso à Internet, que influi diretamente no resultado obtido. Como trabalhos futuros o autor propõe o acompanhamento dos dados em tempo real e pelo período anterior e posterior as campanhas, realização da predição para outros cargos políticos e desenvolvimento de um algoritmo classificador próprio para a língua portuguesa. Nesse trabalho, diferentemente de (ATTUX, 2017), não houve a intenção de prever o resultado da campanha. O objetivo foi avaliar os conteúdos em português, os números de seguidores, curtidas e compartilhamentos, além de analisar o conteúdo dos *tweets* dos candidatos. E como os autores sugeriram, foi feita uma análise temporal do conteúdo, antes, durante e após a campanha eleitoral.

Os autores em (VEGAS et al., 2016) fazem o uso de dados do *Twitter* para reconhecer os perfis de usuários que acompanham os candidatos à presidência. Além disso, faz estudo da relação entre os políticos e seus seguidores com a análise de *tweets*, *retweets*, publicações favoritas, principais termos de seus *tweets*, além de obter dados como sexo e localização geográfica. Os autores obtiveram resultados relevantes mostrando que eventos de campanha impactam diretamente no volume de curtidas dos *tweets*. Além disso, o trabalho apresenta os principais termos usados pelos candidatos e mostra os perfis de apoiadores classificados por gênero e localização, por exemplo. Uma sugestão do autor é estudar *tweets* do público em geral e não só dos candidatos e a realização de análise de sentimentos. Esse artigo foi a referência principal utilizada nesse trabalho, porém no contexto das eleições presidenciais no Brasil de 2018.



3. METODOLOGIA

Com o crescente uso das mídias sociais surgiram novas formas de se obter informações a partir dos dados gerados pelos usuários. Na rede social *Twitter*, por exemplo, os usuários postam conteúdo em forma de *tweets*, com limite de 280 caracteres e neles podem conter dados como localização, identificação do usuário, *hashtags*, imagens, vídeos ou gifs. Outro tipo de publicação presente no *Twitter* é o *retweet*, que é o compartilhamento de um *tweet* publicado por outro usuário da rede social ou pelo próprio usuário que o está compartilhando⁴. O *Twitter* também apresenta os *trending topics* que são os assuntos mais comentados na rede social, ou seja, os tópicos com maior discussão naquele momento. Para definição desses termos o *Twitter* utiliza algoritmos para identificação de tópicos populares, podendo ser ou não personalizados de acordo com a localização e preferências dos usuários⁵.

Para análise da campanha presidencial do Brasil no ano de 2018 as seguintes etapas foram seguidas: (1) Coleta dos Dados (subseção 3.1) e (2) Extração de Informações (subseção 3.2). A seguir, apresenta-se a especificação de cada etapa desenvolvida.

3.1 Coleta dos Dados

A base utilizada para realização do trabalho foi coletada no *Twitter* diariamente após às 20 horas e entre os dias 28 de Agosto e 12 de Novembro de 2018, totalizando 12.095 *tweets* e 3.367 termos dos *trending topics*.

Foram coletados dados das contas oficiais de todos os 13 candidatos à presidência da república, definidos no dia 15 de Agosto de 2018 (D'AGOSTINO, 2018), prazo final para registro das candidaturas junto à Justiça Eleitoral⁶. Nesse primeiro momento os seguintes nomes estavam definidos como candidatos: Álvaro Dias, Cabo Daciolo, Ciro Gomes, José Maria Eymael, Luiz Inácio Lula da Silva, Geraldo Alckmin, Guilherme Boulos, Henrique Meirelles, Jair Bolsonaro, João Amoêdo, João Goulart Filho, Marina Silva e Vera Lúcia. Porém, no dia 11 de Setembro de 2018 o candidato Fernando Haddad foi anunciado no lugar de Luiz Inácio Lula da Silva (KANIAK et al., 2018). Por esse motivo, somente a partir do dia 12 de Setembro começou-se a coleta dos dados de Fernando Haddad, e devido a relevância de Lula na campanha eleitoral de 2018 a coleta de seus dados foi mantida até o final.

4 Twitter. Sobre diferentes tipos de tweets. 2016. Disponível em: <https://goo.gl/ttRDwi> . Acesso em: 23 de Janeiro 2019.

5 Twitter. Perguntas frequentes sobre assuntos do momento no Twitter. 2006. Disponível em: <https://goo.gl/WbTsdT> . Acesso em: 23 de Janeiro 2019.

6 Tribunal Superior Eleitoral. Confira as principais datas do calendário eleitoral das eleições gerais de 2018. 2017. Disponível em: <https://goo.gl/SWmfn6> . Acesso em: 30 de Janeiro 2019.



Foram desenvolvidos três *crawlers*, utilizando a API Tweepy⁷. O primeiro *script* coletor buscou pelos termos dos *trending topics* no Brasil. Essa coleta retorna os *trending topics* do momento. Abaixo seguem exemplos de termos coletados dos *Trending Topics* relacionados às eleições:

- MULHERESCOMBOLSONARO
- MARINA E ALCKMIN

No segundo *script* coletor foram obtidas informações sobre os usuários candidatos à presidência. Foram coletadas a quantidade de usuários que seguem o candidato, quantidade de pessoas que o candidato segue, quantidade de *tweets* publicados e a descrição de cada um. A descrição é coletada da seção "Bio" do *Twitter* e é um texto com até 160 caracteres. Abaixo segue um exemplo de uma instância coletada por este *script*:

- 31|8|20|16|19|4691|224|1313116|CAPITAO DO EXERCITO BRASILEIRO, DEPUTADO FEDERAL ELEITO PELO RJ E CANDIDATO A PRESIDENCIA DA REPUBLICA COM O NUMERO 17.

O último *script* realizou a coleta dos dados de cada *tweet* do dia, a partir do último identificador coletado no dia anterior. Foram coletados os *tweets* por candidato com as seguintes informações: seu id numérico, o número de *retweets* e curtidas de cada um, data e hora da publicação e o texto do *tweet*. Caso o *tweet* seja um vídeo ou uma imagem, o texto conterá o *link* do *tweet* e se for um *retweet* começará com RT e o nome do usuário do *tweet* original. Ao final da coleta foi contabilizado 12.095 *tweets*. Abaixo segue um exemplo deste tipo de coleta:

- 1038112690143731712|07|09|17|12|07|11034|67542|AGRADECO DO FUNDO DO MEU CORACAO A DEUS, MINHA ESPOSA E FILHOS, QUE ESTAO AO MEU LADO, AOS MEDICOS QUE CUIDAM DE MIM E QUE SAO ESSENCIAIS PARA QUE EU PUDESSE CONTINUAR COM VOCES AQUI NA TERRA, E A TODOS PELO APOIO E ORACOES!

Após os *crawlers*, os dados textuais passam por um pré-processamento. Nesta etapa foram retirados as acentuações, caracteres especiais, termos *stop-words*, quebras de linha e todo o texto foi passado para maiúsculo.

⁷ Tweepy. An easy-to-use Python library for accessing the Twitter API. Disponível em: <http://www.tweepy.org> .



3.2 Extração da Informação

A primeira análise dos dados coletados foi nos termos mais frequentemente usados pelos candidatos. Para esta representação, foi utilizada a técnica de nuvens de palavras. Uma nuvem de palavras é uma representação visual de palavras que ganharam importância (frequência) dentro de um conjunto de palavras (BUCHDID AND BARANAUSKAS, 2012). Para tanto foi utilizada a linguagem *Python* com a biblioteca *WordCloud*.

Em seguida, foram extraídas informações quantitativas dos dados coletados como: total de *tweets* por candidato, total de *tweets* que o candidato compartilhou de outra pessoa, total de curtidas e *retweets* recebidos nos *tweets* de cada candidato e número de seguidores dos candidatos. Já para calcular o percentual de incremento do número de seguidores de cada candidato ao longo do tempo seguiu-se a Equação (1).

$$E_i = \frac{\text{count}_i - \text{count}_{i-1}}{\text{count}_{i-1}} \times 100(\%) \quad (1)$$

Na Equação 1 representa a quantidade de seguidores do dia e descreve a quantidade de seguidores do dia anterior. Esse cálculo foi realizado com dados de seguidores em todo o período da coleta.

Para apresentar o relacionamento existente entre os candidatos foi utilizado o grafo de relacionamentos. Em um grafo de relacionamentos existe uma estrutura de vértices e arestas, e caso haja o relacionamento entre os vértices do grafo haverá uma aresta ligando os dois vértices com um valor numérico que representa o peso desse relacionamento. Para isso, cada vértice representa um candidato e para calcular o peso das arestas foi contabilizado o número de vezes em que um candidato citou em seus *tweets* o nome de outro candidato. Assim, para calcular a frequência das arestas foi pesquisado dentro da base de dados de *tweets* de cada candidato os seguintes termos para os candidatos: ALVARO, DACIOLO, CIRO, EYMAEL, ALCKMIN, BOULOS, HADDAD, BOLSONARO, AMOEDO, GOULART, LULA, MARINA, MEIRELLES E VERA LUCIA. A pesquisa retornou a quantidade de vezes em que aparece na base de dados especificada o nome do candidato oponente e também o seu próprio nome. Com esses valores, um grafo foi criado para cada candidato a fim de facilitar a visualização.

4. RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados obtidos através da caracterização da base de dados coletada no contexto das eleições presidenciais no Brasil no ano de 2018⁸.

4.1 Palavras mais Utilizadas pelos Candidatos

A Figura 1 apresenta as nuvens de palavras dos candidatos durante todo o período de coleta. Pode-se destacar a frequência em que os candidatos publicam seus próprios nomes ou seus números para votação. Como exemplo, nas Figuras 1(b) e 1(f), os termos `CIROPRESIDENTE` e `MEIRELLES15`, respectivamente, se repetem muitas vezes nas publicações.

Também percebe-se que expressões comumente utilizadas pelos candidatos em seus pronunciamentos aparecem em destaque nas imagens. Exemplificando, na Figura 1(a) `DEUS`, `ABENÇOE` e `GLORIA`. Na Figura 1(c) `LULA`, na Figura 1(c) `HADDAD_FERNANDO` e na Figura 1(f) `CHAMAOMEIRELLES`.

Nota-se a interação dos candidatos com público divulgando debates e entrevistas como na Figura 1(b) mostra `CIRONAGLOBO`. Também percebe-se conversas com o público e *lives*, como nas Figuras 1(d) `LIVE` e 1(b) `PERGUNTEACIRO12`.

⁸ Foram apresentados os resultados considerados mais relevantes para o estudo em questão. A análise completa está disponível na pasta compartilhada: https://drive.google.com/drive/folders/1iD-dWgP_Nwh31F2CNxBQahyK6P_zlk6S2?usp=sharing.



A maior quantidade de *tweets* compartilhados de outros usuários é realizada por Lula. Porém, o candidato com maior número de compartilhamentos quando comparado ao total de *tweets* é Geraldo Alckmin, com 33,74% de *retweets*. Pode-se perceber também que o candidato José Maria Eymael não *retweetou* nenhuma publicação de outro usuário do *Twitter*.

A Figura 3(a) mostra a soma da quantidade de curtidas de cada *tweet*. Na figura, os candidatos com maiores valores de curtidas são Jair Bolsonaro, Fernando Haddad e Lula, respectivamente. Os candidatos com menores valores de curtidas são José Maria Eymael, Vera Lúcia e João Goulart.

A Figura 3(b) apresenta o total de *retweets* que cada *tweet* obteve. O maior valor de *retweets* percebe-se nas publicações do candidato Jair Bolsonaro, seguido de Fernando Haddad e Lula. Os menores valores de *tweets retweetados* são de José Maria Eymael, Cabo Daciolo e João Goulart.

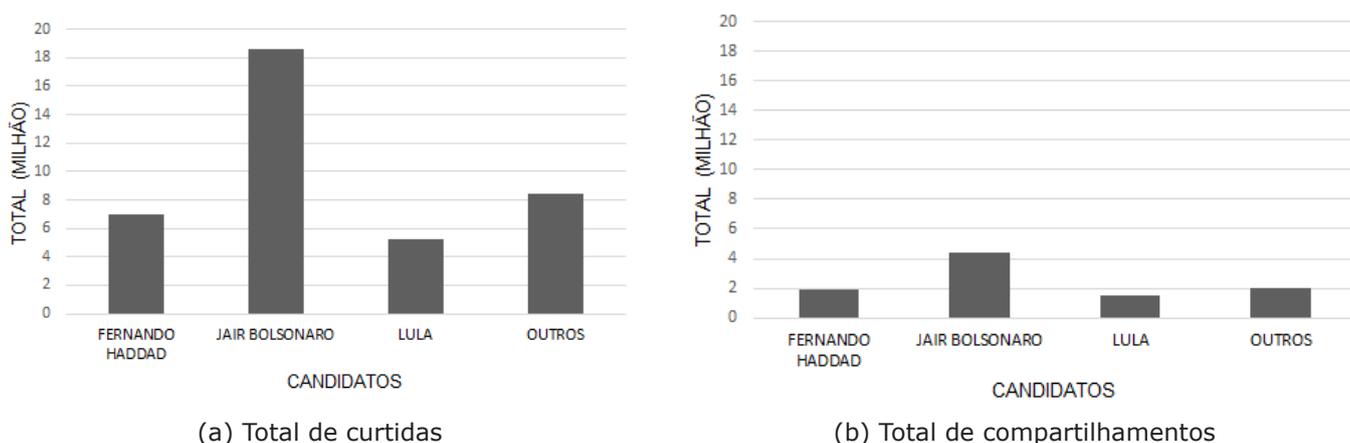


Figura 3: *Tweets* dos candidatos

Relacionando-se as Figuras 2, 3(a) e 3(b) pode-se notar que o candidato com menor número de *tweets* também foi o candidato com menor número de curtidas e menor número de *retweets* em suas postagens. Ou seja, candidatos com baixa frequência de postagem obtêm menor engajamento dentro da rede social, visto os números de curtidas e *retweets* de suas publicações. Os candidatos com maiores valores de curtidas também obtiveram maiores valores de *retweets*.

4.3 Seguidores dos Candidatos

A Figura 4 mostra a média de seguidores de cada candidato sumarizado de todo o período de coleta. O candidato com maior média de seguidores é a Marina Silva, porém possui o desvio padrão pequeno representando que a dispersão dos números de seus seguidores é pequena. No *Twitter* a Marina Silva é a candidata com o maior número de seguidores logo no início da campanha e este número tem baixa variação ao longo do tempo. O candidato Jair Bolsonaro apresenta o maior desvio padrão indicando a alta dispersão de número de seguidores durante o perí-

odo de campanha.

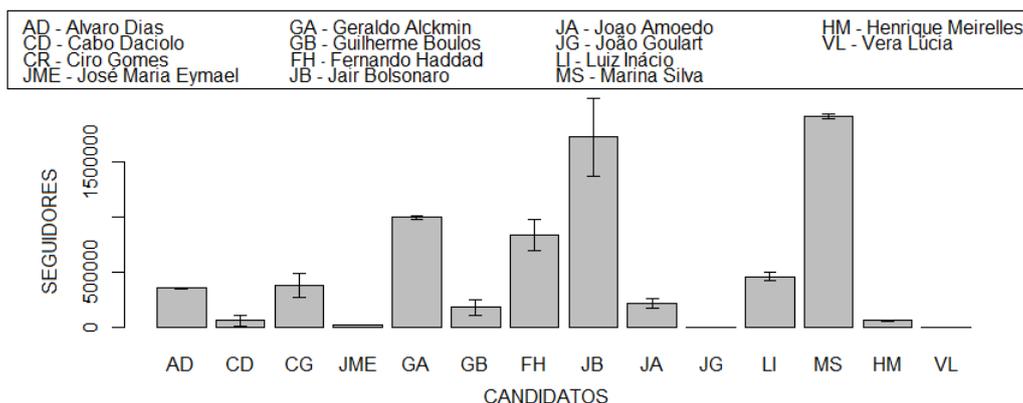


Figura 4: Média e desvio padrão de seguidores dos candidatos

Para analisar a alteração de seguidores ao longo da campanha eleitoral, é apresentado na Figura 5 o percentual de incremento do número de seguidores de cada candidato ao longo do tempo até o final da coleta. Pode-se verificar que o candidato que obteve o maior percentual de incremento foi Cabo Daciolo (Figura 5(b)) passando de 28.697 para 42.888 seguidores, especificamente no dia 30 de Setembro de 2018 que ocorreu o debate presidenciável da emissora Record de televisão. Temos em seguida o candidato João Goulart (Figura 5(c)) passando de 207 para 309 seguidores no dia 30 de Agosto de 2018, dia anterior ao início da propaganda eleitoral gratuita no rádio e na televisão. Também foi João Goulart que obteve mais variações de seguidores ao longo da campanha eleitoral.

O candidato que obteve maior decremento foi Álvaro Dias com perda de seguidores (Figura 5(a)) passando de 366.113 para 350.218 seguidores no dia 09 de Novembro de 2018, cuja a data não foi encontrada nenhum evento específico eleitoral na rede de televisão já que o período de campanha eleitoral havia se encerrado.

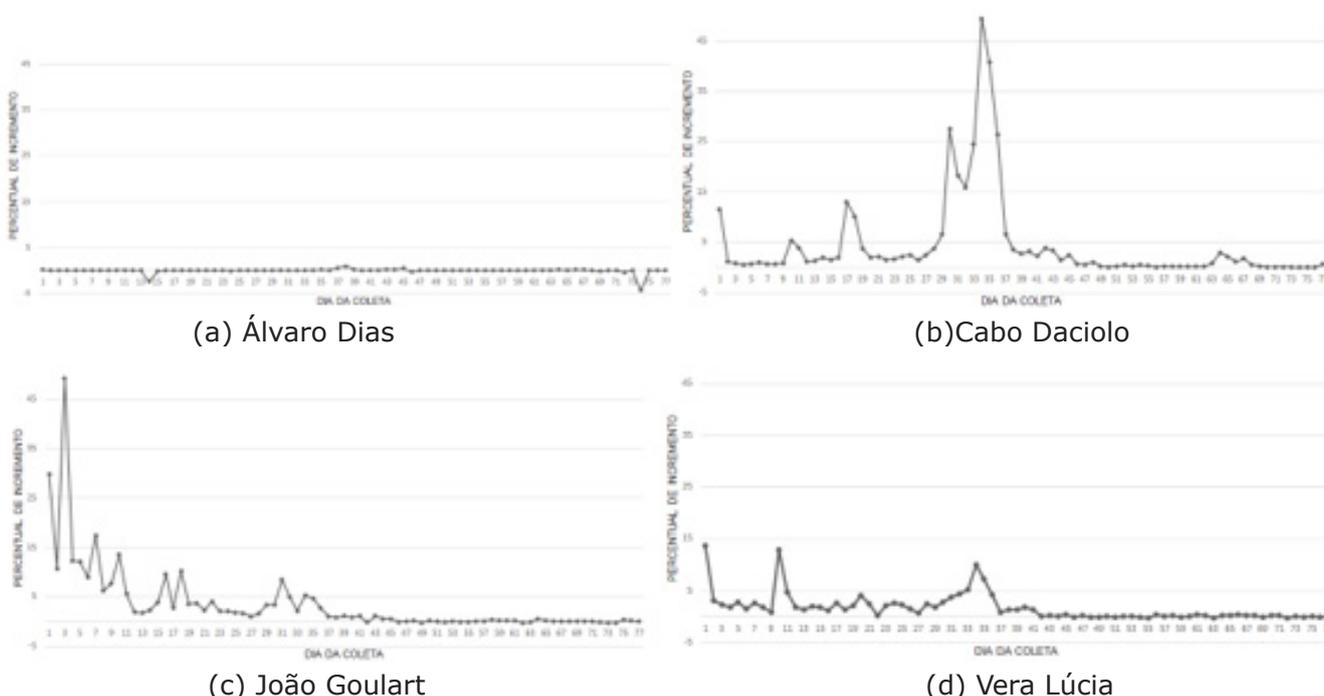


Figura 5: Percentual da variação de seguidores dos candidatos – 1º Turno

A Figura 6 apresenta o percentual de incremento de seguidores dos candidatos calculada também conforme a Equação (1). Foram para o segundo turno os candidatos Jair Bolsonaro e Fernando Haddad. Na figura pode-se perceber que ocorrem dois eventos em que a quantidade de seguidores dos dois candidatos aumentam significativamente: no dia da votação do 1º Turno, 08 de Outubro de 2018, e no dia da votação do 2º Turno, 28 de Outubro de 2018, das eleições presidenciais. Nesta escala de percentual é possível observar também o aumento de seguidores que o candidato Jair Bolsonaro obteve no dia que ocorreu o atentado contra o candidato, 06 de Setembro de 2018, noticiado em todos os canais brasileiros de comunicação (G1, 2018). Jair Bolsonaro no dia que venceu as eleições apresentou maior número de seguidores que seu oponente.

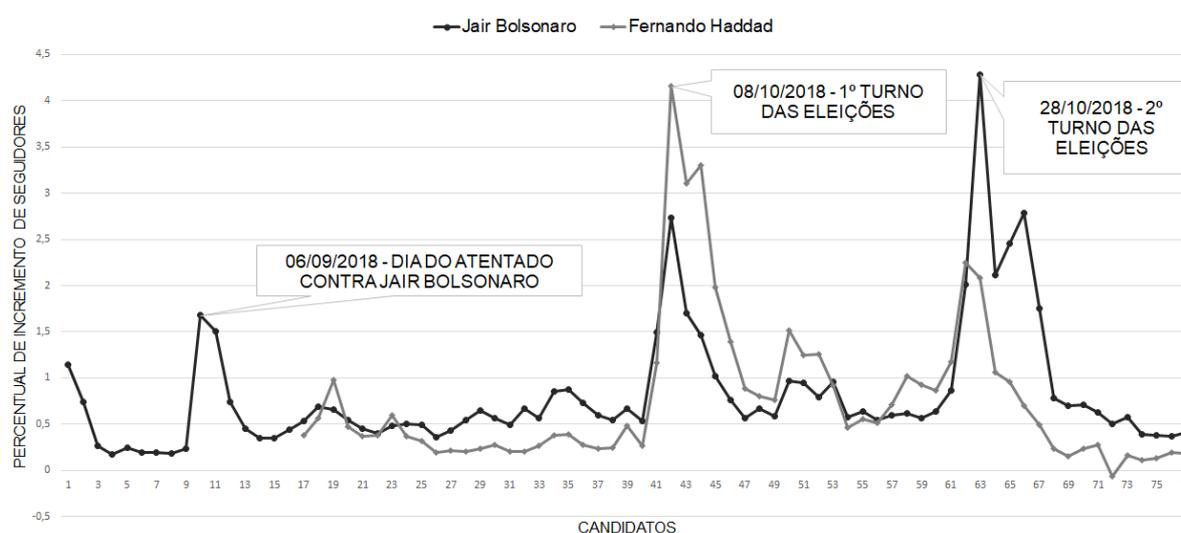


Figura 6: Percentual da variação de seguidores dos candidatos – 2º Turno

4.4 Citações aos Oponentes

Com o objetivo de avaliar qual a frequência um candidato fala do seu oponente, foi feito um grafo das menções. Esta relação entre os candidatos foi calculada conforme frequência em que um nome de adversário foi mencionado por cada candidato. São apresentados na Figura 7 os resultados obtidos para alguns candidatos.

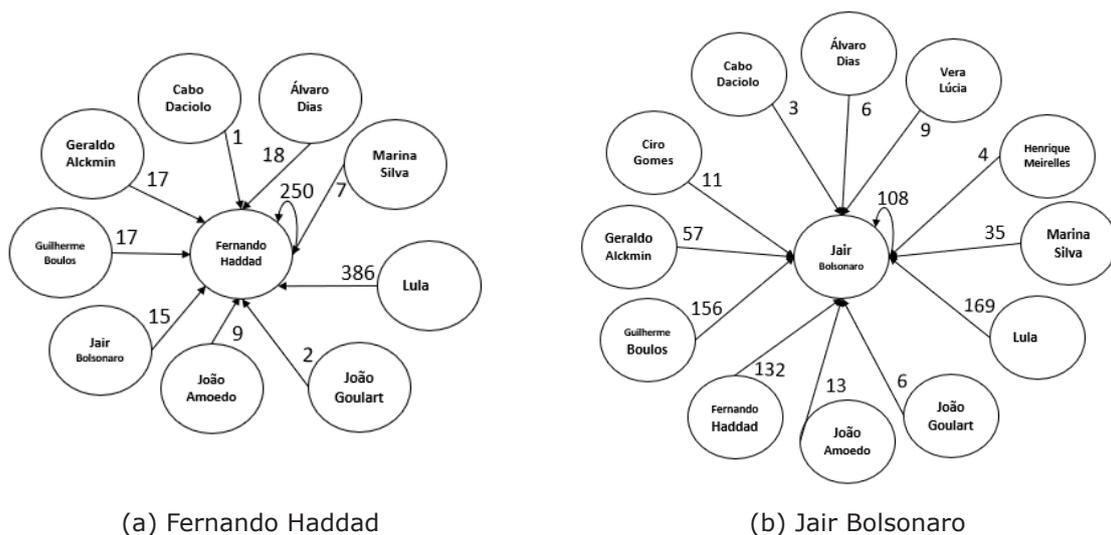


Figura 7: Grafo das menções dos candidatos a seus oponentes

Cada nó representa um candidato e cada aresta indica a ocorrência de menções ao oponente e a quantidade de vezes ocorridas. O candidato que mais se refere a si mesmo é Henrique Meirelles, 726 vezes. O candidato que menos se refere a si é Vera Lúcia com apenas uma menção a si mesma. Os candidatos José Maria Eymael, João Goulart e Vera Lúcia não foram mencionados por outros candidatos. Jair Bolsonaro é o candidato mais mencionado pelos outros candidatos, ou seja, com maior número de nós ligados a ele em um total de 12 candidatos. Ou seja, o candidato que venceu as eleições foi o mais citado pelos seus oponentes com 601 menções, seguido de Fernando Haddad com 472 menções.

4.5 Termos nos *Trending Topics* Referentes aos Candidatos

Para visualizar a ocorrência de termos relacionados aos candidatos, foi analisado todos os termos dos *Trending Topics* e categorizados por candidato, apresentado na Figura 8. A Tabela 1 apresenta exemplos de termos dos *Trending Topics* e os respectivos candidatos aos quais foram categorizados.

<i>Trending Topic</i>	Candidato Referenciado
#17NOSEGUNDOTURNO	Jair Bolsonaro
#CIRAONAGLOBONEWS	Ciro Gomes
#HADDADE13	Fernando Haddad

Tabela 1: Exemplo de termos dos *trending topics* e suas categorias

O candidato com maior número de menções relacionadas nos *Trending Topics* é Jair Bolsonaro, seguido de Fernando Haddad e Ciro Gomes. Os candidatos João Goulart, Cabo Daciolo e Henrique Meirelles não tiveram termos relacionados a eles nos *trending topics*. A maior quantidade de vezes que o candidato Jair Bolsonaro foi mencionado nos *trending topics* foi no dia anterior ao 2º Turno das eleições

presidenciais. Também relaciona-se que os 3 candidatos mais referenciados nos *trending topics* foram os 3 candidatos mais bem votados no 1º turno das eleições.

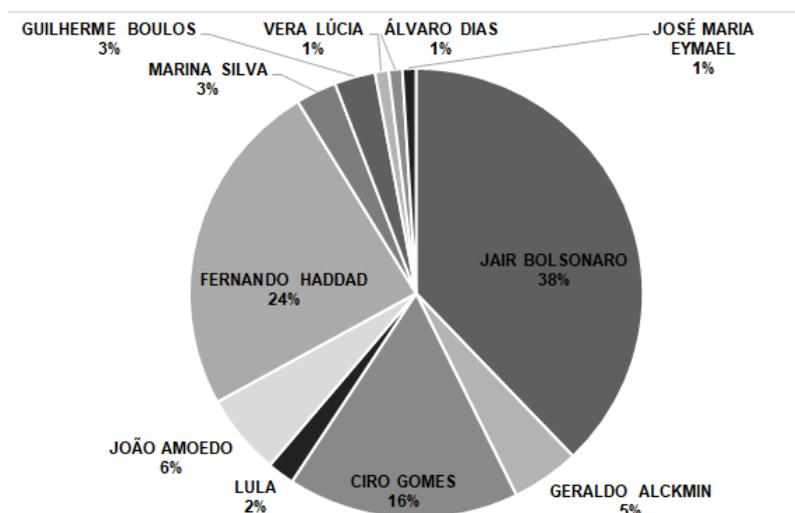


Figura 8: Termos dos *trending topics* referentes aos candidatos à presidência

5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Nesse artigo foi apresentada uma caracterização das campanhas eleitorais dos candidatos a presidência do Brasil em 2018, na rede social *online Twitter*, além de incluir um processo de análise de dados que pode ser reproduzido futuramente. Nessa análise foi possível verificar que o candidato vencedor do pleito, Jair Bolsonaro, embora não seja o candidato com maior número de publicações, foi o candidato mais citado pelos opositores, o que mais apareceu referenciado nos *trending topics* e o candidato com maior total de curtidas e compartilhamentos em suas publicações.

Também pode-se destacar os candidatos Vera Lúcia, José Maria Eymael e João Goulart, que ficaram com as últimas posições nas eleições, não se sobressaíram na rede social *Twitter*. Foi possível identificar coincidências temporais de acontecimentos noticiados durante as campanhas, exemplificados pelo atentado contra o candidato Jair Bolsonaro e pelos debates presidenciais, que ocasionaram movimentações na rede social.

Como trabalhos futuros pretende-se analisar outras redes sociais nas campanhas eleitorais, comparando o engajamento de usuários e candidatos entre diferentes plataformas.

Referências

- ATTUX, R. C. **Predição Dos Resultados Das Eleições 2014 Para Presidente Do Brasil Usando Dados Do Twitter**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de Informação), 2017.
- BUCHDID, S. B. AND BARANAUSKAS, M. C. C. **IHC Em Contexto: O Que As Palavras Relevam Sobre Ela**. In Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, pages 199–208. Brazilian Computer Society, 2012.
- CAMARGO, A., SILVA, R., AMARAL, É., HEINEN, M., AND PEREIRA, F. Mineração De Dados Eleitorais: Descoberta De Padrões De Candidatos A Vereador Na Região Da Campanha Do Rio Grande Do Sul. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, 8(1):64–73, 2016.
- CELLAN-JONES, R. **Como O Facebook Pode Ter Ajudado Trump A Ganhar A Eleição**. BBC, 2016. Disponível em: <https://goo.gl/HWaVsv>. Acesso em: 30 de Janeiro 2019.
- D'AGOSTINO, R. **13 Presidenciais Registram Candidaturas No TSE**. G1, 2018. Disponível em: <https://goo.gl/aL5uuZ>. Acesso em: 15 de Agosto 2018.
- FOURNEY, A., RACZ, M. Z., RANADE, G., MOBIUS, M., AND HORVITZ, E. **Geographic And Temporal Trends In Fake News Consumption During The 2016 Us Presidential Election**. In Proceedings of the 2017 ACM on Conference on Information and Knowledge Management, pages 2071–2074. ACM, 2017.
- G1. **Jair Bolsonaro Leva Facada Durante Ato De Campanha Em Juiz De Fora**. 2018. Disponível em: <https://goo.gl/uCVZpq>. Acesso em 05 de Janeiro de 2019.
- JUNIOR, F. M. M., RODRIGUES, P. C. D., AND TAVARES, W. M. **Comportamentos (Extremos) Dos Usuários De Redes Sociais Relativos Ao Tema Política**. Múltiplos Olhares em Ciência da Informação-ISSN 2237-6658, 5(2), 2016.
- KANIAK, T., PARIS, L., GIMENES, E., AND ROSANNE, D. **PT Anuncia Candidatura De Fernando Haddad À Presidência No Lugar De Lula**. G1, 2018. Disponível em: <https://goo.gl/2UJDFG>. Acesso em: 11 de Setembro 2018.
- LI, H., DOMBROWSKI, L., AND BRADY, E. **Working Toward Empowering A Community: How Immigrant Focused Nonprofit Organizations Use Twitter During Political Conflicts**. In Proceedings of the 2018 ACM Conference on Supporting Groupwork, pages 335–346. ACM, 2018.
- MARTINS, T. **Dados Da Internet No Brasil Em 2018**. Marketing Sem Gravata, 2018. Disponível em: <https://goo.gl/rER3RH>. Acesso em: 08 de Agosto 2018.
- MIRANDA FILHO, R., ALMEIDA, J. M., AND PAPPA, G. L. **Pesquisa Eleitoral Em Redes Sociais: Inclusão Da Análise De Novas Dimensões**. In Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining (BraS-NAM), 2014.
- RECUERO, R. AND ZAGO, G. **Em Busca Das “Redes Que Importam”: Redes Sociais E Capital Social No Twitter**. LÍBERO. ISSN impresso: 1517-3283/ISSN online: 2525-3166, (24):81–94, 2016.
- VEGAS, I., TIAN, T., AND XIONG, W. **Characterizing The 2016 Us Presidential Campaign Using Twitter Data**. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 7(10), 2016.

**A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA
PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DA
ELETRICIDADE PROVINDA DAS
HIDRELÉTRICAS**

THE ENERGY EFFICIENCY OF SOLAR PHOTOVOLTAIC ENERGY TO
REDUCE ELECTRICITY CONSUMPTION FROM HYDROELECTRIC PLANTS

**Thamara Pereira Verde
Madson Cruz Machado**

Resumo

Os raios solares são uma excelente fonte geradora de energia que é essencial para a vida dos seres humanos e do planeta. Essa radiação produz eletricidade renovável, e por meio das células fotoelétricas, reduz os impactos causados ao ambiente. A tendência de que o consumo de energia aumente gradativamente, fará com que os recursos utilizados para a geração de energia não sejam mais suficientes para atender à demanda populacional gerando uma crise energética com a escassez de recursos hídricos e fósseis. Nesse contexto, esse artigo aborda a eficiência da geração de energia elétrica utilizando fotocélulas, e como o consumo de energia produzida por hidrelétricas pode ser reduzido através da implantação de painéis solares nas residências e em áreas remotas das zonas rurais, e visando os benefícios econômicos gerados por essa fonte de energia ao longo dos anos

Palavras chave: Energias Renováveis, Energia Solar Fotovoltaica, Eficiência Energética.

Abstract

The sun's rays are an excellent source of energy that is essential for the lives of humans and the planet. This radiation produces renewable electricity, and through photoelectric cells, it reduces the impacts caused to the environment. The tendency for energy consumption to increase gradually, will make the resources used to generate energy no longer sufficient to meet population demand, generating an energy crisis with the scarcity of water and fossil resources. In this context, this article addresses the efficiency of electric power generation using photocells, and how the consumption of energy produced by hydroelectric plants can be reduced through the implementation of solar panels in homes and in remote areas of rural areas, and aiming at the economic benefits generated by that energy source over the years.

Key-words: Renewable Energies, Photovoltaic Solar Energy, Energy Efficiency.



1. INTRODUÇÃO

A implantação de métodos, nos quais, a geração de energia elétrica tem um grande destaque, pode causar impactos ao meio ambiente, tanto negativo quanto positivo, também no viés econômico e social. Tanta proporção tem gerado debates na sociedade política e científica, devido ao elevado consumo de energia elétrica nos grandes centros urbanos com o aumento populacional, e também ao difícil acesso a esta mesma energia, pela população rural, aonde a energia elétrica não chega aos lugares mais remotos.

A tendência é que o consumo de energia aumente gradativamente, ao longo dos anos e isto fará com que os recursos utilizados para a geração de energia, não sejam mais suficientes para atender à demanda populacional. Tal consumo acabará gerando uma crise energética com a escassez de recursos hídricos e fósseis, fazendo com que a necessidade de inserção de novas fontes energéticas atualmente, preferencialmente as renováveis, seja essencial para evitar esse problema no futuro.

Este artigo apresenta um breve estudo sobre a inserção e os benefícios de fontes transformadoras de energia solar em energia elétrica, nas residências e a relevância desse assunto no que diz respeito ao investimento financeiro que se pode ter ao longo prazo. Também neste artigo, argumenta-se que nem sempre é a melhor decisão a aquisição desse tipo de energia em algumas regiões do Brasil, onde na maioria das vezes, o tempo é nublado, e não permitindo a passagem de raios solares através das nuvens carregadas de chuva.

2. ESTADO DA ARTE

A produção de energia hidrelétrica no Brasil é da ordem de 63%, e com isso gera cerca de 70% do total de energia consumida no país. Ela provém da transformação da energia mecânica por intermédio da força da água que passa por grandes turbinas, em energia elétrica que é consumida por diversos setores da sociedade (IEA, 2012). Apesar dos problemas econômicos, ambientais e dos incentivos para o crescimento de outras fontes geradoras de energia, estima-se que nos próximos anos pelo menos 50% da energia consumida continuará sendo de origem hídrica (DEA, 2012). Já o potencial hidrelétrico do Brasil de aproximadamente 260 gigawatts (GW), onde parte está situada na Bacia do Rio Amazonas (40,5%). Além desta, pode-se ainda destacar outras, tais como: Bacia do Rio Paraná (23%), Bacia do Rio Tocantins (10,6%) e Bacia do Rio São Francisco. (ANEEL, 2002).

Com base nos estudos feitos por Almeida (2018, p. 19), a energia Solar provém dos raios solares, que é principal fornecedor de energia para a formação da



vida no planeta, e sua interação com os organismos, também originaram as fontes de energia não renováveis. Ela pode ser adquirida em forma de calor ou eletricidade por meio de ondas eletromagnéticas, grande parte dessa radiação encontra-se no estado visível, sendo a parte mais importante para a geração de eletricidade e térmica localiza-se entre a ultravioleta e a radiação infravermelha. Quando as ondas de radiação eletromagnética entram em contato com um material de origem semicondutor ocorrem tensões e correntes elétricas, causando o efeito fotovoltaico. A média da irradiação no Planeta é de 1.367 W/m^2 e não é uniforme.

Assim, o efeito fotovoltaico é o resultado da conversão direta de energia luminosa (fótons) em eletricidade, basicamente captura fótons de luz e liberam elétrons. O sistema fotovoltaico pode ser instalado em pontos alternados, não emite poluente na sua produção elétrica, não interfere no ambiente, portanto suas usinas não necessitam de licenças ambientais (SÁ, 2016, p. 25). Quantifica-se a radiação solar em W/m^2 (watt por metro quadrado) e utiliza-se a unidade em intervalo de tempo Wh/m^2 (dia, mês ou ano), em locais com maior insolação ou radiação direta melhor para produção de energia solar (ALMEIDA, 2018, p. 19).

O material mais utilizado para a fabricação de dos painéis fotovoltaicos são constituídos por células, são provenientes de quartzo, um mineral que o Brasil produz em grande escala, mas seu beneficiamento em silício é realizado no exterior. As células são de silício mono ou policristalino, onde respectivamente a primeira possui uma eficiência e ônus monetário maior, por ser produzido a partir de um quartzo transparente uniforme e único, do que a segunda, por ser produzidas por meio uma mistura de cristais de silício. Em resumo, quanto maior a pureza do silício na fabricação dos painéis, mais eficiente transformação dos raios solares em energia elétrica. Um ponto relevante para o Brasil investir nesta fonte de energia, é que a maior armazenagem natural com qualidade mundial, pertence ao território brasileiro, outro ponto é que este quartzo, além de parte exportada, está sendo direcionado para a metalurgia (ALMEIDA, 2018, p. 24).

“[...] A energia fotovoltaica é uma resultante da conversão da luz solar em corrente elétrica, por meio de módulos ou placas construídos com fotocélulas produzidas a partir de um material semicondutor, como silício cristalino, silício amorfo hidrogenado, arsenieto de gálio, telureto de cádmio células CIGS (Cobre-Índio-Gálio-Selênio), utilizados nesse processo.” (CABRAL & VIEIRA, 2012, p.5)

O sistema fotovoltaico divide-se em duas classes: sistema isolado que não é ligado à rede de distribuição elétrica pública, com usos de baterias para coletar a energia gerada pelos raios solares nos horários com maior incidência, disponibilizando-a para os horários com menos produção de energia, sendo, portanto, composta por: painel fotovoltaico, controlador de carga, banco de baterias e inversor. E os sistemas ligados à rede pública, onde outros consumidores podem utilizá-la, descarta-se, portanto o uso de baterias, pois a energia produzida é lançada na rede de distribuição, essa prática é muito utilizada em países como EUA e Japão, pois suas metas baseiam-se em diminuir o GEE. É importante destacar que esta



segunda classe é subdividida em duas partes, em uma a produção de eletricidade provém de uma central de geração e na outra parte a produção ocorre em instalações do próprio consumidor. (SÁ, 2016, p. 26).

O Brasil ocupa o terceiro lugar no mundo em produção de energia renovável, onde até 2017 o 65% do total de fontes de energia era proveniente das hidrelétricas, ocupando assim o segundo lugar em produção de energia hidráulica no mundo, sendo sua taxa de para uso desse tipo de eletricidade chega a ultrapassar os 60% (LUZ, 2018, p. 02). Fontes distintas de energia utilizadas no Brasil podem ser: térmica (derivados de fósfil, biomassa e a nuclear), eólica e solar (BARROCO, 2017, p. 17). Diante disso, foi possível elaborar, com base nos dados disponibilizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a seguinte figura:

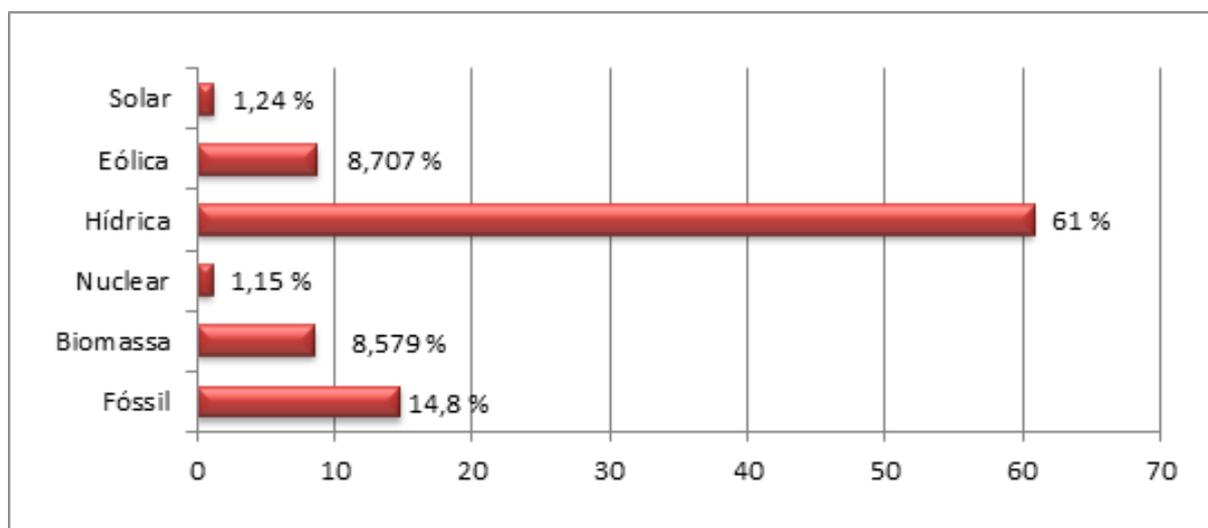


Figura 1 – Porcentagem das principais matrizes energéticas do no Brasil
Fonte: ANEEL, 2019 (Adaptado)

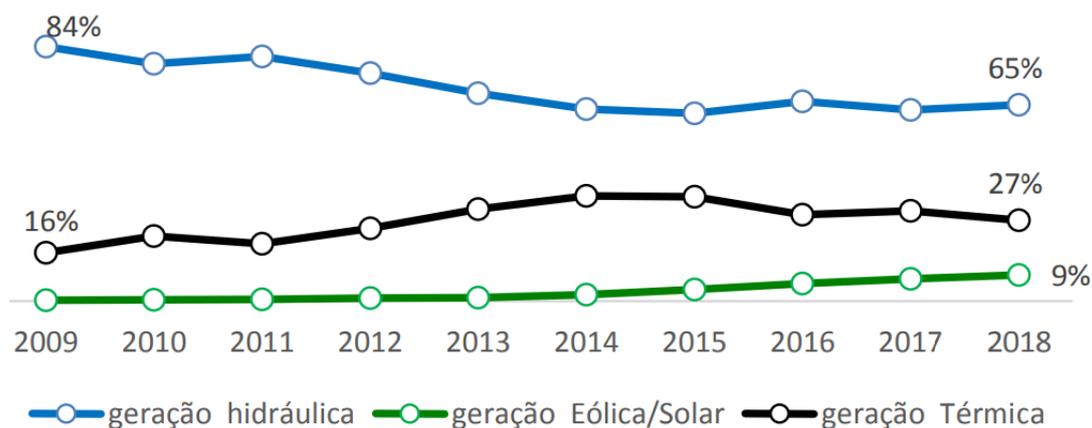


Figura 2: Participação das fontes na geração
Fonte: ANEEL, 2019

As fontes de energias não renováveis, ou energia alternativa segundo Santos (2008), não deriva apenas de uma fonte que possui eficiência energética, ele é sinônimo de uma energia limpa, e que não polui o meio ambiente. Já as fontes de energias não renováveis são denominadas desta forma, devido sua baixa eficiência na geração de energia e um alto impacto ambiental como emissão de poluentes na

atmosfera, contribuindo para a formação de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) e, em menor escala, monóxido de carbono (CO) entre outros (VIANA, 2015, p. 147).

3. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA SOLAR

No Brasil as grandes usinas hidrelétricas são as principais responsáveis pela geração de eletricidade e os planos de expansão continuam privilegiando a construção de grandes usinas, como as que estão sendo construídas na Amazônia (ANEEL, 2002). Já a energia solar, tem uma pequena participação na matriz energética mundial, mesmo assim entre os anos de 1996 e 2006, a utilização dessa fonte de energia cresceu mais de 2000%. Pode-se dizer que apenas 0,1% da energia consumida no mundo é energia solar (AICE, 2012).

Visando isso, o Plano Nacional de Energia 2030 (DEA, 2012), afirma que se considerar a energia solar que chega à Terra nas formas térmica e luminosa seria suficiente para atender milhares de vezes o consumo anual de energia no mundo. O potencial solar presente no território nacional, no ano 2000 foi publicado o Atlas Solarimétrico do Brasil, que apresenta uma estimativa da radiação solar incidente nas diversas regiões do país.

Já a previsão feita pelo Plano Nacional de Energia 2030 (DEA, 2012), mostra que se considerar a energia solar que chega à Terra nas formas térmica e luminosa seria suficiente para atender milhares de vezes o consumo anual de energia no mundo. O Brasil é privilegiado em termos de radiação solar e assim como ocorre com os ventos, o país registra uma variação de radiação entre 8 e 22 megajoules por metro quadrado durante o dia e menores variações nos meses de maio a julho com cerca de 8 a 18 megajoules por metro quadrado. A região nordeste do Brasil possui índices de radiação semelhante às melhores regiões do mundo que são: a cidade de Dongola no deserto do Sudão e a região de Dagget, no deserto de Mojave, na Califórnia (ANEEL, 2002).

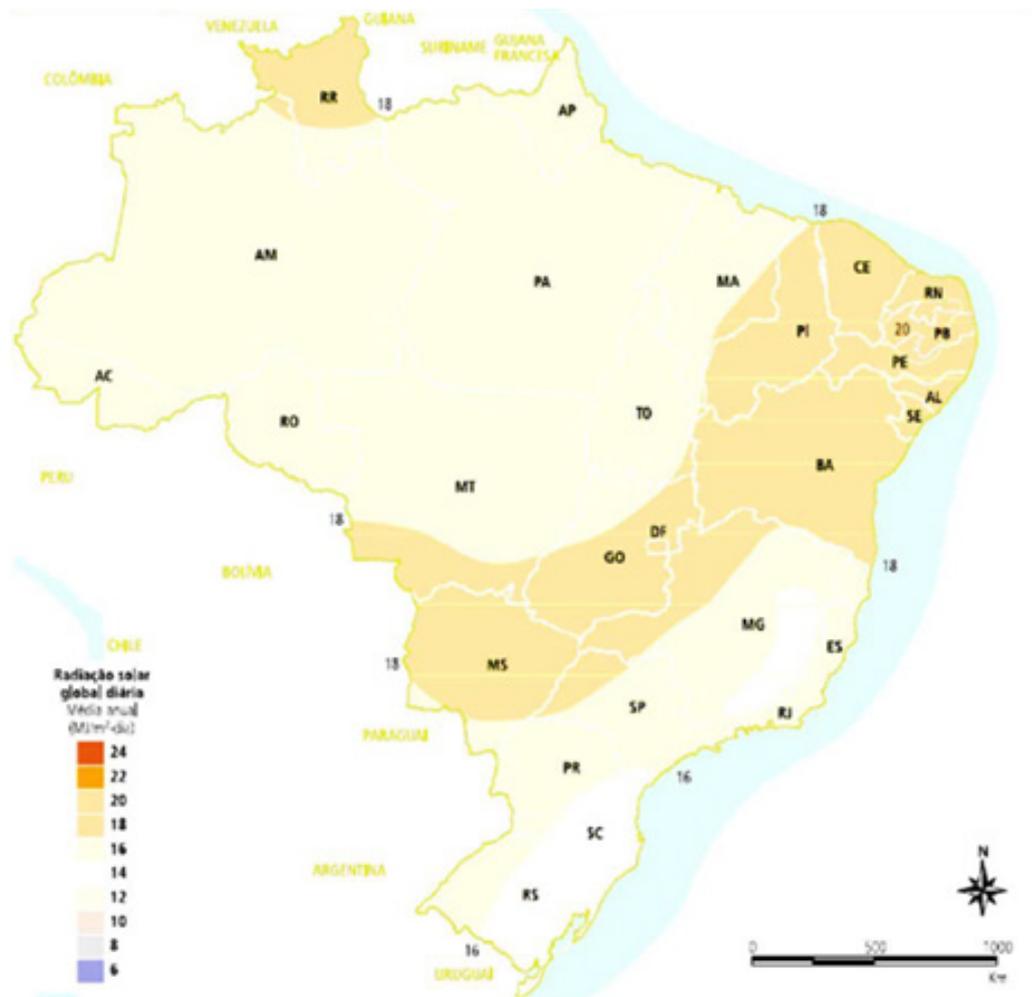


Figura 3 - Radiação Global Diária – Média Anual – Brasil (MJ/m².dia)
 Fonte: Atlas Solarimétrico do Brasil (2000)

A implantação de hidrelétricas pode gerar impactos ambientais na hidrologia, clima, erosão e assoreamento, sismologia, flora, fauna e alteração da paisagem. Na hidrologia impacta com a alteração do fluxo de corrente, alteração de vazão, alargamento do leito, aumento da profundidade, elevação do nível do lençol freático e geração de pântanos. Impacta no clima alterando temperatura. Impacta através da erosão das margens dos rios, com perda do solo e árvores, assoreamento provocando a diminuição da vida útil do reservatório. Nos impactos sísmicos, pode causar pequenos tremores de terra. Na flora provoca perda da biodiversidade. Na fauna, provoca perda da biodiversidade, implicam em resgate e realocação de animais, devido a destruição do seu habitat natural, e provoca também a migração de peixes (QUEIROZ et al, 2013).

O sistema fotovoltaico não emite poluentes durante sua operação e é muito promissor como uma alternativa energética sustentável, entretanto gera impactos ambientais a serem considerados. O impacto ambiental mais significativo do sistema fotovoltaico para geração de energia solar é provocado durante a fabricação de seus materiais e construção, e também relacionado a questões de área de implantação. A construção de uma usina solar é considerada fácil, pois seus componentes são modulares, apenas deve ser instalada em regiões de maior potencial, possibilitando ainda certa facilidade na ampliação da capacidade instalada (AICE, 2012).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora a implantação de painéis solares em uma residência gere custos altos de aquisição para o consumidor como se observa na tabela abaixo, os benefícios socioambientais e econômicos gerados por essa fonte de energia, como o alcance de áreas remotas, e a não emissão de gases de efeito estufa entre outros, compensam o seu custo, visando à economia obtida na tarifa de energia elétrica e ao acesso dessa energia para todos na sociedade.

Energia	Custo do Projeto	Impacto Ambiental	Complexidade de Construção	Complexidade de Projeto	Custo de Insumos	Tempo de Execução
Hidro	Médio	Médio	Alto	Alto	Inexistente	Alto
Solar	Alto	Baixo	Baixo	Inexistente	Inexistente	Baixo

Tabela 1 – Estudo comparativo entre as gerações de energia (Adaptado)
Fonte: Os autores

A produção de energia solar fotovoltaica cresceu 316,1%, de 2017 a 2018 (ver Tabela 1). Nesse mesmo período, de acordo com a Tabela 2, a capacidade instalada proveniente de fonte solar cresceu 92,2%.

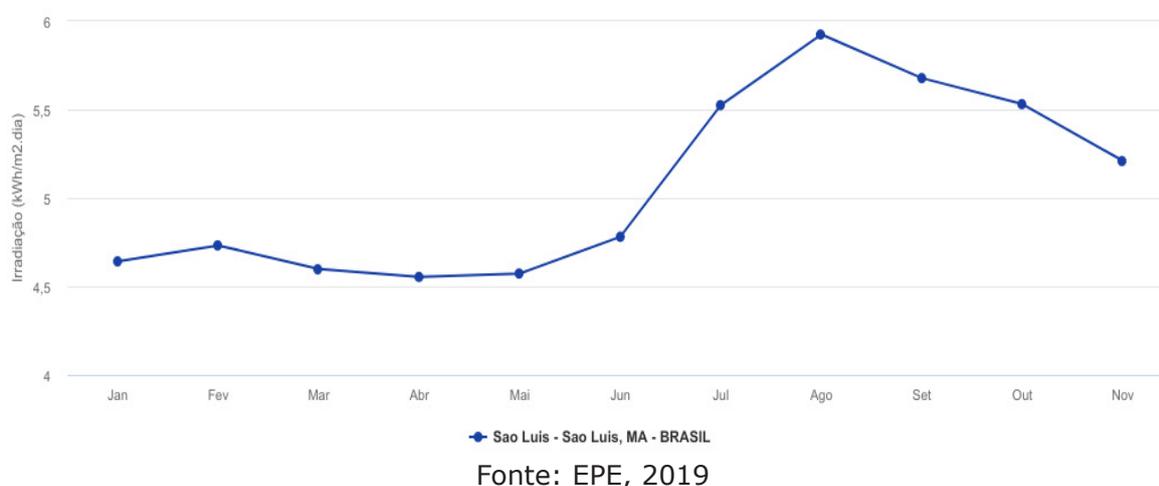
Fonte	2017	2018	Δ 18/17
Hidrelétrica	370.906	388.971	4,9%
Gás Natural	65.593	54.622	-16,7%
Biomassa ²	51.023	52.267	2,4%
Derivados do Petróleo ³	12.458	9.293	-25,4%
Nuclear	15.739	15.674	-0,4%
Carvão Vapor	16.257	14.204	-12,6%
Eólica	42.373	48.475	14,4%
Solar Fotovoltaica	832	3.461	316,1%
Outras ⁴	14.146	14.429	2,0%
Geração Total	589.327	601.396	2,0%

Tabela 2: Geração elétrica em GWh
Fonte: EPE, 2019

Fonte	2017	2018	Δ 18/17
Hidrelétrica	100.275	104.139	3,9%
Térmica ²	41.628	40.523	-2,7%
Nuclear	1.990	1.990	0,0%
Eólica	12.283	14.390	17,2%
Solar	935	1.798	92,2%
Capacidade disponível	157.112	162.840	3,6%

Tabela 2: Capacidade instalada em MW
Fonte: EPE, 2019

Em virtude do tamanho continental do território brasileiro cada região apresenta sua particularidade em relação ao nível de irradiação solar. Na Figura 2, tem-se esse índice na cidade de São Luís – MA ao longo do ano de 2019.



5. CONCLUSÃO

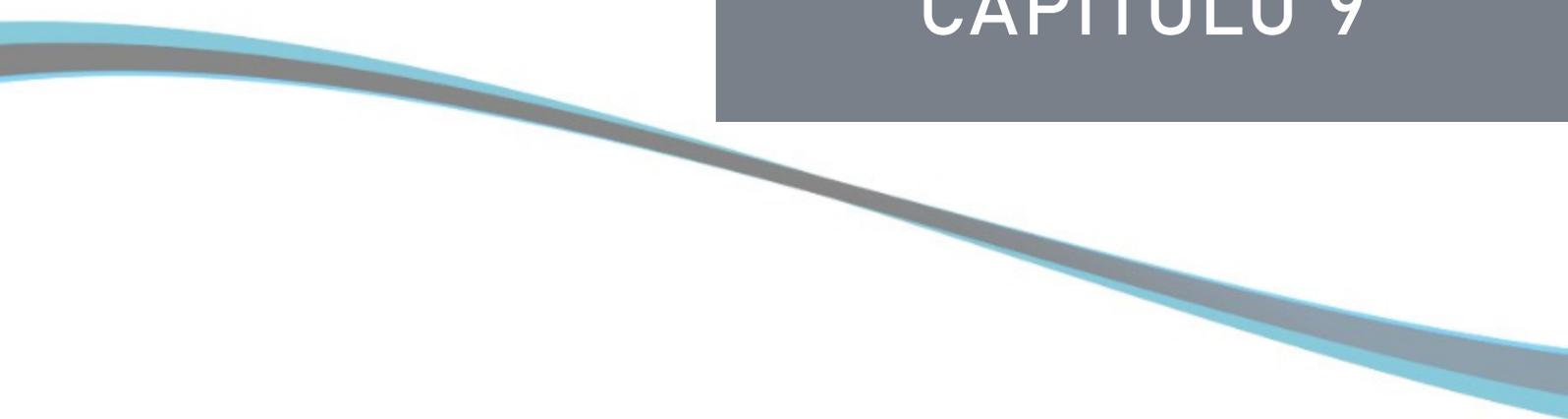
Apesar da água ser um recurso natural de vasta abundância na Terra, com aproximadamente dois terços da superfície do planeta, a geração de energia elétrica produzida nas hidrelétricas tem diminuído. Isso ocorre porque a maior parte do volume de água se concentra nos oceanos e devido os movimentos das marés não serem utilizados em algum tipo de produção de energia. A cada século que passa, o planeta tende a ser mais quente; regiões mudam de clima; a água fica mais escassa e a radiação solar fica mais intensa, fazendo com que sejam desenvolvidos estudos de como a vida humana poderá se adaptar esse tipo de mudança climática.

Com isso, na abordagem deste estudo conclui-se que a utilização de fontes renováveis fotovoltaicas, além das hidrelétricas, deve ser inserida nas matrizes elétricas do Brasil, e não apenas como complemento da eletricidade não suprida pelas hidrelétricas. A substituição dessa energia dar-se-á com um estudo mais aprofundado e que requer tempo de pesquisa e de investimento. O aproveitamento do potencial solar em algumas áreas do Brasil, onde a incidência solar é mais elevada,

como por exemplo a região Nordeste, em comparação com às áreas mais frias do país, possibilitaria autonomia na demanda por energia elétrica nessa região. E por fim, a eficiência da energia fotovoltaica possibilita que o Brasil não recorra às usinas termelétricas para durante o seu período de baixa pluviosidade, que como se sabe, produzem gases que potencializam o efeito estufa, e também aumentam a tarifa da conta de energia elétrica (bandeira amarela/ vermelha), prejudicando o meio ambiente.

Referências

- AICE – Associação da Indústria de Cogeração de Energia, “**Inserção da Energia Solar no Brasil – Relatório Final**,” São Paulo, SP, Relatório Técnico Maio. 2012.
- ALMEIDA, Rodrigo Antunes de. **Energia solar: o aproveitamento da radiação solar para produção de eletricidade no Brasil**. Unilab: São Francisco do Conde, 2018.
- ANEEL. **Atlas de Energia Eólica do Brasil**. Aneel – Agência Nacional de Energia Elétrica, 2002.
- CABRAL, I.; VIEIRA, R. Viabilidade econômica x viabilidade ambiental do uso de energia fotovoltaica no caso brasileiro: uma abordagem no período recente. In: **III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. 2012.
- IEA – International Energy Agency, “**Key World Statistics**,” 2012.
- LUZ, T. J. **Metodologias e Tecnologias para a Integração de Energias Renováveis no Sistema Elétrico Brasileiro. 2019**. Tese de Doutorado. 00500: Universidade de Coimbra.
- Nota Técnica Dea 22/12, **Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2013 – 2022)**. Empresa de Pesquisa Energética, 2012.
- QUEIROZ, R.; GRASSI, P.; LAZZARE, K.; KOPPE, E.; TARTAS, B.; KEMERICH, P. Geração de Energia Elétrica através da Energia Hidráulica e seus impactos ambientais. **Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 13, n. 13, p. 2774 – 2784, Ago. 2013.
- SANTOS, M. G. R. S.; MOTHÉ, C. G. **Fontes Alternativas de Energia**. Revista Analytica. Nº 32. Dezembro 2007/Janeiro 2008.
- VIANA, M. B.; TAVARES, W. M.; LIMA, P. C. R. (2015). **Sustentabilidade e as principais fontes de energia**. Políticas setoriais e meio ambiente, 132.
- VIANA, M. B.; TAVARES, W. M.; LIMA, P. C. R. Sustentabilidade e as principais fontes de energia. **Políticas setoriais e meio ambiente**, p. 132, 2015.
- SÁ, Vinícius de Souza. **Estudo de viabilidade de utilização de sistema de geração fotovoltaica conectado à rede no Brasil**. 2016.
- BARROCO, F.F. C., et al. **Energia solar em juazeiro/bahia: rotas e alternativas para os condomínios praia do rodeadouro e morada do salitre**. RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico, 2017.
- EPE. Empresa de Pesquisa Energética**. Balanço Energético Nacional 2019.
- Viana, M. B., Tavares, W. M., & Lima, P. C. R. (2015)**. Sustentabilidade e as principais fontes de energia. Políticas setoriais e meio ambiente, 132.



CAPÍTULO 9

ENVELHECIMENTO DE SOFTWARE NA PLATAFORMA DOCKER

SOFTWARE AGING ON THE DOCKER PLATFORM

Felipe Dias de Oliveira
Luan Carlos Soares Lins
André Barreto Rodrigues
Jean Carlos Teixeira de Araújo

Resumo

A implantação de arquiteturas baseadas em computação em nuvem tem crescido nos últimos anos. A tecnologia chave para a computação em nuvem é a virtualização. O Docker é uma das plataformas para criação e gerenciamento de contêineres com ampla utilização no mercado. Um problema que afeta a disponibilidade nesse tipo de sistema é o fenômeno do envelhecimento de software, um processo inevitável, onde os processos de aplicações sofrem degradação de desempenho ao longo de sua utilização. Este capítulo de livro monitora e avalia o desempenho da plataforma Docker no contexto do paradigma de computação em nuvem, incluindo possíveis efeitos de envelhecimento de software. Foi realizado um estudo experimental, com uma carga de trabalho simulando o ciclo de vida de contêineres, enquanto o monitoramento do sistema era realizado. Os resultados mostram alto consumo de recursos como memória RAM e uso de CPU em utilitário de rede do sistema operacional (SO), além de fragmentação de memória em um subprocesso importante da plataforma.

Palavras chave: envelhecimento de software, Docker, experimentos.

Abstract

The deployment of cloud-based architectures has grown in recent years. The key technology for cloud computing is virtualization. Docker is one of the platforms for the creation and management of containers with wide use in the market. A problem that affects availability in this system is the phenomenon of software aging, an unavoidable process, where the application processes suffer degradation of performance throughout its use. This book chapter monitors and evaluates the performance of Docker platform in the context of the cloud computing paradigm, including possible software aging effects. We conducted an experimental study with a workload to simulate the life cycle of containers, while the system monitoring was performed. The results show high resource consumption as RAM and CPU usage in the network utility of operating system (OS), in addition to memory fragmentation in an important subprocess of the platform.

Key-words: software aging, Docker, experiments



1. INTRODUÇÃO

Em praticamente todos os setores da sociedade moderna, os softwares se tornam cada vez mais presentes. As aplicações se estendem por diferentes setores, como saúde, educação, finanças, indústria, e defesa, todos com importância direta na vida das pessoas. Dada a crescente complexidade dos sistemas com requisitos cada vez mais exigentes, tem se tornado cada vez mais difícil produzir softwares que não contenham erros. Devido a essa crescente dependência e complexidade do software, uma falha em um sistema que controla um determinado recurso ou situação importante pode ter impactos considerados catastróficos, acarretando em grandes perdas financeiras, destruição de reputações ou até mesmo perdas de vidas (GROTTKE;MATIAS;TRIVEDI, 2008).

A implantação de arquiteturas baseadas em computação em nuvem (*cloud computing*) tem crescido nos últimos anos, principalmente porque constituem uma plataforma escalável, de serviço robusto e de baixo custo operacional. Tais características são possíveis graças à integração de vários componentes de software que permitem a reserva e acesso a recursos computacionais por meio de interfaces e protocolos de comunicação, principalmente baseadas em serviços web. Com a computação em nuvem, o acesso a recursos sob demanda permitiu que pessoas e empresas tivessem acesso ao poder computacional sob demanda sem ter de investir e manter servidores. Isso possibilitou o surgimento de uma variedade de novos negócios, gerando toda uma cadeia de fornecedores de serviços. A tecnologia chave para a computação em nuvem é a virtualização, que permitiu a criação de ambientes virtuais de hardware simulando servidores físicos. Os sistemas de virtualização possibilitaram que a infraestrutura dos servidores fosse melhor aproveitada.

Uma conceito importante para sistemas em nuvem é a dependabilidade, que pode ser definida como “a propriedade do sistema que impede que este falhe de uma forma inesperada ou catastrófica” (AVIZIENIS et al., 2004). Diferentes fatores podem influenciar na qualidade do serviço (QoS) hospedado na infraestrutura de nuvem, prejudicando a disponibilidade e a confiabilidade do serviço. Um problema importante que pode afetar a disponibilidade é o fenômeno do envelhecimento de software, um processo inevitável em sistemas de longa execução, onde os processos de aplicações sofrem degradação de desempenho ao longo de sua utilização.

Estudos foram realizados para avaliar os efeitos do envelhecimento de software em plataformas de computação em nuvem e seus componentes (ARAUJO et al., 2011b; MELO et al., 2017). Além de evidenciarem a natureza do problema, mostram que o problema pode afetar não apenas a plataforma de gerenciamento em si, mas também pode atingir a qualidade do serviço ofertado. Apesar desses estudos explorarem diferentes sistemas de computação em nuvem, estudos que



avaliam os efeitos do envelhecimento de software em sistemas baseados em contêineres (como a plataforma Docker) ainda estão ganhando força (OLIVEIRA et al., 2019; TORQUATO; VIEIRA, 2019). Os contêineres são também chamados de virtualizadores leves e são uma alternativa às máquinas virtuais (VMs) convencionais, com a característica de baixa sobrecarga no sistema hospedeiro.

É importante realizar este estudo para avaliar possíveis efeitos de envelhecimento, já que esse tipo de tecnologia se mostra cada vez mais presente em ambientes de produção (CARTER, 2018). Dessa forma, é necessário monitorar e avaliar características de desempenho da plataforma Docker no contexto do paradigma de computação em nuvem (*cloud computing*), incluindo nesse escopo o estudo de possíveis efeitos de envelhecimento de software. Este capítulo de livro foi derivado de Oliveira et al. (2019).

O trabalho está organizado da seguinte maneira. A Seção 2 realiza um levantamento não exaustivo dos principais trabalhos relacionados ao tema. A Seção 3 apresenta os principais conceitos para a compreensão do estudo. Na Seção 4 o arcabouço metodológico adotado é descrito. A Seção 5 descreve o estudo experimental realizado com a plataforma Docker e os resultados obtidos são discutidos. E por fim, na Seção 6, algumas conclusões e possíveis direcionamentos são realizados.

2. TRABALHOS RELACIONADOS

O envelhecimento de software diz respeito ao acúmulo de erros durante a execução de aplicações que possuem longa duração. Uma grande variedade de sistemas que trabalham com mecanismos contínuos e alta disponibilidade tem sofrido com esse problema, como mostram trabalhos que têm verificado os efeitos do envelhecimento de software em diferentes cenários nos últimos anos. Foram relatados casos com a plataforma de computação em nuvem *Eucalyptus* (ARAUJO et al., 2011a, 2011b) e (MATOS et al., 2012), onde os autores evidenciaram problemas com esgotamento de memória RAM e alto consumo de CPU, afetando a qualidade dos serviços hospedados na infraestrutura. Problemas com a plataforma *OpenStack* também foram relatados (MELO et al. 2017), além de outros tipos de sistemas como máquinas virtuais (Kourai;Chiba, 2007) e servidores web (LI;VAIDYANATHAN; TRIVEDI, 2002).

Os autores Araujo et al. (2011b) investigaram os efeitos de envelhecimento de software no framework de computação em nuvem *Eucalyptus*. Para acelerar o processo de envelhecimento, o *framework* foi submetido a uma carga de trabalho sintética simulando as operações de utilização dos recursos da nuvem (instanciação, re-inicialização e finalização de VMS). Os autores concluíram que houve um aumento significativo no consumo de memória e uma alta fragmentação causada pelos processos *Eucalyptus-cloud* e *Apache2*.



Já Kourai e Chiba (2007) relatam alguns efeitos decorrente do envelhecimento de software em máquinas virtuais e apontam a importância de um olhar mais crítico para esses tipos de sistemas, pois várias máquinas do tipo servidor são consolidadas utilizando VMs. Alguns efeitos reportados nesses sistemas de máquinas virtuais foram: o gerenciador de VMs *Xen* diminuía sua memória *heap* disponível sempre que uma VM fosse reiniciada, criando um efeito de vazamento de memória. Houve também problemas ocasionados por VMs privilegiadas usadas comumente por algumas arquiteturas como, *Xen* e *VMware Server ESX*. Foi verificado que VMs privilegiadas podem afetar outras VMs como aconteceu com o *Xen*, dado o vazamento de memória em seu *daemon xenstored* quando há uma VM privilegiada. Se o processamento de entrada e saída (E/S) na VM privilegiada diminuísse devido à falta de memória, o desempenho das outras VMs também era degradado.

Li *et al.* (2002) monitoraram o comportamento do servidor *web Apache* submetido a uma alta carga de trabalho durante um longo período de tempo. Para isso, foi utilizado o gerador de carga *HTTPerf* para gerar requisições para o servidor *web* e monitorar o seu tempo de resposta. Para observar o consumo de recursos, foi utilizado o arquivo virtual */proc* que contém informações sobre uso da CPU, E/S de disco, paginação, *swap* e processos do sistema operacional (SO) *Linux*. O experimento teve período de duração em um primeiro conjunto coletado de 7 dias e em um outro de 25 dias. Os autores concluem que o tempo de resposta do servidor se torna maior com o tempo de execução do experimento. Além disso, realizando a mesma análise nos parâmetros relacionados aos recursos do sistema, verificam que há progressiva diminuição dos recursos disponíveis.

Neste capítulo de livro também consta fatores como vazamento de memória e fragmentação de memória e dados sobre utilização de recursos de forma nativa através de *scripts bash*. Mas o foco do estudo será sistemas de gerenciamento de contêineres como a plataforma *Docker*, em situações similares de o funcionamento de uma nuvem.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para auxiliar na compreensão do contexto e a importância da investigação, se faz necessário a apresentação de alguns conceitos importantes.

3.1 *Cloud computing*: uma visão geral

A computação em nuvem é um paradigma que possibilita acesso, de modo conveniente e sob demanda, a um conjunto de recursos computacionais configuráveis (por exemplo, redes, servidores, armazenamento, aplicações e serviços) que podem ser rapidamente adquiridos e liberados com mínimo esforço gerencial ou



interação com o provedor de serviços (VAQUERO et al., 2008).

Segundo Mell (2011), provedores de computação em nuvem podem ofertar serviços em diferentes níveis de abstração, que geralmente são agrupados da seguinte forma :

- *Infrastructure as a Service* - IaaS: são oferecidos servidores dedicados para acesso e controle total do cliente que pode armazenar, manipular suas informações e proceder a instalação de aplicativos e sistemas operacionais de acordo com suas necessidades;
- *Platform as a Service* - PaaS: neste caso, os fornecedores concedem ambientes virtuais, incluindo sistemas e linguagens de programação, propícios para o desenvolvimento de aplicações pelos clientes. Estes não precisam se preocupar com outros processos inerentes à operações dos servidores;
- *Software as a Service* - SaaS: o provedor concede os sistemas e aplicações, em ambientes virtuais, com interfaces amigáveis destinadas à utilização de usuários comuns.

As técnicas de virtualização são cruciais para a oferta da computação em nuvem. A virtualização pode ser entendida como um meio de abstrair recursos computacionais (CPU, memória, disco, etc.) criando um ambiente isolado do SO hospedeiro (BUYAYA; BROBERG; GOSCINSK, 2010).

Os tipos de virtualização são categorizados em três formas. Na virtualização total, o virtualizador executa sobre o SO hospedeiro, sem modificá-lo. Quando há necessidade do virtualizador modificar o SO hospedeiro temos uma paravirtualização (FAYYAD-KAZAN; PERNEEL; TIMMERMAN, 2013). Nesses dois tipos de virtualização, cada uma das máquinas virtuais possuem hardware emulado, possuindo um SO independente do SO hospedeiro. VMs geralmente são utilizadas para prover IaaS. Já os virtualizadores leves ou contêineres são conhecidos por ter menor utilização de recursos e menos sobrecarga no sistema hospedeiro. Como não há emulação de hardware, não há necessidade de instalação de um SO convidado adicional. Nesse tipo de técnica o kernel do SO hospedeiro é compartilhado com cada contêiner em execução.

Cada tipo de virtualização tenta resolver problemas diferentes. Contêineres são ferramentas para entrega e desenvolvimento de software, com foco em PaaS (PAHL, 2015). Mas dentre as possibilidades de utilização desse tipo de tecnologia não excluem aplicações em IaaS (SCHEEPERS, 2014).

O Docker (2019) é uma das plataformas para provisionamento e gerenciamento de contêineres com ampla utilização no mercado (CARTER, 2018). Um docker-container fornece uma maneira genérica de isolar um processo do resto do sistema. Isso se aplica a todos os processos filhos. As tecnologias bases que permi-



tem esse isolamento são *Cgroups* e *Namespaces*. *Cgroups* é parte do kernel do SO hospedeiro que permite o compartilhamento e a limitação de recursos (como CPU, memória, etc.). *Namespaces* é responsável por criar barreiras que garantam que cada contêiner tenha seus ids de processo, sua tabela de roteamento etc., atuando em diferentes níveis de abstração.

3.2 Envelhecimento de software

O termo envelhecimento de software não diz respeito à idade cronológica de um software ou à sua obsolescência. Refere-se a um fenômeno que pode ser observado como a diminuição progressiva do desempenho e/ou aumento da taxa de falhas de um software em seu tempo de execução (GROTTKE et al., 2008).

O envelhecimento de software é um problema que afeta os sistemas de software que estão em execução por um longo período de tempo. Os efeitos do envelhecimento estão relacionados ao acúmulo de erros, que se propagam ao longo do tempo induzindo à falhas relacionadas ao envelhecimento (COTRONEO et al., 2014; GROTTKE et al., 2008). Esses erros podem interferir no funcionamento adequado do sistema, levando gradualmente a um estado com maiores tendências de falha.

Alguns problemas podem ocorrer em decorrência do envelhecimento, como exaustão de recursos do sistema operacional, diminuição do tempo de resposta de aplicações e inconsistência de dados. Tais efeitos podem ser observados monitorando-se os chamados indicadores de envelhecimento (GROTTKE et al., 2008). Exemplos de indicadores de envelhecimento podem ser vistos no ambiente computacional como aumento do consumo de memória, utilização excessiva de CPU e tamanho da tabela de disco. Os indicadores também podem estar relacionados à uma aplicação, como a utilização de recursos (e.g. CPU, memória, *threads*) ou o tempo de resposta. Esses indicadores de envelhecimento evidenciam o estado do sistema, permitindo que ações proativas possam ser tomadas para mitigar seus efeitos. A ação que reverte o envelhecimento de software é chamada de rejuvenescimento de software (COTRONEO et al., 2014).

Dentre os indicadores que podem ser observados, os principais relacionados à memória são o problema de vazamento e fragmentação de memória (MACÊDO; FERREIRA; MATIAS, 2010). Quando um espaço de memória é alocado e não é liberado ao fim de sua utilização, ocorre o que se chama na literatura de vazamento de memória. Como é dinâmica a alocação/desalocação de memória que é realizada pelo SO, podem ocorrer lacunas de memória inutilizadas como resultado de inúmeras operações de alocação/desalocação consecutivas (i.e., não está em uso e não pode ser utilizada por outro programa). Esse tipo de ocorrência é chamada de fragmentação de memória. Em ambos os problemas há possibilidade esgotamento da memória principal disponível.



3.2.1. Vazamento e fragmentação de memória

O gerenciamento de memória é um desafio para programadores, pois sua má implementação pode acarretar em erros difíceis de serem rastreados após o desenvolvimento do programa. O vazamento de memória ocorre quando um espaço alocado na memória não é liberado pelo software quando não for mais utilizado. Com a consecutiva alocação de memória sem a contrapartida da liberação dessa memória, acaba por esgotar o recurso limitado que é a memória principal. Isso afeta não somente o processo que causou o problema, mas também as outras aplicações que estão presentes no sistema (JUNG et al., 2014).

Devido a necessidade de armazenamento de dados em tempo de execução, a alocação dinâmica de memória é um fator crucial para a realização desta tarefa. Um dos problemas da alocação dinâmica de memória é a fragmentação, que pode influenciar diretamente no esgotamento de memória do sistema. A fragmentação de memória se refere a alocação de memória repetidas vezes criando espaços inutilizados pelo software, diminuindo seu desempenho (MAMAGKAKIS et al., 2005). Geralmente, as soluções para a alocação dinâmica de memória é gerenciada pelo próprio SO.

Existem dois tipos de fragmentação: interna e externa (MACÊDO; FERREIRA; MATIAS, 2010). A fragmentação interna ocorre quando o bloco de memória reservado para o processo é maior do que o utilizado pelo processo. Isso pode ocorrer devido a duas razões: restrições da arquitetura e/ou política do alocador. Já a fragmentação externa acontece à medida que os processos vão terminando e deixando lacunas cada vez menores de espaço entre os blocos de memória em uso. Dependendo do tamanho que um novo processo precisa para ser executado, esses espaços acabam sendo pequenos demais para formarem um bloco contínuo com o tamanho necessário para que possa ser utilizado.



4. METODOLOGIA

O objetivo deste trabalho é verificar se o Docker sofre perdas de desempenho relacionadas ao envelhecimento de software quando utilizado em cenários de trabalho similares aos ambientes de computação em nuvem. Para isso, um estudo experimental foi realizado. Buscou-se simular um cenário de sobrecarga no sistema para acelerar o surgimento de possíveis efeitos de envelhecimento.

A Figura 1 exibe o diagrama da metodologia adotada neste trabalho. O método adotado aborda diferentes atividades, essas divididas em 5 etapas: estudo do sistema, definição de métricas, planejamento da carga de trabalho, execução do experimento e análise de desempenho.

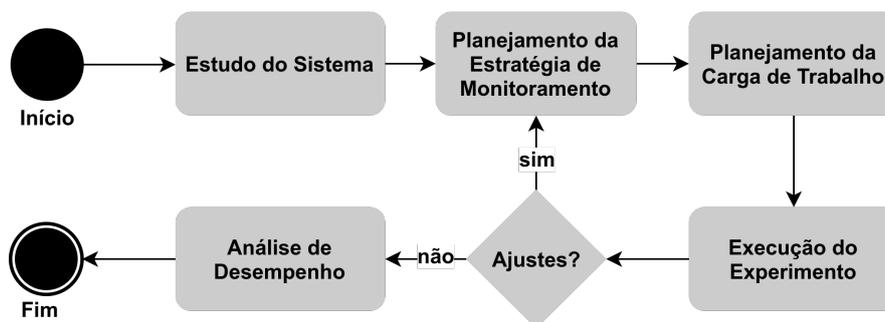


Figura 1 – Metodologia

A primeira etapa consiste em entender o funcionamento do sistema a ser analisado. Nessa etapa é que são identificados quais são os processos envolvidos no sistema a ser avaliado, quais são seus componentes e como esses interagem. Na sequência, é realizada a definição da estratégia de monitoramento. Ao longo dessa etapa são definidas as métricas de interesse, como utilização de memória e uso CPU, além de como os processos identificados na etapa anterior serão monitorados.

Os efeitos de envelhecimento podem demorar muito tempo para aparecer (e.g. semanas ou meses), caso ocorram. Para acelerar o processo de envelhecimento do sistema, uma carga de trabalho é planejada e é criada para estressar o sistema. Essa carga normalmente é superior ao esperado em um sistema de produção, com o objetivo de acelerar o surgimento de falhas que poderiam durar meses, aparecendo em apenas alguns dias.

A etapa de execução do sistema consiste em monitorar o ambiente enquanto a carga de trabalho (ver Figura 2) é aplicada. Caso seja necessário, ajustes são realizados para adequar as métricas e técnicas de monitoramento refazendo-se uma ou mais etapas anteriores. Na etapa de análise de desempenho, os dados coletados são analisados para verificar-se houve algum indício de envelhecimento.

5. ESTUDO EXPERIMENTAL

Nesta seção apresentamos os detalhes do estudo realizado, bem como as decisões de monitoramento e a utilização de ferramentas que permitiram a captação das métricas de interesse.

5.1 Ambiente de testes

Para a realização do estudo, o ambiente de teste foi composto por uma única máquina HP Compaq 6005 com processador AMD Athlon II X2 220 de 2,8 GHz, 8 GB de memória principal e 8 GB adicionais de memória *swap*. O sistema operacional utilizado foi o Debian 9 *Stretch* (*kernel* 4.9.0-8-amd64), com o Docker versão 17.05.0-ce. Todos os contêineres foram criados com uma imagem do servidor *web apache2*, com limitação de uso de memória de 256 MB.

O diagrama mostrado na Figura 2 ilustra a carga de trabalho utilizada para simular as ações de criação, re-inicialização e finalização de contêineres no experimento.

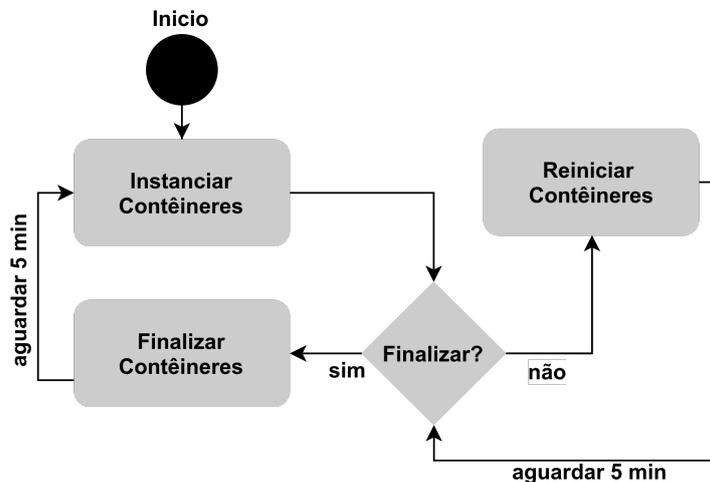


Figura 2 – Carga de Trabalho

A atividade de instanciar contêineres consiste em criar todos os contêineres através do comando "*docker create*" e iniciá-los através do comando "*docker start*". Nesta etapa, um contador de tempo é inicializado para monitorar o tempo de vida dos contêineres ($T = 0$), e 20 contêineres são criados e iniciados. Após a etapa inicial, um laço condicional é criado. Enquanto o tempo de vida dos contêineres não é igual a 2 horas, há uma espera de 5 minutos, onde os contêineres são reiniciados e o contador de tempo T é incrementado. Quando a condição de saída do laço for atingida (i.e. quando o tempo de vida dos contêineres for de 2 horas), a rotina de finalizar contêineres é chamada. Essa rotina é formada pelas tarefas de parar (*docker stop*) e remover (*docker rm*) todos os contêineres. Após essa ativi-

dade, aguarda-se 5 minutos e um novo ciclo é iniciado.

Paralelamente à execução da carga de trabalho, o sistema foi monitorado utilizando *scripts bash*. Esses *scripts* utilizam comandos utilitários do Linux, como *free*, *ps*, *df*, e os arquivos localizados em */proc* (BLUM, 2008). Foram monitorados recursos de interesse como CPU, uso de disco e utilização de memória de todo o sistema. Além disso, os consumos de processos específicos foram observados como Docker e NetworkManager (NETWORKMANAGER, 2019). Os dados foram coletados a cada 60 segundos. Esse tempo foi definido com o objetivo de minimizar as possíveis interferências do monitoramento no funcionamento do sistema, como é recomendado por (LILJA, 2000).

Utilizando o *SystemTap* (SystemTap 2019), é verificada a ocorrência de fragmentação de memória. O *SystemTap* é uma ferramenta de instrumentalização de *kernels* Linux, permitindo a obtenção de informações sobre o funcionamento do *kernel* em tempo de execução. O funcionamento do *SystemTap* consiste em rastrear os eventos denominados *probe points*, que podem ser a chamada ou o retorno de uma função, recebimento de pacotes de rede, ou mesmo contadores. Quando o evento é disparado, chama-se o *handler* que coleta e mostra os dados desejados. Quando o *handler* termina sua execução, o *kernel* retorna para a sua rotina, continuando a execução das instruções (JACOB et al., 2009).

Foi observado o *probe point trace_point_mm_page_alloc_extfrag*, que é lançado pelo *kernel* Linux sempre que há a detecção de ocorrências de fragmentação de memória. Uma alta ocorrência desse evento implicará que a memória está fragmentada e as alocações de alta prioridade poderão falhar no futuro *Kernel*. O *script* utilizado monitora quando este evento ocorre e incrementa uma variável sempre que a quantidade de memória liberada for menor que a que está alocada. Ao fim de 25 dias de execução da carga de trabalho, o experimento foi encerrado. Os logs de dados foram coletados e deu-se início a etapa de análise de desempenho.

5.2 Análise dos resultados

A partir das métricas coletadas, foram obtidos resultados significativos para os objetivos da pesquisa. Constatou-se ao analisar os dados gerais do computador que há indícios de exaustão de recursos no experimento realizado.

Os processos relacionados ao Docker não apresentaram indícios de vazamento de memória. O consumo de recursos como CPU, uso de disco e número de *threads* não apresentaram variações significativas e, portanto, não serão exibidos. A utilização de memória dos dois principais processos (*dockerd* e *containerd*) monitorados não mostraram alterações significativas durante toda a execução do experimento, como pode ser visto na Figura 3.



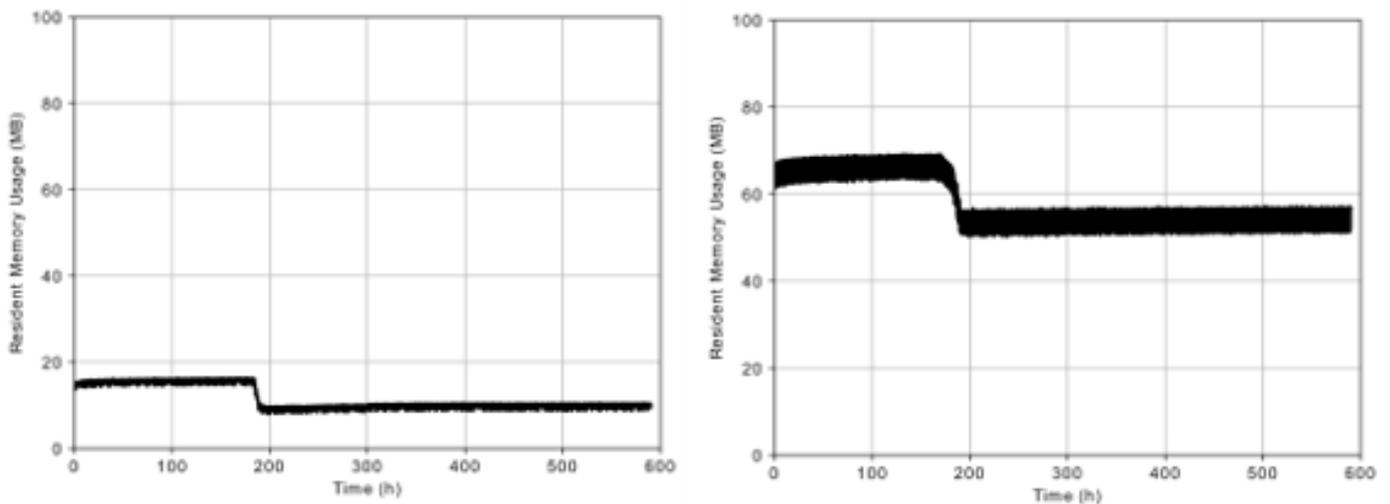


Figura 3 – Consumo de memória pelos processos *containerd* (à esquerda) e *dockerd* (à direita)

A Figura 4 mostra a utilização de memória RAM e *swap*, respectivamente. Verificou-se que houve esgotamento de memória ao longo da execução do experimento, com a utilização total de memória RAM e de memória *swap*. Observamos na Figura 4 que ao fim de pouco mais de 200 horas de execução da carga de trabalho a memória RAM utilizada no hospedeiro atinge seu ápice em 7000 MB. Nesse momento, passa-se a utilizar memória *swap*, que também é utilizada em sua totalidade. Como a memória *swap* trata-se de uma área de disco rígido, é mais lenta que a memória RAM principal. Sendo o acesso a memória *swap* mais lento, o comportamento do sistema hospedeiro irá progressivamente tornar-se lento.

O ponto de utilização total de memória ocorre próximo as 500 horas de execução do experimento. Quando não há memória livre disponível no sistema, o docker apresenta erros devido à falta de recursos para alocação. Isso compromete o funcionamento da plataforma, que não mais responde satisfatoriamente às solicitações para a criação de novas instâncias.

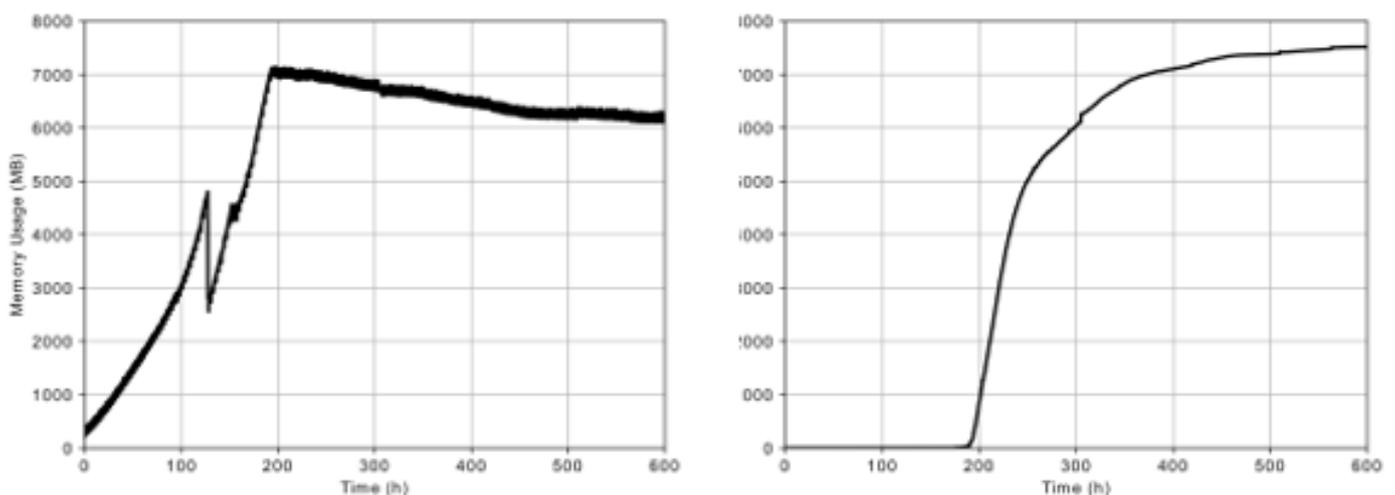


Figura 4 – Consumo de memória geral. Memória principal (à esquerda) e memória *swap* (à direita)

O processo que provoca essa exaustão de recursos foi identificado e monitorado. O *NetworkManager* é um utilitário de gerenciamento automático de rede, realizando transições entre diferentes tipos de rede, buscando estabelecer a melhor co-

nexão possível (NETWORKMANAGER, 2019). A Figura 5 mostra a utilização de CPU pelo processo *NetworkManager*. Vê-se que a medida que o sistema se deteriora o consumo de CPU pelo processo aumenta. Por volta das 200 horas de experimento o processo atinge 100% de utilização. Esse momento ocorre no instante em que o SO começa a gerenciar memória *swap*.

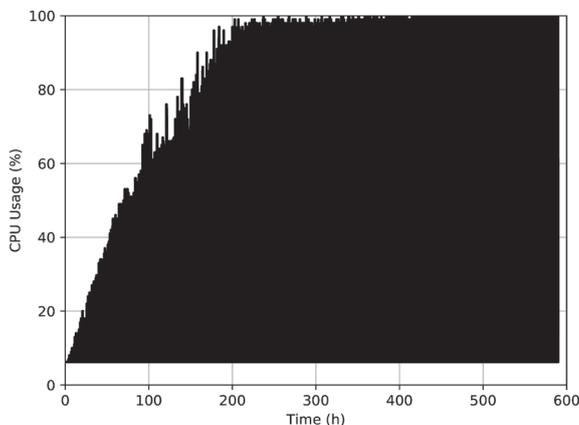


Figura 5 – Utilização de CPU pelo processo NetworkManager.

As Figuras 6(a) e 6(b) mostram a utilização de memória residente e *swap* pelo processo *NetworkManager*. Constata-se que há vazamento de memória relacionada ao processo, já que o processo aloca memória de forma crescente. Esse consumo demasiado não está relacionado ao fenômeno da fragmentação já que, como visto na Tabela 1 e na Figura 7, o processo não apresenta mais que 11658 ocorrências de fragmentação ao longo do tempo observado.

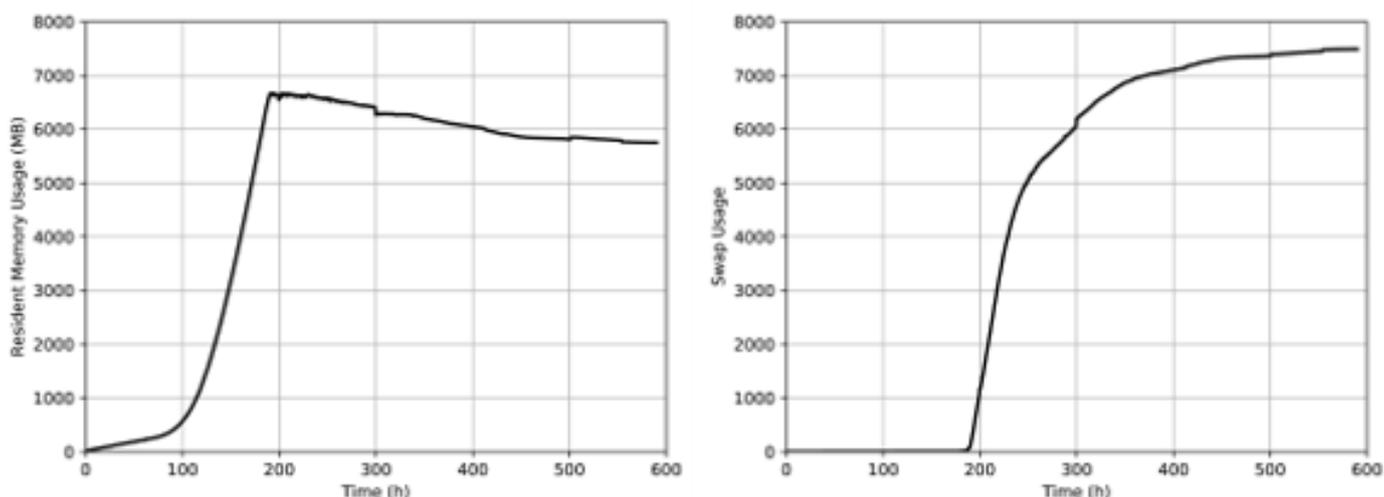


Figura 6 – Consumo de memória pelo processo NetworkManager. Memória principal (à esquerda) e memória *swap* (à direita).

As ocorrências de fragmentação de memória podem comprometer o bom funcionamento do sistema de duas formas (MACÊDO et al., 2010). Aumentando a quantidade de memória utilizada pelo processo, já que o SO pode atender requisições de alocação para novos blocos de memória mesmo havendo memória não contínua disponível. Essa memória não será liberada antes da finalização do processo. A outra, implica em complexidade adicional no gerenciamento de memória pelo SO. Na Figura 7 visualiza-se a acumulação de ocorrências de fragmentação

de memória ao longo do tempo.

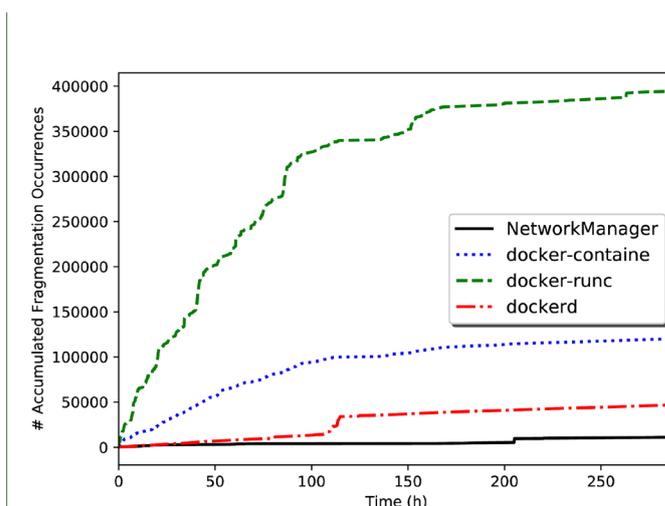


Figura 7 – Fragmentação de memória por processos.

Já na Tabela 1, é mostrado os totais obtidos por processo até o final de 12 dias de monitoramento. Observa-se que o processo com maior número de ocorrências é o *docker-runc*, seguido por *docker-containerd*, *dockerd* e *NetworkManager*.

Processo	# Ocorrências
docker-runc	395086
docker-containe	120609
dockerd	47393
NetworkManager	11658

Tabela 1 – Total de ocorrências de fragmentação por processo.

O processo *docker-runc* é responsável por fornecer um ambiente para execução de aplicativos em tempo de execução. Uma explicação para a não visualização dos efeitos dessa fragmentação é a natureza da carga de trabalho utilizada no estudo. Já que o processo *docker-runc* está associado aos contêineres que tem um ciclo de vida de 2 horas, sendo os recursos liberados para o início de uma nova rodada.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo de livro aborda uma investigação dos efeitos do fenômeno envelhecimento de software na plataforma Docker. Para isso foram definidas como métricas de interesse informações gerais de CPU, memória, disco e rede. Essas métricas também foram coletadas para os principais processos relacionados ao funcionamento do Docker. Para realizar o monitoramento dessas métricas, *scripts bash* foram criados. Para obter as ocorrências de fragmentação de memória, utilizou-se a ferramenta de instrumentalização do *kernel* Linux, o *SystemTap*. Foi adotada carga de trabalho gerada para simular os ciclos de vida dos contêineres. Este ciclo compreende desde a criação do contêiner, sua inicialização, re-inicialização e

remoção.

Verificou-se que há evidências de vazamento de memória no processo *NetworkManager*. Este processo não possui relação direta com o funcionamento do Docker, mas o seu funcionamento junto à plataforma faz com que haja um aumento no seu consumo de memória. Esse problema é conhecido na literatura como vazamento de memória. O vazamento de memória é um problema que não atinge somente o processo afetado, mas compromete a oferta de memória do sistema como um todo. Apesar de o *NetworkManager* não ser parte do Docker e sim um utilitário de gerenciamento de rede do Linux, seu funcionamento acaba por interferir no bom funcionamento da plataforma. Em algum momento, a oferta de memória livre se tornará insuficiente para que o Docker consiga instanciar novos contêineres, comprometendo a confiabilidade do sistema.

Os resultados mostram grande ocorrência de eventos de fragmentação pelo processo *docker-runc*. Levantou-se a hipótese de os efeitos dessa fragmentação não ficarem evidentes devido à natureza do atual experimento, que finaliza o processo ao fim de cada ciclo. Uma possível forma de verificar esses efeitos neste processo é o planejamento de uma nova carga de trabalho, que utilize recursos que dependam desse processo e que não finalizam o contêiner periodicamente.

7. AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico -- CNPq, e ao *UNAME Research Group* pelo apoio.

Referências

ARAUJO, J. et al. Experimental evaluation of software aging effects on the eucalyptus cloud computing infrastructure. In: **Proceedings of the Middleware 2011 Industry Track Workshop**. New York, NY, USA: ACM, 2011a. (Middleware '11), p. 4:1-4:7. ISBN 978-1-4503-1074-1.

ARAUJO, J. et al. Software aging issues on the eucalyptus cloud computing infrastructure. In: IEEE. 2011 **IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics**. [S.l.], 2011b. p. 1411-1416.

AVIZIENIS, A. et al. Basic concepts and taxonomy of dependable and secure computing. IEEE transactions on dependable and secure computing, **IEEE**, v. 1, n. 1, p. 11-33, 2004.

BLUM, R. **Linux command line and shell scripting bible**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2008. v. 481.

BUYYA, R.; BROBERG, J.; GOSCINSKI, A. M. **Cloud computing: Principles and paradigms**. 87. John Wiley & Sons, 2010.

CARTER, E. **2018 Docker Usage Report**. 2018. <<https://sysdig.com/blog/2018-docker-usage-report/>>. Acessado em : 25/03/2019.

COTRONEO, D. et al. A survey of software aging and rejuvenation studies. ACM **Journal on Emerging Technologies in Computing Systems (JETC)**, Acm, v. 10, n. 1, p. 8, 2014. Citado na página 12.



- DOCKER. **What is a Container?** 2019. <<https://www.docker.com/resources/what-container>>. Acessado em : 26/03/2019.
- FAYYAD-KAZAN, H. ; PERNEEL, L. ; TIMMERMAN, M. Full and para-virtualization with Xen: a performance comparison. **Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences** 4, 9 (2013), 719–727.
- GROTTKE, M.; MATIAS, R.; TRIVEDI, K. S. The fundamentals of software aging. In: IEEE. 2008 **IEEE International Conference on Software Reliability Engineering Workshops** (ISSRE Wksp). [S.l.], 2008. p. 1–6.
- JACOB, B. et al. **Systemtap**: Instrumenting the Linux kernel for analyzing performance and functional problems. [S.l.]: IBM Redbook, 2009. ISSN 1071-9458.
- JUNG, C. et al. Automated memory leak detection for production use. In: ACM. **Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering**. [S.l.], 2014. p. 825–836.
- KERNEL. **Subsystem Trace Points: kmem**. 2019. <<https://www.kernel.org/doc/html/v4.18/trace/events-kmem.html>>. Acessado em: 26/03/2019.
- KOURAI, K.; CHIBA, S. A fast rejuvenation technique for server consolidation with virtual machines. In: **IEEE. 37th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks** (DSN'07). [S.l.], 2007. p. 245–255.
- LI, L.; VAIDYANATHAN, K.; TRIVEDI, K. S. An approach for estimation of software aging in a web server. In: IEEE. **Proceedings International Symposium on Empirical Software Engineering**. [S.l.], 2002. p. 91–100.
- LILJA, D. J. **Measuring Computer Performance: A Practitioner's Guide**. New York: Cambridge University Press, 2000. ISBN 0-521-64105-5.
- MACÊDO, A.; FERREIRA, T. B.; MATIAS, R. The mechanics of memory-related software aging. In: IEEE. 2010 **IEEE Second International Workshop on Software Aging and Rejuvenation**. [S.l.], 2010. p. 1–5.
- MAMAGKAKIS, S. et al. Reducing memory fragmentation with performance-optimized dynamic memory allocators in network applications. In: SPRINGER. **International Conference on Wired/Wireless Internet Communications**. [S.l.], 2005. p. 354–364.
- MACÊDO, A. ; FERREIRA, T. B. ; MATIAS, R. The mechanics of memory-related software aging. In 2010 **IEEE Second International Workshop on Software Aging and Rejuvenation**, (2010), pp. 1–5.
- MATOS, R. et al. Experimental evaluation of software aging effects in the eucalyptus elastic block storage. In: IEEE. 2012 **IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics** (SMC). [S.l.], 2012. p. 1103–1108.
- MELL, P. et al. **The NIST definition of cloud computing**. 2011.
- MELO, C. et al. Investigation of software aging effects on the openstack cloud computing platform. **JSW**, v. 12, n. 2, p. 125–137, 2017.
- NETWORKMANAGER. **NetworkManager: NetworkManager Reference Manual**. 2019. <<https://developer.gnome.org/NetworkManager/stable/NetworkManager.html>>. Acesso em: 18/02/2019.
- OLIVEIRA, F. et al. Investigação dos efeitos do envelhecimento de software na plataforma docker. In: SBC. **Anais do XVIII Workshop em Desempenho de Sistemas Computacionais e de Comunicação**. [S.l.], 2019.
- PAHL, C. Containerization and the paas cloud. **IEEE Cloud Computing, IEEE**, v. 2, n. 3, p. 24–31, 2015.
- SCHEEPERS, M. J. Virtualization and containerization of application infrastructure: A comparison. In: **21st twente student conference on IT**. [S.l.: s.n.], 2014. v. 1, n. 1, p. 1–7.
- SYSTEMTAP. **SystemTap**. 2019. RedHat, Inc. Disponível em: <<http://sourceware.org/systemtap>>. Acesso em 26/03/2019.
- TORQUATO, M.; VIEIRA, M. An experimental study of software aging and rejuvenation indockerd. In:

IEEE.2019 **15th European Dependable Computing Conference (EDCC)**. [S.l.],2019. p. 1–6.

VAQUERO, L. M. et al. **A break in the clouds:** towards a cloud definition. [S.l.]: ACM NewYork, NY, USA, 2008.



PREDIÇÃO “PRÉ-EFEITO ANÓDICO”: TRABALHANDO COM REDES NEURAIS ARTIFICIAIS, CLUSTERIZAÇÃO E REMOÇÃO DE OUTLIERS

ANODIC PRE-EFFECT” PREDICTION: WORKING WITH NEURAL
ARTIFICIAL NETWORKS, CLUSTERING AND REMOVAL OF OUTLIERS

Bruno Nicolau Magalhães de Souza Conte
Thiago Nicolau Magalhães de Souza Conte
Roberto Célio Limão de Oliveira

Resumo

O uso da Inteligência Artificial no setor industrial vem ocorrendo de forma pró ativa em questões relacionadas aos negócios com mais eficiência e também, por crescentes exigências legais, na grave situação ambiental do planeta com a implantação de estratégias de gestão tais como: produção limpa, redução de resíduos tóxicos, certificação ambiental, reciclagem, consumo sustentável e reuso. Na indústria do alumínio primário, um grave problema ambiental e de eficiência operacional é a ocorrência de efeito anódico no forno eletrolítico. Normalmente as empresas tem um protocolo de mitigação do efeito anódico, mas, geralmente, os mesmos atuam quando o fenômeno anódico esta quase acontecendo ou quando já aconteceu. Este trabalho busca modelar computacionalmente padrões da ocorrência do pré-efeito anódico do forno da indústria de redução de alumínio primário como forma de prever a ocorrência do mesmo. Uma Rede Neural Artificial junto com algoritmos de Clusterização são utilizados para predizer o comportamento dinâmico não-linear da ocorrência do pré-efeito anódico, com base em dados reais de uma empresa brasileira, internacionalmente reconhecida. Dessa forma, os operadores de processo podem tomar medida mitigadoras de supressão do efeito anódico, evitando a perda da produção do alumínio no forno e diminuindo a emissão de gases do efeito estufa.

Palavras chave: Rede Neurais Artificiais, Clusterização, Efeito Anódico, Redução de Alumínio, Previsão.

Abstract

The use of Artificial Intelligence in the industrial sector has been taking place proactively in issues related to business more efficiently and also, due to increasing legal requirements, in the serious environmental situation of the planet with the implementation of management strategies such as: clean production, reduction toxic waste, environmental certification, recycling, sustainable consumption and reuse. In the primary aluminum industry, a serious environmental and operational efficiency problem is the anode effect in the electrolytic furnace. Usually companies have an anodic effect mitigation protocol, but they usually act when the anodic phenomenon is almost happening or when it has already happened. This work seeks to model computationally patterns of the occurrence of the anodic pre-effect of the furnace in the primary aluminum reduction industry as a way to predict its occurrence. An Artificial Neural Network together with Clustering algorithms are used to predict the nonlinear dynamic behavior of the occurrence of the anodic pre-effect, based on real data from an internationally recognized Brazilian company. In this way, process operators can take mitigating measures to suppress the anode effect, avoiding the loss of aluminum production in the oven and reducing the emission of greenhouse gases.

Key-words: Artificial Neural Networks, Clustering, Anode Effect, Aluminum Reduction, Forecasting.



1. INTRODUÇÃO

A instabilidade do processo de produção do alumínio primário ocasiona fenômenos indesejados na operação produtiva resultando em diversas consequências, entre elas, perda de produção em toda a linha do forno eletrolítico e uma enorme contribuição para o efeito estufa.

O efeito anódico é um evento não desejável no processo produtivo do alumínio. Ele pode ser causado por níveis muito baixos de concentração de alumina em seu banho eletrolítico ou por uma baixa temperatura da cuba. Isso causará uma queda na eficiência atual e um alto consumo de energia. (CHEN, L; CHEN, Y.; GUI, 2019).

Segundo Associação Brasileira do Alumínio (2017), a emergência da questão das mudanças climáticas traz diversos desdobramentos para a indústria, seja com relação aos aspectos regulatórios, econômicos, de competitividade, dentre outros.

Arndt et al. (2019), explica que os fenômenos registrados no Brasil e no mundo, entre eles, seca e chuvas extremos, acontecem porque a uma grande emissão de gases causadores do efeito estufa na atmosfera.

Grjotheim e Kvande (1993), com muita propriedade nos lembra que, o setor de redução de alumínio é responsável por provocar um desequilíbrio na atmosfera pela emissão de uma parcela de gás carbônico (CO₂) e o metano (CH₄) causado pelo efeito anódico.

Diante dos fatos, o objetivo principal da pesquisa é aplicação de técnicas de Inteligência Artificial para predição e análise da ocorrência do pré-efeito anódico durante o processo industrial do alumínio. Dessa forma, os objetivos específicos são:

- a) Validar a capacidade de clusterização com K-Means, agrupamento Aglomerativo e Birch no auxílio da predição de pré-efeito anódico por meio dos critérios de avaliações externas.
- b) Classificar os padrões de pré-efeito anódico pelas Redes Neurais Artificiais, através dos rotulos emitidos pelos algoritmos de agrupamento em dados do forno eletrolítico de produção de alumínio primário.

2. CADEIA DE PRODUÇÃO DO ALUMÍNIO PRIMÁRIO E O EFEITO ANÓDICO

O processo de produção do alumínio primário envolve diferentes fases. Cada uma destas fases é identificada por uma área dentro da cadeia de produção industrial. A produção do alumínio primário se inicia com a extração da bauxita em uma mina, em seguida acontece o refinamento da bauxita que é a principal matéria prima do óxido de alumínio, ou alumina. Em seguida, a alumina passa pela área de redução onde ocorre a eletrólise, dando origem ao alumínio líquido. O metal produzido é retirado dos fornos e encaminhado ao lingotamento, no qual o alumínio líquido é solidificado em formas produzindo de lingotes, que logo depois são empilhados e estocados para exportação (CONTE, 2015, p.14).

Na fase de redução existe o forno eletrolítico (ver Figura 1), é uma construção de aço preparada para receber os elementos (aditivos químicos, banho eletrolítico, alumina, gases, corrente elétrica e estrutura de carbono para condução de energia) utilizados no processo de obtenção do alumínio através da eletrólise. A passagem de corrente elétrica no banho eletrolítico promove a redução da alumina (Al_2O_3) decantando o alumínio metálico no fundo da célula e o oxigênio liberado reage com o ânodo de carbono, formando dióxido de carbono (CO_2). Este é o único método pelo qual o alumínio é industrializado e produzido até os dias de hoje, chamado de processo Hall-Hérault.

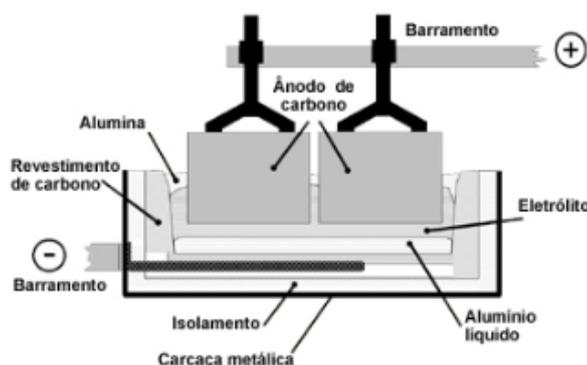


Figura 1 - Forno Eletrolítico
Fonte: ABAL (2017)

Durante o processo físico-químico para fabricar o alumínio são necessários vários insumos para redução da alumina e assim manter o equilíbrio térmico de modo a evitar a formação de gases e conseqüentemente um filme isolante na superfície anódica (elemento constituinte de um forno). O desequilíbrio térmico com a formação de grande quantidade de gases no forno é o chamado de Efeito Anódico e as conseqüências finais são a perda de produção em toda a linha de fornos, sua vida útil diminuída e a produção dos principais gases, PFCs, que colaboram para o aumento do efeito estufa.

A ocorrência do efeito anódico é atribuída a formação de um filme isolante,

e com esse comportamento o banho não pode mais molhar a superfície anódica, até que a barreira de gás isolante seja quebrada. Portanto, é muito importante um significado prático para prever e eliminar o efeito anódico a tempo, para economizar energia, reduzir as emissões e melhorar a eficiência da produção. (ZHOU et al., 2015)

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quanto as abordagens práticas de aprendizagem de máquina ou machine Learning na indústria de redução de alumínio primário, podem ser citados trabalhos no que concerne a modelagem do pré-efeito Anódico.

Silva (2009), possibilita a predição do efeito anódico no processo de alumínio primário, tendo em vista os modelos paramétricos ARX e OE, a partir das entradas de dados de tensão e corrente.

Conte T., Conte B. e Oliveira (2017), utilizam Redes Neurais Multicamadas Diretas (RNMD) e Redes Neurais Recorrentes (RNR) para avaliar e identificar a ocorrência do Efeito Anódico do forno eletrolítico.

Conte T., Conte B. e Oliveira (2018), comparam Redes Neurais Artificiais com duas técnicas de mineração de dados Árvore de Decisão e Random Florest para avaliar a capacidade de diagnosticar padrões na ideia de identificar o Pré-Efeito Anódico dos fornos eletrolítico de alumínio primário.

Conte B., Conte T. e Oliveira (2019) modelam computacionalmente indícios da ocorrência do pré-efeito anódico aplicando uma Rede Neural Artificial junto com algoritmos de clusterização com K-Means, Agrupamento Aglomerativo e Birch com aprendizado de modo não supervisionado.

Chen L, Chen Y. e Gui (2019), contribuem para a pesquisa e prática de previsão de Efeito Anódico (EA) de duas maneiras específicas. Primeiro, é proposto um modelo de previsão de EA, baseado no algoritmo CTFM para previsão de EA, que pode melhorar o tempo de execução e a precisão da previsão de EA. Segundo, a eficácia do modelo de previsão de EA é verificada usando um número suficientemente grande de amostras extraídas dos dados de produção da planta eletrolítica de alumínio Jinglian na Mongólia Interior.

Zhou et al. (2015), a fim de melhorar a precisão do efeito anódico em células de eletrolise de alumínio, propôs o método de previsão por meio da Rede Neural de Regressão Generalizada (GRNN).

No presente estudo, buscou-se a otimização do trabalho descrito por Conte B., Conte T. e Oliveira (2019), aderindo, mas especificadamente na fase de pré-pro-

cessamento de dados, o tratamento de outliers, uma vez que os mesmos podem prejudicar a predição e efetividade dos resultados.

4. PROJETO DE CLUSTERIZAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E PREDIÇÃO

A tarefa da clusterização, ou aprendizado não supervisionado, é identificar as informações relevantes que geraram o efeito anódico ou não, sem a presença de um elemento externo para guiar o aprendizado. A partir dos rótulos gerados pelo algoritmo de agrupamento, uma rede Neural Artificial é treinada por um algoritmo supervisionado.

Os primeiros passos para modelar a predição do pré-efeito anódico em Python, com a biblioteca específica chamada Keras (KERAS DOCUMENTATION, 2020), foi a utilização de técnicas de pré-processamento no conjunto de dados reais, obtidos de uma empresa Brasileira, entre elas a identificação e tratamento de outliers na base de dados a ser analisada e a técnica de normalização afim de transformar dos dados para uma escala comum, sem distorcer as diferenças nos intervalos de valores. Em seguida, segundo o método Holdout, foi realizado o particionamento do conjunto de dados em treino e teste.

Finalmente foi realizado os seguintes procedimentos:

- a) Seleção entre as técnicas de Clusterização K-Means, Agrupamento Aglomerativo e Birch aquela que apresenta o melhor resultado na identificação de propriedades intrínsecas aos dados de entradas gerando agrupamento de situação em que ocorre o efeito anódico e situação onde não ocorre o efeito anódico;
- b) Treinamento supervisionado com a Rede Neural Artificial (RNA) atuando como um classificador, onde o modelo produzirá um valor de saída que é comparado ao valor de saída especificado pelo Algoritmo de agrupamento vencedor;
- c) Cálculos dos erros da Rede Neural Artificial, com as amostras da classe alvo original, ou melhor, os dados selecionados da base não agrupados.

A Figura 2 apresenta o fluxo sobre do algoritmo.



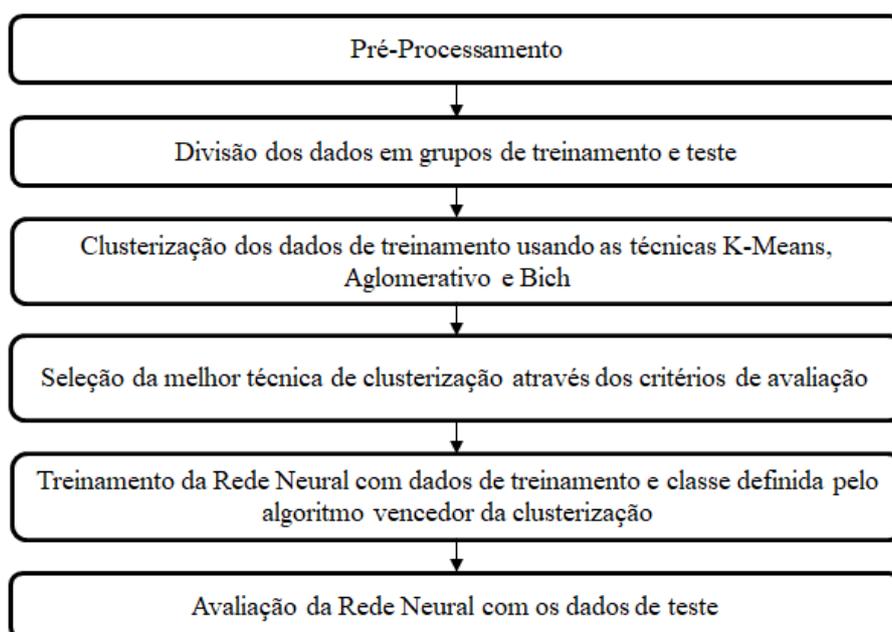


Figura 2 – Fluxograma do Modelo para Predição “Pré-Efeito Anódico”
 Fonte: Elaborada pelo autor do trabalho (2020)

Para estabelecermos o treinamento supervisionado, a Tabela 1 apresenta a arquitetura do modelo neural utilizado.

Item	Parâmetro da Rede Neural
Tipo de Rede	Rede de Múltiplas Camadas (MLP) com algoritmo de treinamento Adam.
Estrutura da Rede	A camada de entrada de dados é composta por 6 neurônios. Os dados são então processados e enviados para as 5 camadas intermediárias constituída por 19, 12, 18, 12, 12 neurônios respectivamente, e 1 neurônio na camada de saída.
Treinamento	Foi “treinada” com os dados de treinamento e seus respectivos rótulos, definidos pela melhor técnica de agrupamento sendo duas classes (0) indicador de “não pré-efeito anódico” e o numeral (1) para “pré-efeito anódico”.

Tabela 1- Parâmetro da RNA
 Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho (2020)

5. ANÁLISE DE RESULTADOS

5.1 Base de dados

A base de dados obtida é composta por dados multivariados, pois corresponde por 6 atributos de entradas: Voltagem Líquida, Fluoreto de Alumínio (no Banho), Fluoreto de Cálcio (% no Banho), Temperatura de Banho, Intensidade de Corrente e Voltagem Bruta. Cada objeto, constituído pelos atributos anteriores, são usados para descrever o comportamento da classe Pré-Efeito Anódico.

A fim de compreender a relação entre os atributos, a cada objeto, é associado um ponto em um plano bidimensional. Os valores dos atributos definem a coordenadas desse ponto.

A Figura 3 ilustra a correlação para as diferentes combinações dos atributos do conjunto de dados.

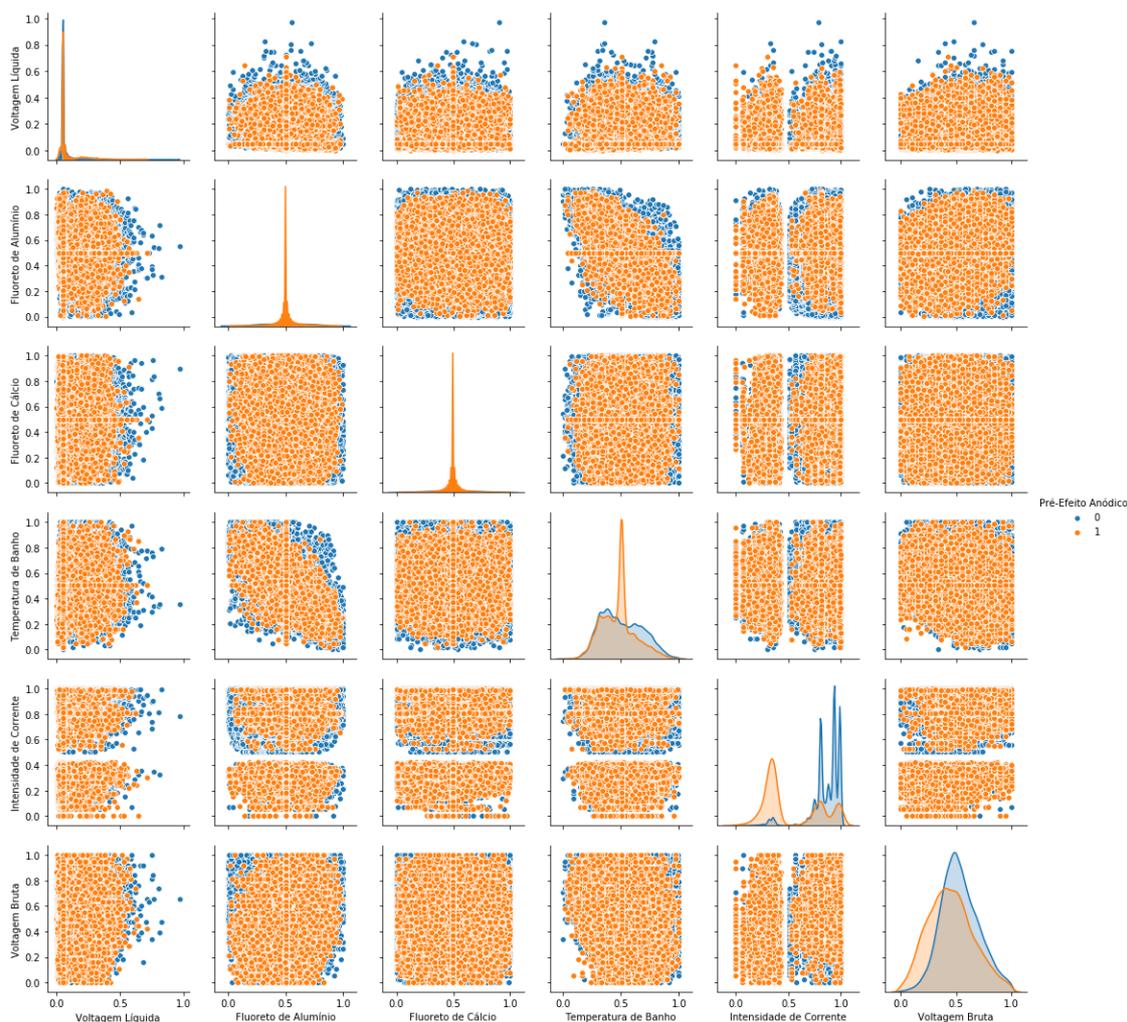


Figura 3 - Matriz de scatter plot para os 6 atributos do conjunto de dados
Fonte: Elaborada pelo autor do trabalho (2020)

No contexto, as classes dos objetos, 0 (Sem Pré-Efeito Anódico) em azul e 1 (Com Pré-Efeito anódico) em laranja são disponibilizados para investigar o grau com que 2 atributos separam as classes.

5.2 Pré-processamento dos Dados

Inicialmente temos 209.978 mil dados divididos em duas categorias, 0 (Sem Pré-Efeito Anódico) e 1 (Com Pré-Efeito anódico). Uma das formas simples de visualizar a distribuição dos dados é utilizar a técnica de visualização por boxplot, a saber: os lados inferior e superior do retângulo representam o 1º quartil e o 3º quartil, respectivamente. A linha no interior do retângulo (cor laranja) é o 2º quartil, ou

mediana. Os valores do limite superior e abaixo do limite inferior são considerados dados outliers (símbolos em losango na cor vermelha). A Figura 3 ilustra o gráfico boxplot para os 6 atributos.

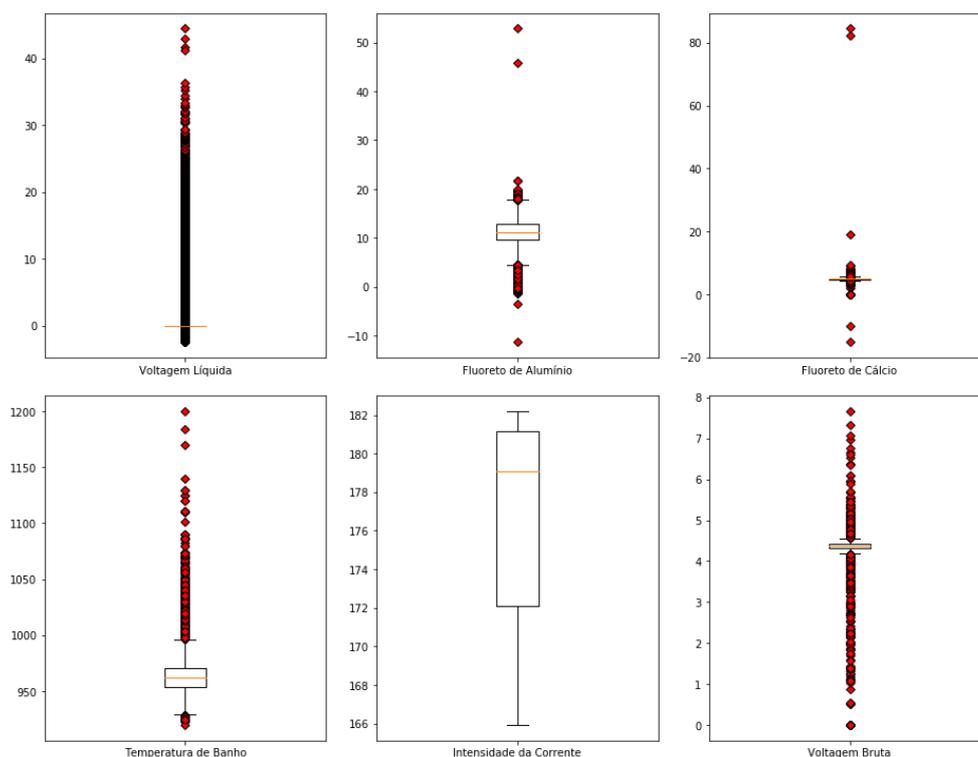


Figura 3 - Boxplot dos atributo

Fonte: Elaborada pelo autor do trabalho (2020)

A Tabela 2 apresenta em detalhes as características dos dados antes e depois da remoção dos outliers.

Dados nor- mais	Dados com Outliers Removidos	Classe
150 611	129 391	0
59 367	48 428	1
209 978	177 819	Todos

Tabela 2 - Conjunto de dados

Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho (2020)

Por fim, para simular estes modelos, com remoção do outliers, os dados (total de 177.819) foram normalizados dentro de um intervalo de 0 a 1 , conforme apresentado na equação 1, e divididos em treinamento (75%) e validação (25%) para o aprendizado (treino) e avaliação (teste) da rede neural artificial, a fim de criar subconjuntos mutuamente exclusivos para analisar a capacidade de generalização. Entretanto, para os algoritmos de clusterização foi aplicado apenas o conjunto de treinamento e os critérios de avaliações externos para realizar o particionamento dos dados e seleção do modelo, respectivamente.

$$V_n = \frac{(V - V_{min})}{(V_{max} - V_{min})} \quad (1)$$

Onde:

V_n = Valor normalizado;

V = Valor não normalizado;

V_{min} = Valor mínimo apresentado

V_{max} = Valor máximo apresentado pela variável

5.2 Implementação

Diante do exposto, em relação aos dados de amostras, a Figura 4 e 5 permite a representação simplificada do conhecimento dos dados categóricos de treinamento para três (eixo x= Voltagem Líquida; y=Fluoreto de Cálcio; z=Fluoreto de Alumínio) dos seis (6) atributos utilizados. O mapa pode ser visto como pontos de uma superfície onde representam as variáveis de entrada e as classes "Sem Pré-Efeito Anódico" (roxo) e "Com Pré-Efeito anódico" (amarelo).

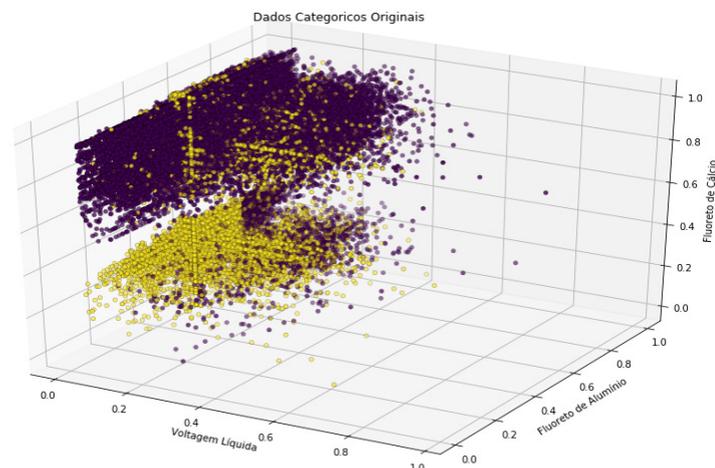


Figura 4 – Gráfico Scatter da Base de Dados
Fonte: Elaborada pelo autor do trabalho (2020)

A partir da base de dados, demonstrada anteriormente, foi utilizada:

A técnica K-Means parametrizada em: 2 clusters e medida de distancia euclidiana;

A técnica de Agrupamento Aglomerativo para encontrar 2 cluster, medida de

distancia euclidiana com critério de vinculação "Ward" (para minimiza a variação dos clusters que estão sendo mesclados) e adicionado restrição de conectividade. A Restrição de conectividade é imposta por meio de uma matriz de conectividade: uma matriz esparsa escassa que possui elementos apenas na interseção de uma linha e uma coluna com índices do conjunto de dados que devem ser conectados (SCIKIT-LEARN, 2018). Essas restrições são úteis para impor uma determinada estrutura local e tornar o algoritmo mais rápido comparado aos sem restrições, especialmente para o nosso número de amostras alto;

Técnica de agrupamento Birch, com o fator de ramificação de 50 sub-cluster em cada nó e, configuração para 2 cluster.

Os resultados podem ser observados na Figura 5.

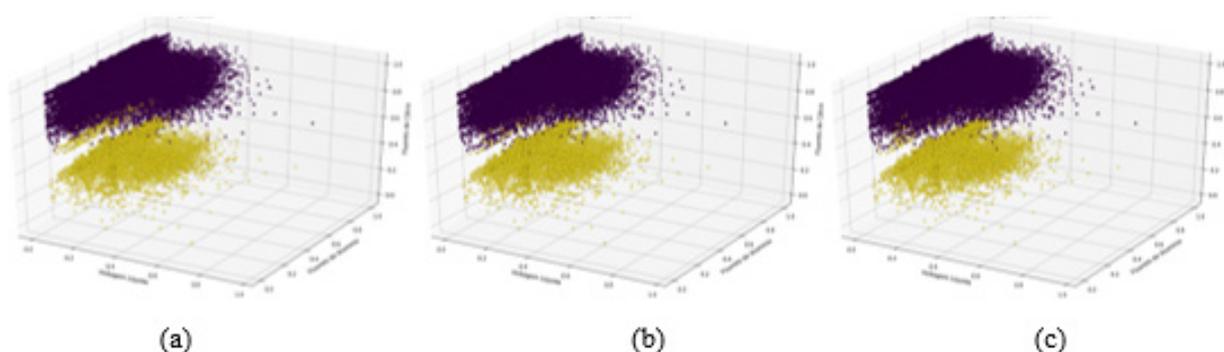


Figura 5 - Características da Base de Dados com K-Means (a), Aglomerativo (b) e Bich (c)
Fonte: Elaborada pelo autor do trabalho (2020)

Como observado na Figura 5, visualmente as três técnicas de agrupamento tem resultados parecidos, mas se diferem quando submetidas a medidas de desempenho quantitativas para indicar quem tem melhor desempenho.

Posteriormente, os resultados obtidos foram submetidos e analisados nos critérios de avaliação como Adjusted Mutual Information (AMI) (VINH; EPPS; BAILEY, 2010), Homogeneity metric, Completeness metric (ROSENBERG; HIRSCHBERG, 2007) e Rand Index (HUBERT; ARABIE, 1985), para escolha do melhor modelo, conforme Figura 6.

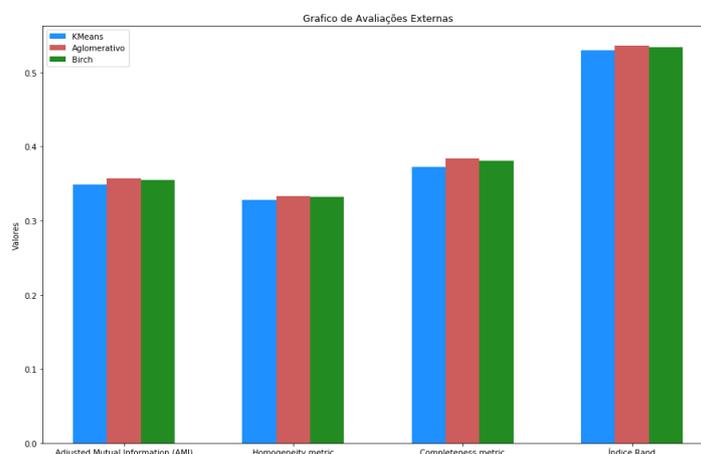


Figura 6 - Gráfico de Avaliações Externas
Fonte: Elaborada pelo autor do trabalho (2020)

Na Tabela 3, observam-se os valores das métricas e medida de similaridade dos Algoritmos de agrupamento.

	Adjusted Mutual Information	Homogeneity	Completeness	Rand Index
Aglomerativo	0.3566	0.3333	0.3834	0.5360
Bich	0.3488	0.3316	0.3812	0.5342
K-means	0.3547	0.3277	0.3729	0.5296

Tabela 3 - Resultados dos Critérios de avaliação
Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho (2020)

Dessa forma, com base no resultado dos critérios de avaliação, como observado na Tabela 3, a técnica mais promissora foi o Agrupamento Aglomerativo.

Após a etapa de clusterização, seguimos para a simulação do modelo de Rede Neural, onde o aprendizado será com os dados de treinamento e, o rótulo gerado pelo Agrupamento Aglomerativo, como mostra a Figura 7.

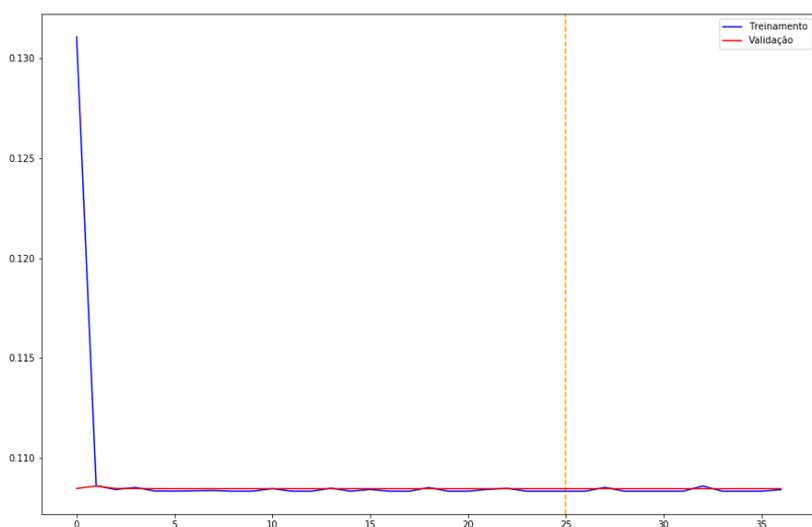


Figura 7 - Ciclo de Treinamento da Rede Neural (a partir dos rótulos gerados pelo agrupamento do tipo Aglomerativo)

Fonte: Elaborada pelo autor do trabalho (2020)

Na Figura 7, observa-se que as taxas de erro para os dados de treinamento e teste tende a cair durante os ciclos. Contudo, em um determinado momento a taxa de erro de validação pode começar a subir, portanto, é realizada a parada antecipada do aprendizado (identificado pela linha tracejada amarela), pois a rede estar se tornando superajustada. Desta forma, obteve-se de predição 89,15 %.

Nesta direção, cabe observar os resultados apresentados na Tabela 4, o qual foi apurado de acordo com aprendizagem das Redes Neurais Artificiais com os algoritmos de clusterização para os dados de teste.

Modelo	Predição (%)
Aglomerativo Conectivo / Rede Neural	89,15 %
Birch / Rede Neural	88,78 %
K-means / Rede Neural	87,98 %

Tabela 4- Resultados das Predições Neurais para os dados de teste
 Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho (2020)

Na tabela 4, podemos observar que a Rede Neural, com auxílio do Agrupamento Aglomerativo, obteve o melhor resultado e as outras Redes Neurais mantiveram uma eficácia em suas predições próximas ao melhor modelo.

6. CONCLUSÃO

O resultado do estudo foi demonstrar a eficiência na predição da ocorrência do pré-efeito anódico do forno da indústria de redução de alumínio primário com a estratégia de supor que as classes de saídas não existam em um primeiro momento. Ou seja, realizamos primeiro um aprendizado não supervisionado para rotular os dados de entrada por meio das técnicas de agrupamento em questão e posteriormente, treinamento da rede neural com os rótulos definidos anteriormente pelos agrupamentos, e por fim, avaliamos a saída da rede neural com as classes originais. Assim os operadores de processo podem tomar medidas estratégicas para ajustar o comportamento dinâmico do forno.

Dentre os modelos estudados o que teve maior acurácia aos dados de teste foi o modelo Aglomerativo Conectivo combinado com a Rede Neural Artificial.

Considerando o uso de clusterização, podemos considerar que os resultados obtidos demonstram a aplicabilidade desta estrutura para problemas onde não se tem dados rotulados.

Outro ponto de destaque é a melhoria do modelo final, que se torna possível quando se agrega técnicas de pré-processamento, especificadamente ao tratamento de outliers em prol do objetivo a ser alcançado.

Referências

- ARNDT, Derek S. State of the Climate in 2018. **Bullentin of The American Meteorological Society**, v. 100, n. 9, p. 5-65, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO – ABAL. A sustentabilidade da Indústria Brasileira do Alumínio. **CNI**, Brasília, 2017.
- CHEN, L; CHEN, Y.; GUI, W. Anode Effect Prediction Based On Collaborative Two-Dimensional Forecast Model In Aluminium Electrolysis Production. **Journal of Industrial and Management Optimzation**, v. 15, n. 2, p. 595-612, 2019.
- CONTE, T.; CONTE, B; OLIEVIRA, R. **Comparação de Modelos Neurais Aplicados para Predição do Efeito Anódico de Fornos de Redução do Alumínio Primário**. In: Conferência Brasileira de Dinâmica, Controle e Aplicações, 2017, São José do Rio Preto – SP.
- CONTE, B.; CONTE, T; OLIEVIRA, R. **Clusterização, Classificação e Predição de “Pré-Efeito Anódico” de Cuba de Redução de Alumínio Primário**. In: Congresso da Sociedade Brasileira da Computação – CSBC, n. XXXIX, 2019, Belém, jul. 2019.
- CONTE, T.; CONTE, B; OLIEVIRA, R. **Uso de Técnicas de Mineração de Dados para Classificação do Efeito Anódico dos Fornos de Redução de Alumínio Primário**. In: 80 Congresso Internacional do Alumínio, 2018, São Paulo.
- CONTE, Thiago. **Modelagem Neural da Resistência Elétrica dos Fornos de Redução do Alumínio**. 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - Programa em Pós Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.
- GRJOTHEIM, K; KVANDE, H. **Introduction to aluminium electrolysis: Understanding the Hall-Hérlout process**. 2. ed. Dusseldorf: Aluminium-Verlag, 1993.
- HUBERT, L., ARABIE, P. Comparing partitions. **Journal of Classification**, v. 2, p. 193-218, 1985.
- KERAS DOCUMENTATION. **Keras: The Python Deep Learning library**. 2020. Disponível em: <https://keras.io>. Acesso em: 07 janeiro 2020.
- ROSENBERG, A.; HIRSCHBERG, J. **V-Measure: A conditional entropy-based external cluster evaluation measure**. 2007, New York.
- SCIKIT-LEAM. **Machine Learning in Python**. 2018. Disponível em: <https://scikit-learn.org/stable/modules/clustering.html>. Acesso em: 08/01/2020.
- SILVA, Antônio. **Modelagem Paramétrica de Cubas Eletrolíticas para Predição do Efeito Anódico**. 2009. 102 f. Curso de Engenharia de Eletricidade, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2009.
- ZHOU, Kaibo et al. **Anode Effect Prediction of Aluminum Electrolysis Using GRNN**. Chinese Automation Congress (CAC). Wuhan, China: IEEE, 2015.



CAPÍTULO 11

LOÇÃO HIDRATANTE CONTENDO ÓLEO DE BORRA DE CAFÉ

MOISTURIZING LOTION CONTAINING COFFEE GROUNDS OIL

Olívia Carlos

José Roberto Delalibera Finzer

Tatiana Aparecida Pereira

Thiago dos Santos Nunes

Resumo

O Brasil é o maior produtor mundial de frutos de café da espécie *Coffea arabica* que produz cafés de qualidade, finos e requintados, possui aroma intenso e rico em óleos. A borra do café é classificada como um resíduo classe II A - não inerte, a qual contém resíduos em parte com solubilidade em água e outros solúveis em outros solventes, biodegradabilidade e combustibilidade. A borra de café é usada como principal matéria prima do estudo dessa pesquisa que consiste em um resíduo sólido na obtenção de solúveis do café. O objetivo deste trabalho foi estudar o uso do óleo de café na fabricação de uma loção hidratante corporal. Utilizando os solventes hexano e álcool etílico para a extração do óleo da borra de café, obteve-se perceptível diferença de quantidade de óleo extraído. O álcool etílico possibilitou melhor rendimento na extração e por ser mais acessível na aquisição e com menor custo, traz benefícios econômicos na implantação de processos. Assim, no trabalho, o óleo da borra foi extraído com álcool etílico, os ingredientes foram misturados e adicionou-se o óleo de café o que gerou a loção hidratante. Na extração, na utilização dos solventes, comparando o hexano e o álcool etílico, foi verificado que com o hexano, a cada 40 g de amostra e 150 ml de hexano, obteve-se 0,9967 g de óleo. Enquanto com o álcool etílico de cada 40 g de amostra e 150 ml de álcool, obteve-se 1,6195 g de óleo. Portanto, considerando a eficiência de separação, o álcool etílico foi selecionado para realização da extração do óleo da borra de café. Na fabricação do cosmético com o emprego do óleo extraído e incorporado à emulsão o pH de 5,1 foi adequado qualitativamente ao contato com a pele humana. Este estudo consiste em uma contribuição para aproveitamento de resíduos agroindustriais para fabricação de produto de utilidade, possibilitando um ganho econômico para uma pequena empresa atuar no ramo de cosméticos.

Palavras chave: Loção Hidratante, Café, Borra de Café.

Abstract

Brazil is the world's largest producer of coffee fruits of the *Coffea arabica* species that produces fine, fine and refined coffees, has an intense aroma and rich in oils. Coffee grounds are classified as class II A waste - non-inert, which contains residues in part with solubility in water and others soluble in other solvents, biodegradability and combustibility. Coffee grounds are used as the main raw material for the study of this research, which consists of a solid residue in obtaining soluble coffee. The objective of this work was to study the use of coffee oil in the manufacture of a moisturizing body lotion. Using the hexane and ethyl alcohol solvents to extract the oil from the coffee grounds, a noticeable difference in the amount of oil extracted was obtained. Ethyl alcohol allowed for better extraction yields and because it is more accessible in acquisition and at a lower cost, it brings economic benefits in the implementation of processes. Thus, at work, the sludge oil was extracted with ethyl alcohol, the ingredients were mixed and coffee oil was added which generated the moisturizing lotion. In the extraction, in the use of solvents, comparing hexane and ethyl alcohol, it was verified that with hexane, each 40 g of sample and 150 ml of hexane, obtained 0.9967 g of oil. While with the ethyl alcohol of each 40 g of sample and 150 ml of alcohol, 1.6195 g of oil was obtained. Therefore, considering the separation efficiency, ethyl alcohol was selected for the extraction of oil from coffee grounds. In the manufacture of cosmetics with the use of extracted oil and incorporated into the emulsion, the pH of 5.1 was qualitatively suitable for contact with human skin. This study consists of a contribution to the use of agro-industrial residues for the manufacture of utility products, enabling an economic gain for a small company to operate in the cosmetics industry.

Key-words: Moisturizing Lotion, Coffee, Coffee Bean.



1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de frutos de café da espécie *Coffea arabica*. O café é rico em óleo, e a variedade arábica contém de 12 a 18%. Grande parte desse óleo é constituída por ácido palmítico, 34,5% e linoleico, 40,3% (TURATTI, 2001). Segundo Fonseca; Gutierrez, 1971, há um mínimo decréscimo do seu teor do estado verde para a borra formada após torração e extração de solúveis, o que sugere que a torração tenha pequena influência na estabilidade dos ácidos graxos.

Aproveitando a borra do café, que é obtida na produção de café solúvel pelas indústrias, pela produção do café coado convencional ou pela produção do café expresso em cafeterias ou residências, é extraído um óleo com um alto teor dos ácidos graxos. Na indústria de café solúvel, para cada tonelada de café verde processada, são gerados 650 kg de borra, e para 1 kg de café solúvel produzido, são gerados 2 kg de borra úmida (VEGRO; CARVALHO, 2006).

Na maioria das residências brasileiras e empresas o resíduo borra de café é descartado como resíduo, o qual poderia ser reaproveitado para fins de elaboração de cosméticos. De acordo com a ABNT NBR 13896:1997 a borra do café é classificada como um resíduo classe II A - não inerte, a qual contém resíduos com solubilidade em água, biodegradabilidade e combustibilidade.

Devido à grande demanda na indústria de cosméticos, o óleo de café é utilizado em muitos produtos dermatológicos, como os óleos de massagem, produtos de banho, loções para a pele, batons, xampus, cremes e sabonetes. O órgão de maior dimensão do corpo humano, é a pele que reveste praticamente toda a superfície corporal constituindo uma barreira eficaz de defesa e regulação, assegurando as relações entre o organismo e o ambiente. A pele que determina o aspecto ou a aparência, imprime caráter sexual e racial e protege o corpo pelo fato de se tratar de uma barreira dotada de resistência, semipermeabilidade e plasticidade. A extração do óleo da borra do café é importante por ser a borra um material bastante rico em matéria insaponificável, sendo o componente mais importante o esteroide, o qual constitui o princípio ativo de muitas propriedades cosméticas desejáveis, como: retenção de umidade, penetração na pele e aderência (OLIVEIRA, 2009).

Foi realizado um projeto de filtro rotativo a vácuo para suporte em processamento industrial, seguindo após a filtração a vácuo do pó de café, posteriormente a secagem, quantificação da massa, resistência borra ao escoamento de água e análises de pH. Esse material foi usado para extrair o óleo de café.

No contexto desse artigo efetuou-se uma revisão bibliográfica para o embasamento da produção do cosmético selecionado. Uma breve descrição da história do café, até o descarte do resíduo em aterros sanitários. Descreve-se a metodologia para a fabricação da loção hidratante corporal. Resultados e discussões abordam

de um modo simplificado dados obtidos no estudo. Ao final descreve-se a conclusão resultante do estudo.

A concepção de reutilização desse resíduo na fabricação de cosméticos gerou o objetivo deste trabalho que foi produzir uma loção hidratante usando o óleo da borra de café gerado em residências ou estabelecimentos comerciais, associado com o gerenciamento de resíduos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O café é um dos produtos agrícolas de maior importância no comércio mundial, sendo majoritariamente produzido nas regiões tropicais e consumido em todo mundo, principalmente, na Europa e Estados Unidos da América. O Brasil consiste no maior produtor e exportador de café no mundo. A maior parte das plantações de café localiza-se na região sudeste, mais especificadamente em Minas Gerais, onde a rápida adaptação ao clima e ao solo propiciou a grande demanda de produção nesta região (ANTÓNIO, 2008).

O café consiste em bebida escura, aromática, não alcoólica, produzida a partir de grãos do fruto do cafeeiro torrados e moídos, sendo a segunda bebida mais popular do mundo, e um terço da população mundial a consome mais do que qualquer outra bebida, à exceção da água. (GEORGE *et al.*, 2008).

Com finalidade de contextualização em operação industrial, um filtro rotativo a vácuo (Figura 1), possibilita a filtração da borra de café após preparação da bebida ou após extração do óleo usando um circuito hermético para recuperação do solvente (McCABE *et. al.*, 2005).

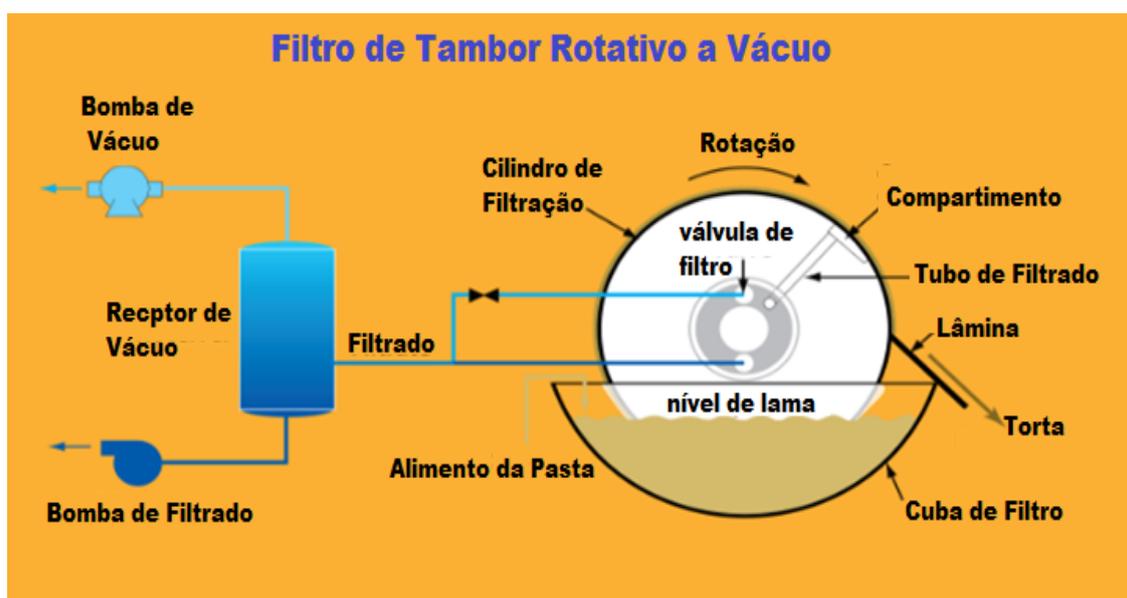


Figura 1: Filtro Rotativo a Vácuo

Como seqüência do estudo de filtração da borra de café após extração de

solúveis, planejou-se efetuar um destino para o resíduo, associado com o gerenciamento de resíduos sólidos. Os resíduos orgânicos da borra e café possuem um teor de óleo de aproximadamente 10 a 15% em massa dependendo da variedade de café (PRATEEPCHAIKUL et al., 2017).

Diariamente toneladas de borra de café são descartados, em residências e empresas que não destinam corretamente esse resíduo, que acaba em aterros sanitários. A borra de café quando descartada em lixo comum, se decompõe e libera gases do efeito estufa, como o metano, que atua no aquecimento global, sendo vinte vezes mais potente que o do CO₂ (Ecycle.com).

É possível evitar a emissão desses gases por meio da compostagem ou, pelo menos, prolongar a vida útil do pó de café com atitudes simples, como usar a borra de café para fertilizar o solo, elaborar uma máscara esfoliante, um aromatizador natural e até mesmo uma tinta atóxica. Neste trabalho planejou-se elaborar a loção hidratante corporal.

2.1 A extração

A extração do óleo proveniente da borra de café usa conceitos de separação de óleos e resinas existentes em vegetais. Geralmente o processo ocorre por utilização de solventes, sendo muito utilizado o hexano e o álcool etílico, que realizam a extração de muitos compostos lipofílicos, entre os quais os óleos essenciais. A temperatura de operação é a de ebulição do solvente usado (MIGOTO, 2018). A Figura 2 ilustra o uso do Soxhlet.

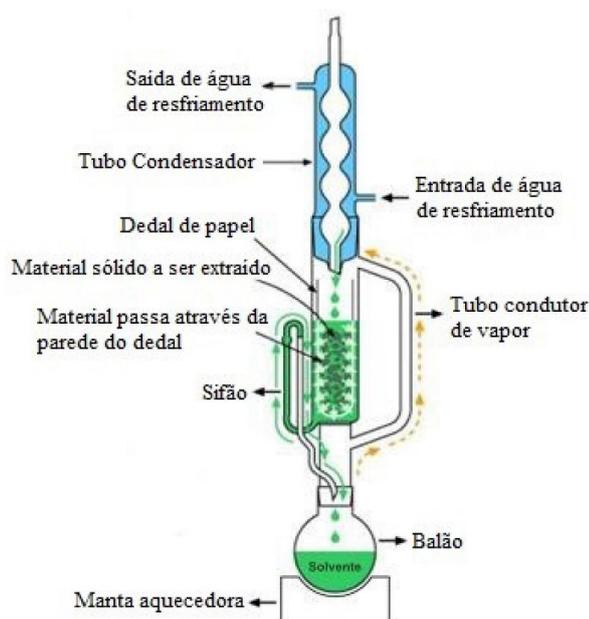


Figura 2: Equipamento Soxhlet

Dentre os compostos provenientes do óleo extraído da borra de café: o ácido esteárico é muito usado por empresas na produção de cosméticos; o ácido oleico,

mais conhecido como ômega-9, o ácido linoleico, o qual ajuda a selar a pele e torná-la impermeável à água, mantendo a umidade na pele durante épocas de baixa umidade no ar; o ácido palmítico, o qual age como antioxidante, além do dihidrobenzofurano, o qual age sobre os receptores de serotonina no cérebro, tendo ação como um antipsicótico e antidepressivo; o 2,3-dimetilbenzofurano, composto responsável pelo perfume característico dos grãos de café e do óleo essencial do café (KORDELOS, 2019).

3. METODOLOGIA

Para a fabricação da loção hidratante com a utilização do óleo extraído da borra do café, serão necessários materiais e componentes.

Vidrarias: Bastão de vidro, béquer; termômetro, vidro relógio; Materiais e Equipamentos: Balança, pHmetro, aquecedor em banho-maria, espátula, papel filtro, agitador magnético ou mecânico; Componentes para a elaboração da loção (100 g): Óleo extraído da borra de café 1 g; Fase oleosa e outros: Lanette 4 g; Mirisola de isopropil 3 g; BHT 0,05 g; Nipazol 0,02 g; Solúveis em água: Propilenoglicol 3 g; Nipajim 0,18 g; EDTA 0,1 g; Água deionizada 89,65 g.

Em um béquer de vidro misturou-se os componentes da fase aquosa e em seguida colocado em banho-maria agitando para homogeneização de todos componentes, sem ultrapassar a temperatura de 70°C para que não comprometa as propriedades dos mesmos.

Em outro béquer de vidro adicionou-se sem misturar todos os componentes da fase oleosa sendo disposto em banho-maria. Assim que os componentes fundiram, retirou-se do banho e acrescentou-se aos poucos a fase aquosa na fase oleosa com agitação, para que uma emulsão seja formada.

Posteriormente após resfriar o produto sob agitação constante adicionou-se se o óleo extraído da borra de café (1 g), agitando até a homogeneização completa da loção hidratante.

Aguarda-se no mínimo 24 horas para se verificar a consistência e estabilidade da loção. O pH para a loção hidratante deve ficar na faixa de 4,5 – 5,5, isso devido ao fato de que o pH normal da pele varia entre 4,6 a 5,8, de acordo com a especialista em cosmetologia Ana Darezzo. A alteração da acidez ou a alcalinidade aumenta a permeabilidade cutânea, porque modifica o pH do manto hidro lipídico natural que é ácido.



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3, mostra os materiais dispostos em banho-maria, o tempo de aquecimento e da fase aquosa de 4 minutos foi ligeiramente maior do que fase oleosa, isto se deve à fase aquosa necessitar estar a temperatura pouco mais elevada do que a fase oleosa para uma formar a emulsão.



Figura 3: Fases oleosa e aquosa em banho-maria

Na Figura 4, indica-se como foi efetuada a mistura com agitação mecânica das fases na formação da emulsão e posteriormente efetuado o acréscimo do óleo da borra de café, seguindo o armazenamento por 24 horas. A Figura 5 consiste no aspecto da loção elaborada.



Figura 4: Mistura dos ingredientes

Considerando aspectos como cor, consistência e aroma devido do óleo de café, o pH do hidratante medido de 5,1, no qual está coerente com o pH da pele humana, em termos desses parâmetros principalmente qualitativos o hidratante possui potencial para uso humano.



Figura 5: Loção finalizada e mantida em repouso por 24h

5. CONCLUSÃO

Para efeito de estudo em reutilização da borra de café com extração de óleo e reaproveitado para uso cosmético, este projeto de pesquisa possibilitou a elaboração de uma loção hidratante que possui potencial para uso humano.

Na extração, a utilização dos solventes, comparando o hexano e o álcool etílico, foi verificado que o hexano, a cada 40 g de amostra e 150 ml de hexano, obteve-se 0,9967 g de óleo. Enquanto o álcool etílico de cada 40 g de amostra e 150 ml de álcool, obteve-se 1,6195 g de óleo. Portanto, o álcool etílico foi selecionado para realização da extração do óleo da borra de café. A quantidade extraída é menor do que a indicada por (Prateepchaikul et al., 2017), pelo fato da borra de café usada neste estudo foi *in natura*, ou seja, contém água residual após a extração dos solúveis do café.

Na fabricação do cosmético com o emprego do óleo extraído e incorporado à emulsão o pH de 5,1 foi adequado ao contato com a pele humana, o procedimento prático estabelecido com orientação de especialista em cosmetologia possibilitou em produto passível e comercialização, devendo-se estabelecer critérios econômicos para estabelecimento do lucro por comparação com produtos similares no mercado.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Uniube (Universidade de Uberaba), à FAPEMIG e ao CNPQ, pelo apoio disponibilizado para realização deste trabalho.

Referências

ABNT NBR 13896:1997. **Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação**. Confirmada em 20/12/2017. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=4829>>. Acesso em julho de 2019.

ANTÓNIO, J. (2008). **O Micro-crédito como ferramenta para o relançamento da cultura do café na região agrícola do Libolo e Amboim (Angola)**; <http://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/609/1/Tese%20JA1.2.pd,acessado> em Janeiro de 2014.

BORRA DE CAFÉ. **Ecycle**. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/57-plastico/1414-borra-de-cafe>>. Acesso em 25 de maio de 2019.

DAREZZO, Ana. **A importância do pH nas formulações**. Química da beleza. Disponível em: <<https://www.quimicadabeleza.com/a-importancia-do-ph-nas-formulacoes/>>. Acesso em novembro de 2019.

FONSECA, H.; GUTIERREZ, L. E. Estudo do teor e composição do óleo de algumas variedades de café (*Coffea arabica* L.). **An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz**, Piracicaba. vol. 28, p. 313-322, 1971.

GEORGE, S. E.; RAMALAKSHMI, K.; RAO, L. J. M. A Perception on Health Benefits of Coffee. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 48, p. 464-486, 2008.

KORDELOS, Ana. **Óleo essencial de café: um aliado poderoso para sua saúde**. Disponível em: <<https://www.dicasdemulher.com.br/oleo-de-cafe/>>. Acesso em: 03 de abril de 2019.

MIGOTO, Jéssica N. Produção de creme hidratante a partir de óleo essencial extraído do amendoim *Arachis hypogaea* L. 2018. 38 f. **Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Química** - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

MCCABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOT, P. **Unit operations of chemical engineering**. 7th ed. Boston. McGraw-Hill, 2005. 1140p.

OLIVEIRA, A. Z. M. Desenvolvimento de formulações cosméticas com ácido hialurônico. 2009. 97f. **Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas)** - Universidade do Porto, Porto. 2009.

SOMNUK, K., EAWLEX, P, PRATEEPCHAIKUL, G. Optimization of coffee oil extraction from spent coffee grounds using four solvents and prototype-scale extraction using circulation process. **Agriculture and Natural Resources**. V. 51 (3) 181-189, 2017.

TURATTI, J. M. Extração e caracterização de óleo de café. In: **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. Vitória. Resumo expandido. Brasília: EMBRAPA Café, p. 1533-1539, 2001.

VEGRO, C. L. R.; CARVALHO, F. C. Disponibilidade e utilização de resíduos gerados no processamento agroindustrial do café. **Inf. Econ.**, v. 24, p. 9-16, 2006.



A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE EDUCACIONAL “APRENDA SCRATCH” NO LETRAMENTO EM PROGRAMAÇÃO POR ALUNOS DE CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA A DISTÂNCIA

USING THE E-LEARN SOFTWARE “APRENDA SCRATCH” TO TEACH
COMPUTER PROGRAMMING TO DISTANCE TECHNICAL COURSE
STUDENTS

Heyder Vágner Ramos

Marcia Oliveira

Marize Lyra Silva Passos

Rodolfo dos Reis Fontes Novais

Resumo

Por apresentar sintaxe complexa e extensa, a programação sempre foi um grande desafio dos cursos que envolvem informática. O software educacional Aprenda Scratch surgiu em 2015 para tentar facilitar o processo de aprendizagem da programação. Trata-se de um software educacional web que auxilia alunos a utilizarem o Scratch de forma independente. O software foi utilizado por 298 alunos do Curso Técnico em Informática à Distância do Ifes. A experiência se mostrou bastante exitosa: 90% afirmou que o Aprenda Scratch facilitou a compreensão dos conceitos da linguagem de programação, enquanto 89% considerou que a experiência serviu para construir uma base para o aprendizado de linguagens mais complexas.

Palavras chave: Software Educacional, Scratch, Programação, Educação à distância.

Abstract

With complex and extensive syntax, programming has always been a great challenge in courses involving computer science. The Aprenda Scratch was developed in 2015 to try to make the learning process of programming easier. It is a web education software that helps students use Scratch independently. The software was used by 298 students of the Technical Course in Informatics at a Distance from Ifes. The experience proved to be quite successful: 90% stated that the Learning Scratch has facilitated the understanding of programming language concepts, while 89% considered that the experience served to build a basis for learning more complex languages.

Key-words: Educational Software, Scratch, Programming, Distance Education.



1. INTRODUÇÃO

A Programação sempre foi um grande desafio dos cursos que envolvem informática, sejam eles de nível técnico ou superior. Por apresentarem sintaxes complexas e extensas, mais adequadas para ambientes de desenvolvimento industrial do que aos meios acadêmicos, as linguagens de programação são de difícil compreensão para a maioria dos alunos, sobretudo àqueles que estão tendo contato com elas pela primeira vez. No Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Colatina, o problema também pôde ser observado nas disciplinas do curso técnico a distância. Em 20 de setembro de 2012 a direção geral do campus publicou a Portaria Nº. 332 com o objetivo de estudar as causas da evasão escolar nos últimos 03 anos. O parecer da comissão constatou o seguinte:

Foi aplicado um questionário aos alunos evadidos para melhor compreender as causas da evasão nos diversos cursos do campus. Para este artigo são de interesse os dados obtidos pela comissão para o curso técnico de Informática a distância. Participaram da pesquisa alunos evadidos nos períodos de 2011/1, 2011/2, 2012/1 e 2012/2. Uma das principais conclusões dessa comissão é que: as disciplinas de programação de computadores são uma das principais causas da evasão, pela sua dificuldade "natural", pela falta de base do ensino médio e até por falta de uma melhor estratégia para tratar conteúdos e desenvolver avaliações por parte do corpo docente. (TEIXEIRA, 2014, p. 4)

Reafirmando os dados percebidos pelo questionário, uma pesquisa finalizada em 2013 no mesmo campus mostrou que os cursos: Técnico em Informática, Tecnologia em Redes de Computadores e Bacharelado em Sistemas de Informação obtiveram altas taxas de evasão, sendo elas de 28,2%, 61% e 24%, respectivamente.

O problema tem sido explicado devido à exigência intelectual que a disciplina requer de seus alunos. Segundo o professor Renan Osório Rios (2015, p. 3), um dos professores do Instituto em questão, "as disciplinas de programação inicial nos cursos de informática possuem conhecimentos que são considerados complexos para serem aprendidos".

O Letramento em programação compreende o desenvolvimento de habilidades iniciais necessárias ao indivíduo que deseje programar em determinada linguagem, ela surge como uma possibilidade de ajudar tais alunos deficitários, já que o desenvolvimento da habilidade de programar poderia auxiliar não somente na própria disciplina de programação, mas além disso, podendo ser úteis a outras áreas como lógica, gramática ou matemática.

O Scratch é uma linguagem que visa tornar o processo de letramento em programação algo mais fácil, intuitiva e se utilizando de elementos gráficos para apoiar o ensino de noções básicas de programação, o projeto é do grupo Lifelong Kinder-



garten no Media Lab do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts), idealizado por Mitchel Resnick e disponível em mais de 150 países.

Diferentemente das linguagens de programação compostas puramente por elementos textuais, o Scratch trabalha com blocos lógicos e itens de som e imagem que são programados e acionados por comandos tipo “clique e arraste”, o que possibilita seu aprendizado até mesmo por crianças.

Tendo em vista a necessidade de ações para melhorar a compreensão dos alunos quanto à linguagem de programação e, sabendo-se da possibilidade do uso da ferramenta Scratch, professores do Ifes campus Colatina levaram aos seus alunos do curso de Redes de Computadores a demanda para a criação de um software educacional que permitisse aos alunos o aprendizado da linguagem de forma mais autônoma.

Destes esforços surgiu em 2014 o software educacional Aprenda Scratch. A seguir veremos como o software foi desenvolvido, como foi utilizado no Letramento em Programação e como esta utilização facilitou a compreensão da linguagem de programação pelos alunos do curso técnico de informática a distância do Ifes.

2. O SOFTWARE EDUCACIONAL APRENDA SCRATCH

O Scratch é uma linguagem simplificada. Ela utiliza blocos lógicos coloridos que podem ser arrastados e encaixados, assim como peças de lego, formando as sequências de programação na tela. A figura 1 mostra uma comparação entre as duas linguagens – *Scratch* com utilização gráfica de blocos e *Hypertext Preprocessor (PHP)*, uma linguagem tradicional em texto.

Apesar dessa simplificação, o Scratch não garante aos alunos compreensão facilitada da lógica de programação, sendo necessário o devido direcionamento na utilização da linguagem. Devido a tal necessidade, o Aprenda Scratch foi desenvolvido no intuito de ser uma plataforma *online* que direcionasse e acompanhasse o aluno da Educação a Distância (EAD) no aprendizado da linguagem Scratch.



LINGUAGEM SCRATCH



LINGUAGEM CONVENCIONAL (PHP)

```

<?php
if ($variavel = 1)
{
echo "O 'Scratch' é uma Linguagem de Programação simplificada";
}

if ($variavel = 2)
{
echo "O 'Aprenda Scratch' ensina como programar com Scratch";
}

if ($variavel = 3)
{
echo "O 'Scratch' é indicado para o Letramento em Programação";
}
?>
    
```

FIGURA 1 - Comparação entre uma linguagem convencional e o Scratch
 Fonte: Dos autores (2018)

No projeto do Aprenda Scratch, os desenvolvedores consideraram o fato de que o aluno de Educação a Distância estaria fazendo o curso sem o auxílio imediato do professor, provavelmente em sua casa, sozinho, em horários alternativos e flexíveis. Foi tomado o devido cuidado para que o curso fosse algo possível de ser realizado nesses moldes, de forma autônoma, bem como que os conteúdos sejam apresentados de forma gradativa. Demonstraremos a seguir algumas das funcionalidade do software.

O software educacional Aprenda Scratch se baseia fundamentalmente em três etapas: 01) acesso a videoaula; 02) Atividade prática a respeito da videoaula; 03) Atividade teórica - resolução de exercícios referentes à videoaula, seguido de exibição de resultados. Além da utilização de recursos de áudio e vídeo, o software se preocupa em não permitir que o aluno pule etapas no processo de aprendizagem. Não é possível acessar a segunda videoaula sem antes acessar e resolver as atividades relativas à primeira, e assim sucessivamente. Deste modo, o software segue desbloqueando as próximas fases na medida em que fases anteriores são concluídas.

A página de exibição da videoaula (Figura 2) exibe um *iframe* de incorporação do vídeo previamente disponibilizado no *Youtube*. Além disso, exibe a opção de visualizar a mesma videoaula feita em uma versão inferior do Scratch, a 1.4. Abaixo da janela de vídeo, temos a opção de baixar a videoaula em qualidade 720p, também em ambas versões. A página de exibição de exercícios (Figura 1) também exibe um *iframe* com os exercícios para cada etapa. Para cada uma das videoaulas do curso é exigido exercício composto por 10 perguntas.

Cada pergunta do bloco de exercícios é baseada no conteúdo anteriormente praticado e composta por uma imagem e quatro opções de resposta, contendo apenas uma opção correta. Ao selecionar a resposta que julga ser correta e acionar o botão "Enviar resposta", o sistema faz a conferência da questão e exibe o resultado instantaneamente, confirmando o acerto ou demonstrando o erro do usuário. O sistema exibe as perguntas aleatoriamente, de modo a evitar que usuários compartilhem entre si as respostas, e registra a pergunta já realizada de modo que o

usuário não responda a mesma pergunta duas vezes.

Também é possível interromper a sessão de exercícios e voltar a ela mais tarde, em uma nova sessão. Entretanto, não é possível refazer uma seção de exercícios.



Figura 2: Página de Exibição da videoaula e exercícios
Fonte: Compilado dos autores (2018)

Como o curso de programação proposto é gradativo e sem mediação direta de tutor ou algo semelhante, a finalidade do controle de meio é impedir que o usuário complete a sequência de exercícios com nota muito baixa e prossiga com o curso sem o devido conhecimento da fase que concluiu. Após finalizar todas as seções de exercício, a página de conclusão aparecerá completa. No exemplo (Figura 03) temos um Usuário de Teste com a totalidade de pontos distribuídos no curso. Nesta fase, o botão "Emitir Certificado" fica ativo, possibilitando que o usuário faça a emissão do comprovante de conclusão em um arquivo *.pdf.

O certificado de conclusão exibe a carga horária do curso (20 horas) e a porcentagem do desempenho geral do concluinte (Figura 03).



Figura 03: Exibição de relatório geral de usuário concluinte. Exemplo de certificado
Fonte: Compilado dos autores (2018)

Além disso, o certificado traz também um código de validação. Cada certificado possui um código único gerado pelo sistema. A validação pode ser efetuada por qualquer pessoa, bastando para isso acessar o *link* e digitar o código alfanumérico descrito no certificado.

Esta funcionalidade foi uma solicitação de um dos professores do Ifes campus Colatina e tem como objetivo evitar a fraude dos certificados, já que exibe os dados de desempenho exatamente como foram obtidos pelo usuário na execução do curso. Deste modo, o professor que recebe os certificados dos alunos pode acessar a página do site e conferir se os dados do certificado são verídicos.

Todas as funcionalidades do software educacional – linguagens de programação e programas utilizados, estrutura de banco de dados, casos de uso e detalhes do desenvolvimento estão descritos na documentação do sistema constante do trabalho de conclusão de curso Aprenda Scratch - Software Educacional Web de Apoio à Introdução ao Aprendizado de Programação, já citado anteriormente, e podem ser acessados por interessados através do *link* <http://aprendascratch.mygamesonline.org>.

3. RELATO DE EXPERIÊNCIA E RECOMENDAÇÕES DE UTILIZAÇÃO

O software foi utilizado por 298 alunos do Curso Técnico em Informática à Distância do Ifes campus Colatina, no primeiro semestre de 2015. Com o auxílio de professores, o software foi disponibilizado aos alunos no início da disciplina de programação. Estes tiveram o prazo de 06 meses para finalizar o curso e submeter o certificado que é gerado no software através do Ambiente Virtual de Aprendizagem (Moodle) do Ifes. Portanto, o Aprenda Scratch, apesar de ser em si um curso de programação inicial, foi utilizado apenas como parte da disciplina de programação do curso técnico. Esta foi a primeira turma do curso que utilizou o software como forma de contato inicial com conceitos da lógica de programação.

Além de finalizar o curso proposto pelo software educacional Aprenda Scratch, que inclui a criação de três jogos distintos, os alunos deveriam, ao final da experiência, desenvolver um jogo totalmente novo e distinto dos que foram aprendidos através do software.

Após o período de utilização do software foi realizada, através de formulário *online*, pesquisa com os usuários do software a fim de medir o grau de satisfação do usuário e eficiência do software. Dos participantes, 34% respondeu que teve contato com outra linguagem de programação antes de utilizar o Aprenda Scratch, 30% depois e 36% não teve contato antes e nem depois. Ou seja, para 66%, o software foi o primeiro contato com a linguagem de programação.

O assunto foi complementado pela questão seguinte que arguiu se o Aprenda



Scratch lhe serviu como base para aprendizado de linguagens mais complexas, visando demonstrar os efeitos externos da utilização do software, isto é, para além do próprio Scratch em si. Destes, 35% responderam “bastante”, 54% “um pouco” e 10% “não facilitou nem atrapalhou”. Apenas 1% escolheu a opção “atrapalhou”, um número significativamente baixo.

Analisando a pontuação dos concluintes do curso (Gráfico 01), numa amostra total de 298 usuários, notou-se que 10% conseguiu nota máxima, perfazendo 100 pontos. A grande maioria dos usuários - 39% - obteve nota considerada muito alta – entre 90 e 99 pontos. Seguidos de 28%, entre 80 e 89 pontos, 12% entre 70 e 79 pontos, 6% entre 60 e 69 pontos, e por fim, apenas 5% dos concluintes obtiveram rendimento considerado baixo, menos de 60 pontos.

Tomando por base os resultados dos participantes, apenas 5% de reprovação, pode-se deduzir que o software Aprenda Scratch conseguiu cumprir bem a proposta de apresentar a Linguagem Scratch, sobretudo considerando que a programação era algo totalmente novo para 66% dos alunos.



Gráfico 01: Pontuação dos alunos no software Aprenda Scratch
Fonte: Dos autores (2018)

Foram aplicadas, também, algumas questões abertas com intenção de complementar os dados quantitativos e proporcionar maior liberdade de expressão aos alunos. Inicialmente, temos que o Aprenda Scratch demonstrou-se efetivo para alguns indivíduos que nunca haviam tido contato com a linguagem de programação:

Achei bastante interessante, pois não conhecia nada a respeito e agora eu consigo entender o funcionamento da linguagem de programação (Aluno Anônimo 1).

O Scratch facilitou bastante a forma inicial de aprendizagem na programação. Aprendemos o que é programação de uma forma bem divertida e legal, fazendo com que aprendêssemos mais, e que gostássemos do que estávamos fazendo (Aluno Anônimo 2).

Houve comentários que revelam entusiasmo e superação na execução do curso, como se observa a seguir:

Achei interessante, principalmente quando comecei a perceber que os comandos usados eram para nos fazer colocar em prática a matéria que estava sendo estudada (Aluno Anônimo 03).

O aprenda Scratch de uma certa forma me ajudou a entender a utilizar os comandos que eu não fazia ideia de como utilizar. É bem complicado de fazer os programas, tem que bastante atenção e ver as video-aulas que dá certo (Aluno Anônimo 04).

Os alunos também emitiram opiniões a respeito das videoaulas e dos exercícios:

Bom, achei uma plataforma bem simples. Com bastante comandos para criar qualquer tipo de jogo. Achei simples pelo fato de ter bastante videoaula que ensina como usar essa plataforma (Aluno Anônimo 05).

Os exercícios estão em um dificuldade boa, e com a ajuda dos vídeos é possível fazer bem (Aluno Anônimo 06).

Quanto a outras observações consideradas importantes, podemos destacar:

Achei muito interessante, pois sou pedagoga do ensino fundamental e o professor de tecnologia começou a ensinar programação no Scratch para os alunos e eles apresentaram bastante facilidade para aprender (Aluno Anônimo 07).

Deste modo, fica notória a aceitação do Scratch como ferramenta de introdução a programação inicial, destacando-se por sua simplificação do conteúdo e por sua apresentação da lógica de programação de forma mais facilitada e didática.

4. RESULTADOS E REFLEXÕES

O *Aprenda Scratch* surgiu de uma demanda levantada por professores do Ifes campus Colatina, no ano de 2014. Observava-se grande dificuldade nas disciplinas de programação pelos alunos que ingressavam nos cursos que envolviam informática, por conter conteúdos considerados complexos para serem aprendidos. O problema se agravava mais quando se tratava de um curso a distância, já que não é possível contar com contato direto com o professor para sanar dúvidas. Por muitas vezes, a dificuldade com programação foi fator de desestímulo e até de desistência, gerando evasão nos cursos.

Como vimos, o software se utiliza da linguagem Scratch, que é baseada em elementos gráficos, para tornar o aprendizado dos conceitos de programação mais facilitado. Os resultados tem sido maior facilidade no entendimento da lógica de programação, bem como menor resistência por parte dos alunos no contato com o conteúdo.



Como a experiência foi exitosa no curso de Informática à Distância, professores decidiram utilizar o software também no início do semestre nas turmas de Técnico em informática para Internet integrado ao Ensino Médio desde 2015, a disciplina de programação tem duração de um ano e o software é utilizado no início, durante dois meses. Ele já foi aplicado nas turmas M-10 (36 alunos), M-15 (21 alunos), M-16 (22 alunos), M-17 (26 alunos) e M-18 (24 alunos). Há uma previsão para que o software continue sendo utilizado no ano de 2019, tanto no curso de informática a distância quanto no ensino médio integrado.

Finalizando, o professor da disciplina disse o seguinte:

Acredito que o site *Aprenda Scratch* foi um sucesso porque foi feito a partir de um TCC do campus Colatina, foi implementado na prática num curso nosso a distância, no qual os alunos não conheciam o Scratch, utilizaram o site e falaram “super bem”, facilitou o andamento da disciplina por que os alunos aprenderam primeiro a programar por meio de blocos para só depois aprenderem através da digitação com Python.

Pode-se perceber, através dos comentários feitos pelos alunos durante e depois da experiência com o software e através da opinião do professor da disciplina de programação do curso técnico de informática a distância, que o software educacional *Aprenda Scratch* cumpre bem o seu papel como ferramenta que visa a simplificação dos conceitos da linguagem de programação. Tanto que foi expandido a outro curso, como o Técnico em Informática para Internet integrado ao Ensino Médio, que é presencial.

Como o software é *online* e gratuito (<http://aprendascratch.mygamesonline.org>), torna-se plenamente viável a adaptação desta experiência nas disciplinas de programação de outros cursos e instituições. Inclusive, há possibilidade do uso do software de forma independente, até mesmo sem a mediação do professor, já que o software detém, como vimos no desenvolvimento deste texto, mecanismos para garantir o aprendizado gradual e controlado dos alunos *online*.

Espera-se que esta experiência sirva de exemplo e inspiração para alunos e professores começarem a utilizar o Aprenda Scratch como ferramenta para o aprendizado dos conceitos de programação e para a criação de uma base para o entendimento de linguagens de programação mais complexas.



Referências

LAUDON, K. C., & LAUDON, J. P. **Sistemas de Informação**. LTC Editora, 4ª Edição Rio de Janeiro, 1999.

OLIVEIRA, Márcia Gonçalves de et al. **O Moodle de Lovelace: Um Curso a Distância de Python Essencial, Ativo e Prático para Formação de Programadoras**. Women in Information Technology (WIT_CSBC), [S.l.], v. 12, n. 1/2018, jul 2018. Disponível em: <<http://portaldeconteudo.sbc.org.br/index.php/wit/article/view/3375>>. Acesso em: 01 dez. 2018.

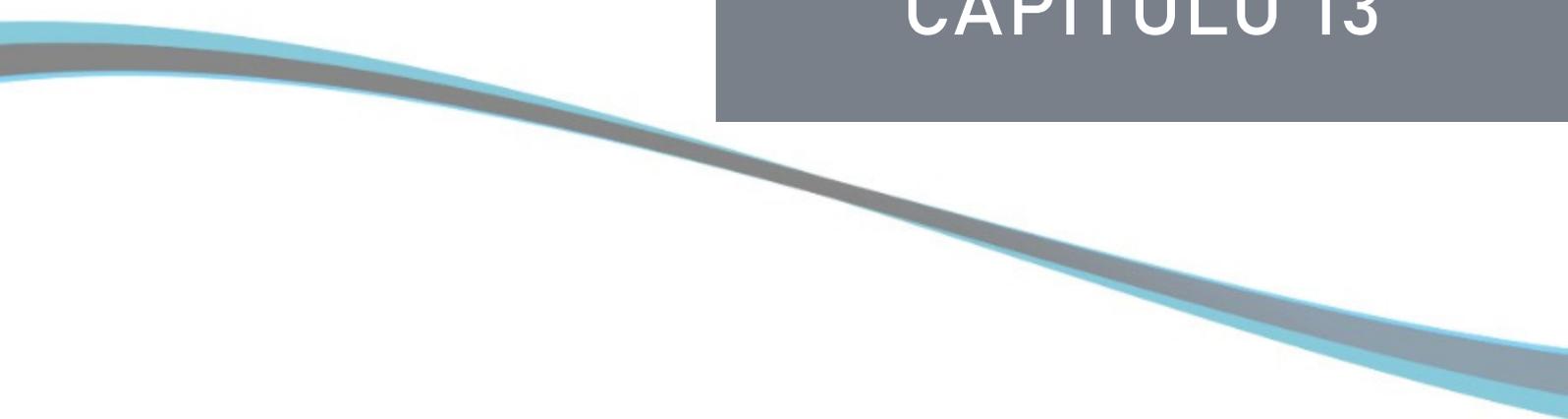
PAPERT, Seymour. **LOGO: Computadores e Educação**. Editora Brasiliense, 4ª Edição, São Paulo, 1985.

RIOS, Renan Osórios. **Projeto de Extensão para o Aprendizado das Competências Acadêmicas em Programação Inicial**. Colatina, 2015.

SOUSA, R. P., MOITA, F. M., & CARVALHO, A. B. **Tecnologias Digitais na Educação**. Campina Grande: 2011.

TEIXEIRA, Giovany Frossard. **WebAvOO Um Processo Avaliativo Formativo Adaptativo ao Ensino a Distância, Implementação em Disciplina de Programação Orientada a Objetos**. Acesso em 28 nov de 2018, disponível em <<http://sistemas3.sead.ufscar.br/ojs/index.php/2014/article/viewFile/459/200>>





CAPÍTULO 13

SELEÇÃO DE MICRORGANISMOS PRODUTORES DE ÁCIDO LÁCTICO COM SUBSTRATOS ALTERNATIVOS

SCREENING OF LACTIC ACID PRODUCING MICROORGANISMS WITH
ALTERNATIVE SUBSTRATES

Elda Sabino da Silva
Luiz Roberto Magossi
Maria Alice Alves Wada
Sérgio Fernandes

Resumo

Por conta da disponibilidade e baixo custo, biomassas vegetais e outros resíduos têm sido utilizados por indústrias biotecnológicas como substratos para obtenção de produtos de maior valor agregado. Este trabalho selecionou microrganismos produtores de ácido láctico utilizando hidrolisado de biomassa de cana-de-açúcar ou glicerol bruto, resíduos das indústrias sucroalcooleiras e de biodiesel, como substratos para seu crescimento. Ácido láctico é matéria-prima para a produção de plástico biodegradável e biocompatível, produto com alto valor agregado. Foram testadas 14 linhagens de coleções, em cultivos de 48 h conduzidos a 30 °C e 37 °C, com soluções iniciais de 20 g.L⁻¹ de açúcares ou 10 g.L⁻¹ de glicerol. Dos ensaios que utilizaram hidrolisado, quatro cepas produziram quantidades de ácido láctico entre 2,0 g.L⁻¹ e 4,5 g.L⁻¹. Já com glicerol, uma linhagem apresentou produção de 3,5 g.L⁻¹ de ácido láctico, enquanto as restantes produziram concentrações abaixo de 1,0 g.L⁻¹. Este estudo inicial identificou, nas linhagens avaliadas, algumas cepas que apresentaram potencial para o desenvolvimento de um processo biotecnológico escalonável de produção de ácido láctico que utiliza substratos alternativos de baixo custo, como o hidrolisado de cana-de-açúcar ou glicerol bruto.

Palavras chave: Ácido láctico, hidrolisado, glicerol bruto, biomassa de cana-de-açúcar.

Abstract

Owing to the availability and low cost, vegetable biomasses and other residues have been used by biotechnology industries as substrates for achieving higher added value products. This work screened lactic acid producer microorganisms using hydrolyzed sugarcane biomass or crude glycerol, sugar-alcohol, and biodiesel industry residues, as substrates for their growing. Lactic acid is raw material to produce biodegradable and biocompatible plastic, a high added value product. There were tested 14 strains of collections in 48 h cultures performed at 30 °C and 37 °C, from starting solutions of 20 g.L⁻¹ of sugars or 10 g.L⁻¹ of glycerol. Of the assays that used hydrolysate, four lineages produced amounts of lactic acid between 2.0 g.L⁻¹ e 4.5 g.L⁻¹. Whilst with glycerol, one strain showed production of 3.5 g.L⁻¹ of lactic acid, while the remaining produced concentrations below 1.0 g.L⁻¹. This initial study identified, among the strains evaluated, some lineages that presented potential for the development of a scalable biotechnological process for lactic acid production that uses low cost substrates, as hydrolyzed sugarcane biomass or crude glycerol.

Key-words: Lactic acid, hydrolysate, crude glycerol, sugarcane biomass.



1. INTRODUÇÃO

No Brasil há uma grande produção de resíduos da indústria de álcool e açúcar além dos resíduos da produção de biodiesel. A possibilidade de utilização destes resíduos apresenta grande possibilidade de desenvolvimento biotecnológico com potencial diminuição de custo de insumos. A necessidade da substituição de processos químicos por biotecnológicos juntamente com a utilização de resíduos industriais atendendo uma demanda mundial de preservação e reutilização com incremento de valor tem levado à busca de novas linhagens microbianas para processos biotecnológicos com vista a essa demanda.

A busca por diferentes produtos de alto valor agregado tem produzido muitas pesquisas e o ácido láctico (AL) tem sido um dos produtos demandados. A vasta utilização do AL entre as várias áreas industriais incluindo as indústrias cosméticas e farmacêuticas, na produção de produtos químicos oxigenados, reguladores de crescimento de plantas, e produtos químicos intermediários especiais (OSHIRO, et al., 2009; SINGHVI, et al., 2010; TASHIRO, et al., 2011). Além destas aplicações o AL é uma alternativa promissora como substituto dos materiais plásticos provenientes da indústria petroquímica por suas propriedades como biodegradabilidade e biocompatibilidade (BERNARDO et al., 2016; MARTINEZ et al., 2013).

Comparado à síntese química, o processo biotecnológico para a produção de ácido láctico oferece várias vantagens: baixos custos de substrato, temperatura de produção e consumo de energia (DATTA & HENRY, 2006). Celulose, hemicelulose e amido são os mais abundantes compostos no mundo, e quando hidrolisados são fermentáveis por vários microrganismos. A hemicelulose, entretanto, quando processada, contém pentoses, que dão origem a subprodutos como acetato e etanol, podendo diminuir o rendimento de AL (HOFVENDAHL & HAHN-HAGERDAL, 2000).

Matérias-primas baratas são essenciais para a viabilidade da produção biotecnológica porque os produtores de polímeros e outros usuários industriais geralmente requerem uma grande quantidade, a um custo relativamente baixo. O uso de matéria-prima de baixo custo, não-alimentar, para a produção de ácido láctico parece ser mais atraente, porque não têm impacto na cadeia de oferta de alimentos. Hoje em dia, os materiais lignocelulósicos de origem agrícola, agroindustrial e florestal representam uma fonte de matéria-prima de carboidratos potencialmente barata e renovável para a fermentação em grande escala para a produção de ácido láctico devido a sua abundância, baixo preço, alto conteúdo de polissacarídeo e renovável (TANIGUCHI et al., 2005; WYMAN, 1999; DUFF & MURRAY, 1996; PARAJÓ et al., 1996). No entanto, a celulose e hemicelulose não estão diretamente disponíveis para a bioconversão de ácido láctico devido a sua íntima associação com a lignina (SCHMIDT & THOMSEN, 2002) e à falta de enzimas hidrolíticas em bactérias ácido lácticas (TOKUHIRO et al., 2008).



Muitos microrganismos (bactérias/fungos) são descritos como capazes de fermentar açúcares e produzir ácido láctico como, por exemplo, o grupo dos cocos Gram positivos: *Lactococcus* sp, *Enterococcus* sp, *Pedococcus* sp, *Sacharococcus* sp e *Streptococcus* sp. Os formadores de endósporos: *Bacillus* sp e *Sporolactobacillus* sp e os não esporulados *Lactobacillus* sp (YADAV et al., 2011).

Nos seres humanos e outros mamíferos, apenas o isômero L-(+) está presente, enquanto que os D-(-) - e L-(+) -, ambos os enantiômeros, podem ser sintetizados usando cepas bacterianas apropriadas. A maior parte do ácido láctico comercial do mundo é preparada pela fermentação de carboidratos por bactérias, usando micróbios homolácticos (cujo processo metabólico obtém o ácido láctico como único produto de fermentação da glicose), como uma variedade de cepas modificadas ou otimizadas do gênero *Lactobacilli*.

Um fator crucial para a indústria é a produção de um único enantiômero ou pureza óptica do ácido láctico. Inúmeros estudos têm sido realizados para uma produção biotecnológica de um produto opticamente puro. Um dos gargalos para esta produção é o custo do substrato, problema este que pode ser resolvido com a utilização de materiais mais baratos, como os de fontes renováveis. Com esta perspectiva vários autores têm se dedicado a buscar microrganismos capazes de utilizar estes materiais com matéria-prima para a produção de ácido láctico (GAO et al., 2011)

Este trabalho teve por objetivo a seleção de microrganismos com capacidade de metabolizar o hidrolisado de bagaço de cana-de-açúcar e o glicerol bruto da produção de biodiesel e produzir ácido láctico.



2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Microrganismos

Foram utilizadas 14 linhagens de coleção de cultura, listadas na Tabela 1, que apresenta também as temperaturas de cultivo específicas para cada linhagem.

Microrganismos	Linhagens		Identificação	Temperatura
			IPT	(°C)
<i>B. coagulans</i>	1	NRRL B-768	965	37
	2	NRRL NRS-609	977	37
<i>B. smitthii</i>	3	NRRL NRS-140	966	37
<i>P. macquariensis</i>	4	N R R L B-14306	967	30
<i>P. polymyxa</i>	5	NRRL B-369	968	30
<i>L. brevis</i>	6	NRRL B-4527	969	30
	7	IAL 2358	980	37
<i>L. pentosus</i>	8	NRRL B-227	971	30
<i>P. acidilactici</i>	9	NRRL B-1117	973	30
<i>E. mumdtii</i>	10	N R R L B-51316	976	30
<i>B. licheniformis</i>	11	IAL 060	979	37
<i>L. lactic sps. lactis</i>	12	IAL 1670	981	37
<i>B. macerans</i>	13	IAL 61	982	37
<i>L. rhamnosus</i>	14	IAL 1883	983	37

Tabela 1. Identificação dos microrganismos e temperatura de cultivo.

Fonte: Autores

2.2 Meio de cultura

O meio de cultura utilizado segundo Costa et al. (2008) é composto por (g.L⁻¹): 5,0 Peptona; 5,0 Extrato de levedura; 2,0 K₂HPO₄; 0,2 MgSO₄ . 7H₂O; 0,01 MnSO₄, acrescido das fontes de carbono alternativas em 20 g.L⁻¹ para o hidrolisado e 10 g.L⁻¹ para o glicerol bruto como concentração inicial.

2.3 Hidrolisado de biomassa de cana-de-açúcar e glicerol bruto

O hidrolisado foi obtido por pré-tratamento com explosão a vapor do bagaço de cana-de-açúcar a 18 bar/ 4 min. Após a explosão o bagaço foi lavado com água por duas vezes com volume conhecido. O volume obtido foi concentrado à vácuo a 70 °C e 500 mmHg. Posteriormente, o concentrado foi hidrolisado em pH 2 em autoclave a 121 °C por 40 min, e após o resfriamento o pH foi corrigido para 6,0 com Ca(OH)_2 .

A composição do hidrolisado foi determinada segundo metodologias do NREL (2008) e análise elementar por ICP.

O glicerol bruto foi obtido de uma planta de produção de biodiesel.

2.4 Ensaios em agitador rotativo

Os cultivos foram realizados em frascos Erlenmeyers de 250 mL com 50 mL de meio de cultura sob agitação de 200 rpm e nas temperaturas específicas de cada linhagem. O crescimento dos cultivos foi acompanhado pelas medidas de densidade óptica a 600 nm.

2.5 Dosagem de açúcares

As determinações dos açúcares monoméricos liberados foram realizadas em sistema de cromatografia em fase líquida, utilizando uma coluna Shodex[®] SC1011 para separação, água ultrapura como fase móvel e detector de índice de refração para identificação dos analitos.

As amostras foram filtradas em filtro 0,45 mm e cartucho Sep-Pak C_{18} para remoção de compostos derivados da lignina. A faixa da curva de calibração de açúcares variou de 0,1 a 3,5 g.L⁻¹.

2.6 Dosagem de Furfural e Hidroximetil furfural

Foi realizada por cromatografia em fase líquida utilizando um detector de ultravioleta em um comprimento de onda de 276 nm e coluna C_{18} Luna Phenomenex[®]. A amostra foi filtrada em filtro 0,45 mm. A faixa da curva de calibração foi de 1,0



a 25 mg/L.

2.6 Dosagem de ácido acético

Foi realizada por cromatografia em fase líquida utilizando coluna Shodex® SH1011 para separação, ácido sulfúrico 0,05 mol/L e detector de índice de refração para identificação dos analitos. A faixa da curva de calibração de ácido acético foi de 0,1 a 3,5 g.L⁻¹.

2.7 Dosagem de ácido láctico e identificação dos isômeros D e L

A determinação dos isômeros D(-) e L(+) de ácido láctico foi realizada por cromatografia em fase líquida em uma coluna Phenomenex® Chirex 3126 D – penicillamine, utilizando como fase móvel solução de CuSO₄ 2 mmol/L em 5 % de isopropanol e detector de ultravioleta com detecção no comprimento de onda de 254 nm. A curva de calibração foi construída na faixa de 1 a 1000 mg/L de cada isômero.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando se propõe utilizar substratos alternativos em processos biotecnológicos é necessário superar os desafios dos componentes da composição dos mesmos, muitas vezes substâncias que são tóxicas e inibidoras do crescimento dos microrganismos. No hidrolisado de materiais hemicelulósicos, a inibição deve-se principalmente a presença de compostos fenólicos, furfural e hidroximetilfurfural (HMF), originados durante a preparação da biomassa (PALMQVIST & HÄHN-HAGERDAL, 2000).

Na Tabela 2 observa-se que o protocolo estabelecido propiciou um hidrolisado com alta concentração de xilose e baixa concentração de compostos fenólicos, garantindo assim uma fonte de carbono com potencial para o desenvolvimento de um processo biotecnológico. Alguns ácidos orgânicos também foram formados como subprodutos das reações.



Elemento	Concentração (g.L⁻¹)
Xilose	90,3 ± 0,1
Xilo-oligômeros	2,0 ± 0,7
Glicose	17,3 ± 0,0
Glico-oligômeros	0,2 ± 0,2
Arabinose	6,3 ± 0,0
Celobiose	7,9 ± 0,0
Ácido Acético	17,5 ± 0,3
Ácido Fórmico	6,1 ± 0,4
Furfural	0,0 ± 0,0
HMF	0,3 ± 0,0
Lignina Solúvel	9,1 ± 0,4

Tabela 2. Composição do hidrolisado hemicelulósico.
Fonte: Autores

A composição elementar do hidrolisado apresentada na Tabela 3 foi considerada como suplementação dos nutrientes na composição do meio de cultivo.

Elemento	Teor (mg/ Kg)
Cálcio (Ca)	68 ± 4
Cromo (Cr)	< 1
Ferro (Fe)	24 ± 6
Fósforo (P)	43 ± 6
Magnésio (Mg)	66 ± 6
Manganês (Mn)	3,8 ± 0,3
Potássio (K)	163 ± 16
Sódio (Na)	9 ± 2
Zinco (Zn)	< 5

Tabela 3. Composição elementar do hidrolisado hemicelulósico.
Fonte: Autores

Para o glicerol bruto utilizado nos experimentos foi considerado o cloreto de sódio que se encontra na concentração de 5,9 % em uma solução com 80 % de glicerol.

A estratégia de seleção das linhagens se baseou na capacidade de crescimento no meio de cultura adicionado com os substratos alternativos, comparando-se o crescimento e a formação do produto com os obtidos em culturas realizadas com glicose.

A Figura 1 apresenta a diferença de crescimento em 48 h de cultivo para cada uma das linhagens nas três fontes de carbono ofertadas. Observa-se que com o hidrolisado todas as linhagens apresentaram algum crescimento, mesmo que este seja bem pequeno. Dentre estas, destaca-se as linhagens IPT 965 e IPT 977 com crescimento igual ou melhor que com glicose.

Quando observamos o crescimento com glicerol bruto apenas as linhagens IPT 981 e IPT 983 não apresentaram crescimento, enquanto que todas as outras

se mostraram em sua maioria até melhores em crescimento quando comparadas com a glicose.

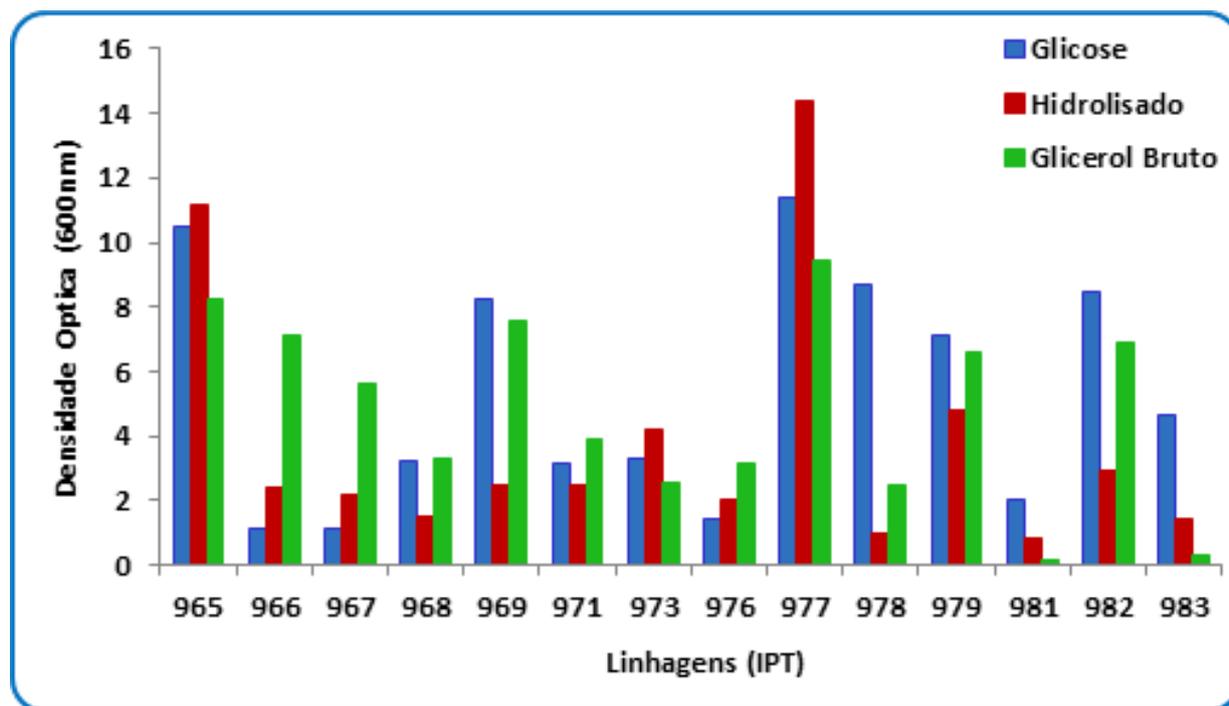


Figura 1. Crescimento celular em glicose, hidrolisado de biomassa de cana-de-açúcar e em glicerol bruto.

Na maioria das linhagens não se observa que houve alguma interferência pela composição das fontes alternativas utilizadas. Segundo Narayanan et al. (2004), microrganismos que têm capacidade para fermentar matérias-primas baratas rapidamente não necessitam de grande quantidade de nutrientes nitrogenados, proporcionam altos rendimentos do ácido láctico estereoquímico sob condições de baixo pH e alta temperatura, produzem pequenas quantidades de massa celular e outros subprodutos, e por estas características são industrialmente desejáveis.

Quando observamos a produção de ácido láctico apresentada na Figura 2, podemos notar que as linhagens IPT 971, IPT 976, IPT 978, IPT 981 e IPT 983 produziram quantidades acima de $2,0 \text{ g.L}^{-1}$ de ácido láctico, sendo a maior produção para a linhagem IPT 971 com $4,5 \text{ g.L}^{-1}$, utilizando o hidrolisado como fonte de carbono.

Para o glicerol a melhor produção se deu com a linhagem IPT 973 com concentração de $3,5 \text{ g.L}^{-1}$, as outras apresentaram concentrações abaixo de $1,0 \text{ g.L}^{-1}$. No entanto, pode-se dizer que apesar da baixa produção, este substrato alternativo poderia ser uma opção com os devidos estudo de melhoria do processo biotecnológico.

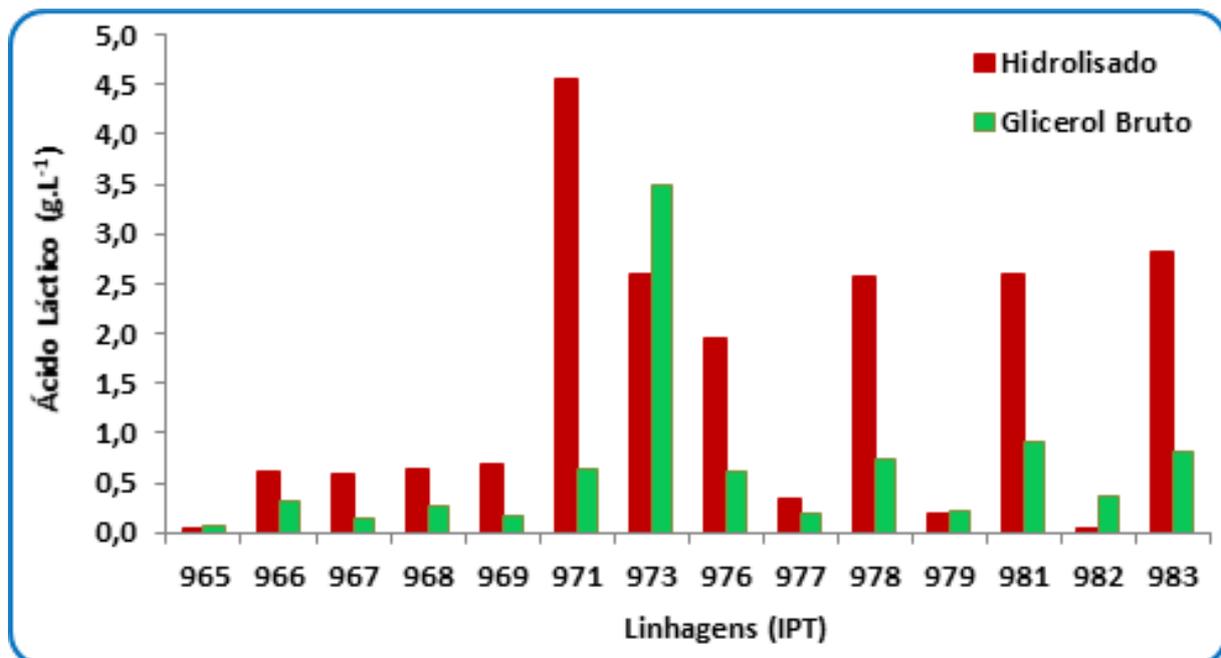


Figura 2. Produção de ácido láctico com hidrolisado de biomassa de cana-de-açúcar e glicerol bruto.

Embora tenhamos para algumas linhagens uma produção muito pequena de ácido láctico, os resultados ainda assim são satisfatórios do ponto de vista da seleção de linhagens. A produção de ácido láctico usando processo fermentativo tem a possibilidade de produzir diferentes isômeros dependendo das condições de fermentação. Um polímero amorfo é obtido pela polimerização de uma mistura racêmica de ácido L-(+) ou D-(-) láctico e um polímero com características mais estáveis e cristalino pode ser obtido iniciando-se com ácido L-(+) - láctico ou ácido D-(-) - láctico para a obtenção dos poli (ácido L-láctico) (PLLA) e do poli (ácido D-láctico) (PDLA), respectivamente (GAO et al, 2011; HOFVENDAHL & HAHN-HAGERDAL, 1997).

A produção do ácido láctico opticamente puro pode ser obtido por fermentação dependendo da linhagem utilizada e das condições de processo (HOFVENDAHL & HAHN-HAGERDAL, 2000). Nas Figuras 3 e 4, podemos observar a capacidade de cada linhagem na formação dos isômeros ácido L-(+) ou D-(-) láctico.

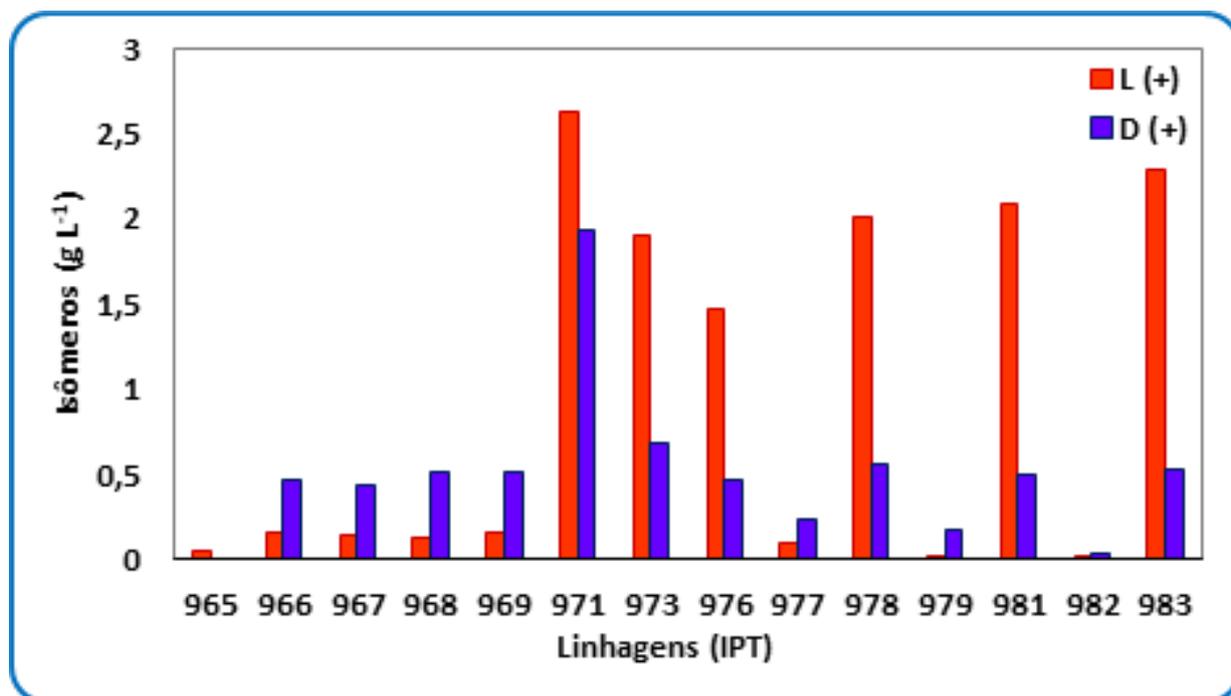


Figura 3. Produção dos isômeros levógiro e dextrógiro de ácido láctico a partir de hidrolisado.

Nota-se que com a utilização do hidrolisado de bagaço de cana-de-açúcar, nas linhagens que apresentaram maiores produções, houve principalmente a formação do isômero Levógiro (L-+). A linhagem IPT 971 possui uma característica de produção racêmica, onde as duas frações são praticamente iguais. Entretanto, as demais linhagens apresentam características que podem direcionar os estudos para a produção de um produto com especificidade para determinadas aplicações.

Entretanto quando observamos os resultados apresentados na Figura 4 verificamos que das 14 linhagens testadas, seis delas não produziram a forma L(+), embora a produção tenha sido pequena, produziu especificamente a forma D(-). A linhagem IPT 973 se destacou com a maior produção na forma L(+).

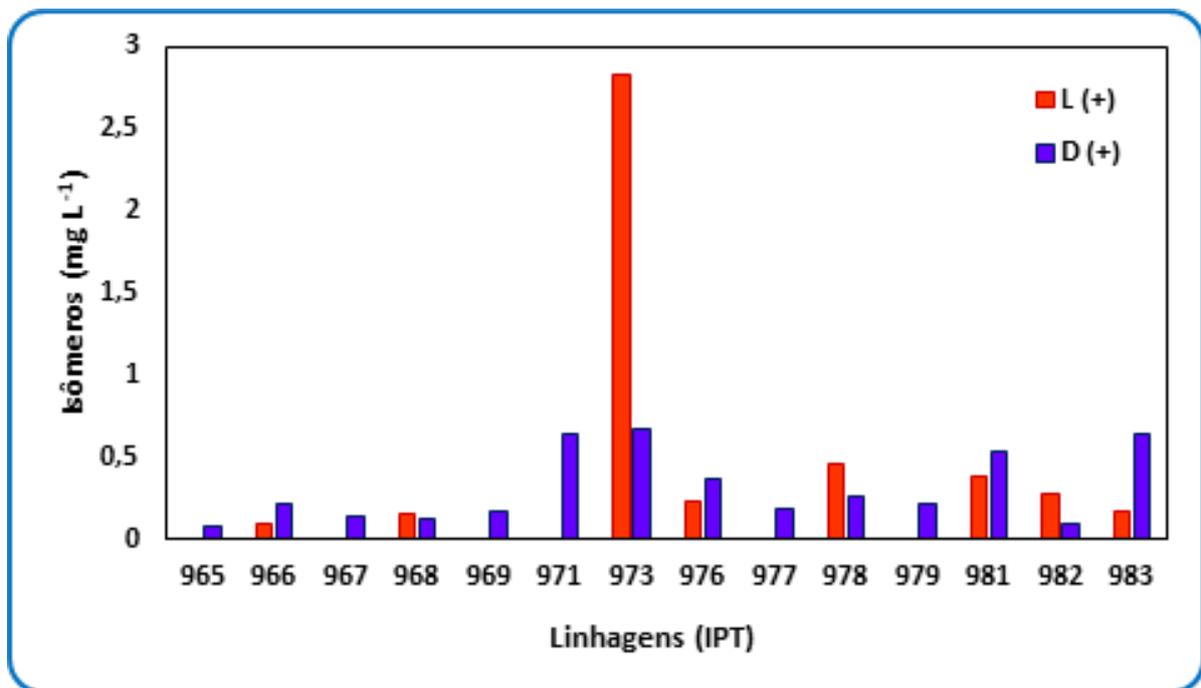


Figura 4. Produção dos isômeros levógiro e dextrógiro de ácido láctico a partir de glicerol bruto.

A distinção da formação do produto verificada nos resultados acima estabelece pressupostos para um desenvolvimento biotecnológico de produção de ácido láctico opticamente ativo a partir de substratos alternativos como o hidrolisado e o glicerol bruto contrastando com a síntese química, que sempre resulta em uma mistura racêmica.

O uso desses recursos renováveis também pode trazer o benefício de não produzirem dióxido de carbono como subproduto da fermentação, em contraste com as fontes baseadas em petróleo e combustíveis fósseis (HOFVENDAHL & HAHN-HAGERDAL, 2000).

A produção comercial de ácido láctico usando tecnologia de fermentação depende principalmente do custo da matéria-prima utilizada. Portanto, é necessário selecionar uma matéria-prima, preferencialmente, com determinadas características: baixo custo, taxa rápida de fermentação, menor quantidade de contaminantes, alto rendimento da produção de ácido láctico, pouca ou nenhuma formação de subprodutos e disponibilidade (RANDHAWA et al., 2012).

4. CONCLUSÕES

Com este trabalho pode-se verificar que a estratégia adotada para identificar cepas potenciais produtoras de ácido láctico com os substratos alternativos utilizados demonstrou-se promissora.

O preparo do hidrolisado da biomassa de cana-de-açúcar foi eficiente na obtenção de açúcares com baixa concentração de componentes inibitórios.

O crescimento celular das cepas foi melhor ao se utilizar glicerol bruto como substrato. Para as linhagens crescidas em hidrolisado, IPT 965 e IPT 977 apresentaram maior crescimento quando comparadas as cultivadas com glicose ou glicerol bruto.

Em relação à produção de ácido láctico, os melhores resultados foram obtidos com a utilização de hidrolisado como substrato. As cepas IPT 973, 978, 981 e 983 produziram quantidades acima de 2,0 g.L⁻¹, enquanto a IPT 971 apresentou a maior produção, de 4,5 g.L⁻¹. Com glicerol, apenas a IPT 973 produziu 3,5 g.L⁻¹, as outras cepas permaneceram abaixo 1,0 g.L⁻¹.

As cepas apresentaram maior produção do isômero ácido L-(+) láctico nos cultivos que utilizaram hidrolisados, ao passo que nos cultivos que utilizaram glicerol bruto, apenas a linhagem IPT 973 produziu esta forma em maior quantidade, cerca de 80 % do total. Seis das linhagens testadas com glicerol bruto produziram apenas a forma D(-).

Referências

BERNARDO, M. P.; COELHO, L. F.; SASS, D. C.; CONTIERO, J. L-(+)-Lactic acid production by *Lactobacillus rhamnosus* B103 from dairy industry waste. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.47, p.640-646, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjm.2015.12.001>

COSTA V. M., BASSO T. O., ANGELONI L. H. P., OETTERER M., BASSO L.C. Produções de ácido acético, etanol e dos isômeros óticos do ácido láctico por linhagens de *Lactobacillus* isoladas de fermentações alcoólicas industriais. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 503-509, 2008.

DATTA, R., HENRY, M. Lactic acid: recent advances in products, processes and technologies - a review. **J. Chem. Technol. Biotechnol.** 81, 1119-1129, 2006.

Determination of Extractives in Biomass - **Technical Report NREL/TP - 510-42619**, 2008.

DUFF, S.J.G. & MURRAY, W.D. "Bioconversion of forest products industry waste cellulosic to fuel ethanol: a review". **Bioresource Technology** 83, 1-11, 1996.

GAO, C., MA C., XU, P. "Biotechnological routes based on lactic production from biomass". **Biotechnology Advances**, 29; p. 930-939, 2011.

HOFVENDAHL, K.; HAHN-HAGERDAL, B. L-Lactic acid production from whole wheat flour hydrolysate using strains of *Lactobacilli* and *Lactococci*. **Enzyme and Microbial Technology**, v.20, p.301-307, 1997.

HOFVENDAHL, K.; HANA-HÄGERDAL, B. Factors affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources. **Enzyme and Microbial Technology**; v. 26; p. 87-107, 2000.

KLINKE H. B.; AHRING B. K.; SCHMIDT A. S.; THOMSEN A. B. Characterization of degradation products from alkaline wet oxidation of wheat straw. **Bioresource Technology**, n.82, 15-26, 2002.

LIPINSKY, E.S.; SINCLAIR, L.G. Is lactic acid a commodity chemical? **Chem Eng Prog.** v.1986;82, p.:26-32. 1986.

MARTINEZ, F. A. C.; BALCIUNAS, E. M.; SALGADO, J. M.; GONZALEZ, J. M. D.; CONVERTI, A.; OLIVEIRA, R. P. S. Lactic acid properties, applications and production: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v.30, p.70-83, 2013.

NARAYANAN, N.; ROYCHOUDHURY, P.K. and SRIVASTAVA, A. Isolation of *adh* mutant of *Lactobacillus rham-*



nosus for production of L(+) Lactic acid. Electronic Journal of Biotechnology [online]. 15 April 2004, vol. 7, no. 1]. Available from Internet: <http://www.ejbiotechnology.info/content/vol7/issue1/full/7/index.html>. ISSN 0717 3458.

OSHIRO, M., SHINTO, H., TASHIRO, Y., MIWA, N., SEKIGUCHI, T., OKAMOTO, M., ISHIZAKI, A., SONOMOTO, K. Kinetic modeling and sensitivity analysis of xylose metabolism in *Lactococcus lactis* IO1. **J. Biosci. Bioeng.** 108, p.376–384, 2009.

PALMQVIST, E.; HAHN-HÄGERDAL, B. "Fermentation of lignocellulosic hydrolysates. I: Inhibition and detoxification." **Bioresource Technology**; v. 74; p. 17-24, 2000.

PARAJÓ, J. C., DOMÍNGUEZ, H., AND DOMÍNGUEZ, J. M. "Charcoal adsorption of wood hydrolyzates for improving their fermentability: influence of the operational conditions". **Bioresource Technology**, 57(2), 179-185; 1996.

RANDHAWA, M. A., AHMED, A., & AKRAM, K. Optimization of lactic acid production from cheap raw material: sugarcane molasses. **Pakistan Journal of Botany**, 44 (1), 333 e 338, 2012.

SINGHVI, M., JOSHI, D., ADSUL, M., VARMA, A., GOKHALE, D. "D(-)-Lactic acid production from cellobiose and cellulose by *Lactobacillus lactis* mutant RM224". **Green Chem.** 12, 1106–1109, 2010.

TANIGUCHI, M., HOSHINA, K., TANABE, S., HIGUCHI, Y., SAKAI, K., OHTSUBO, S., HOSHINO, K., TANAKA, T. "Production of lactic acid by simultaneous saccharification and fermentation using unsterilized defatted rice bran as a carbon source and nutrient component". **Food Sci. Technol. Res.** 11, p.400–406, 2005.

TASHIRO, Y., KANEKO, W., SUN, Y., SHIBATA, K., INOKUMA, K., ZENDO, T., SONOMOTO, K. "Continuous D-lactic acid production by a novel thermotolerant *Lactobacillus delbrueckii* subsp *lactis* QU 41. **Appl. Microbiol. Biotechnol.** 89, 1741–1750; 2011.

TOKUHIRO, K., ISHIDA, N., KONDO, A., TAKAHASHI, H. "Lactic fermentation of cellobiose by a yeast strain displaying β -glucosidase on the cell surface". **Appl. Microbiol. Biotechnol.** 79, p.481-488, 2008.

WYMAN, C.E. "Biomass ethanol: technical progress, opportunities, and commercial challenges". **Annu. Rev. Energy Environ.** 24, p.189–226, 1999.

YADAV A. K., CHAUDHARI A. B., KOTHARI R. M. "Bioconversion of renewable resources into lactic acid: an industrial view". **Critical Reviews in Biotechnology**; 31(1): p.1–19, 2011.



**APLICAÇÃO DO KAIZEN COMO BASE
MOTIVACIONAL EM UMA INDÚSTRIA
MINERADORA**

APPLICATION OF KAIZEN AS A MOTIVATIONAL BASIS IN A MINING
INDUSTRY

Joyce Camila Paulino Andrade

Celiane Cunha Pinheiro

Samylla Cristina Soeiro Silva

Wilson Pacheco Correa

Eduardo Mendonça Pinheiro

Resumo

Este estudo tem como objetivo mostrar o uso da ferramenta *kaizen* dentro de uma empresa mineradora do estado do Maranhão, identificando os processos de como são e podem ser melhorados continuamente. O processo de melhoria das atividades na mineradora aplica-se bem a metodologia *kaizen*, que possui como filosofia a melhoria contínua da gestão de qualquer atividade. Para auxiliar o método *kaizen* a empresa envolve os trabalhadores onde os mesmos são motivados a participarem do projeto de melhoria interna de suas próprias atividades diárias utilizando de formulários e *report*. Com a implantação da metodologia *kaisen* e o envolvimento de trabalhadores da própria empresa foi possível obter o avanço na melhora das atividades, trazendo métodos para analisar e identificar falhas e desvios, para que sejam aplicadas soluções que visem à eliminação ou minimização dos fatos relacionados, trazendo melhores práticas nas atividades, para que as decisões possam ser tomadas trazendo benefícios para toda a empresa.

Palavras-Chave: Kaizen, participação de trabalhadores, formulário, *report*.

Abstract

This study aims to show the use of the kaizen tool within a mining company of the state of Maranhão, identifying the processes of how they are and can be continuously improved. The process of improvement of the activities in the miner applies well to the kaizen methodology, which has as philosophy the continuous improvement of the management of any activity. To assist the kaizen method, the company involves employees where they are motivated to participate in the internal improvement project of their own daily activities using forms and reports.

With the implementation of the kaisen methodology and the involvement of employees of the company itself, it was possible to obtain progress in improving activities, bringing methods to analyze and identify failures and deviations, so that solutions are applied that aim at eliminating or minimizing related facts, bringing Best practices in activities, so that decisions can be made bringing benefits to the entire company.

Key words: Kaizen, workers' participation, form, report.



1. INTRODUÇÃO

Melhorar continuamente produtos e processos é essencial para se manter em um mercado que está cada vez mais competitivo, fazer sempre a mesma coisa faz parte do passado, tem-se que ir em busca do novo, render resultados significativos, com menor custo. Com a evolução constante do mercado, as empresas tendem a investir em ferramentas que auxiliem na melhoria do seu produto ou processo a fim de aperfeiçoar seus métodos para se posicionarem com maior competitividade no mercado global.

Foi após a Segunda Guerra Mundial que começaram a surgir os sistemas e as teorias de melhorias na produção, a preocupação de produzir de acordo com as necessidades do cliente e oferecer produtos e serviços de qualidade. Empresas japonesas despontaram no cenário mundial com a sua ideologia *kaizen* e chamaram atenção pelas suas metodologias da qualidade e produção como *Total Quality Management* e *Lean Manufacturing*. Segundo Locke e Moormann (2010) a ferramenta *kaizen* se tornou bastante comum em qualquer nacionalidade para aqueles que trabalham em corporações multinacionais ou em gestão da produção ou empresas que aplicam o Sistema Toyota de Produção.

Nas empresas, o *kaizen* se sustenta com o bom senso de todos e no uso de ferramentas baratas visando reduzir ou eliminar o desperdício, despertando a criatividade e o sentimento de colaboração de seus funcionários.

O presente artigo relata a utilização desta filosofia na área operacional de uma indústria mineradora do Estado do Maranhão, com o intuito de sempre melhorar o seu desempenho nas atividades, reduzir o tempo gasto nas operações, aumentando a produtividade e reduzir os riscos de acidentes em busca da melhoria contínua na segurança. Deste modo, o objetivo é relatar como é implantado a melhoria na área, o sistema de triagem e a validação da mesma como *kaizen* nas áreas operacionais.

2. KAIZEN

O nome *kaisen* vem de origem japonesa que significa “mudança para melhor”. Consiste em uma filosofia em que se busca a melhoria constante. Através dela as empresas buscam o aprimoramento contínuo, por meio da identificação de pontos que podem ser melhorados. (CRUZ, 2016). Deste modo, entende-se que *kaizen* é uma ferramenta de gestão implementada de forma cíclica sempre em busca da melhoria contínua.

Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão se encontrava economicamente no



chão. Novas leis trabalhistas que foram introduzidas pela ocupação norte-americana contribuíram para reforçar a posição dos trabalhadores nas negociações de condições mais favoráveis de emprego. Assim, nos anos 50, os japoneses retomaram as ideias da administração clássica de Fayol e as críticas delas decorrentes para renovar sua indústria e desenvolveram o conceito de aprimoramento contínuo, *kaizen*. (IMAI, 2015). O foco estava voltado para a melhoria da produtividade com redução de custos, produzir apenas o necessário de acordo com as necessidades do cliente.

A melhoria contínua é considerada vital no atual ambiente competitivo e, ainda, uma das principais atividades necessárias para excelência na manufatura (LE-EDE; LOOISE, 1999).

Para Masaaki Imai (2015), existem alguns “mandamentos” para a aplicação da filosofia em uma empresa: O desperdício deve ser eliminado; Todos os colaboradores devem estar envolvidos, de gestores do topo até intermediários e pessoal de base; O *kaizen* é baseado em uma estratégia barata; Um aumento de produtividade pode ser obtido sem investimentos significativos, sem a necessidade de se aplicar somas astronômicas em tecnologias e consultores; Pode ser aplicado em qualquer lugar; Apoiase no princípio de uma gestão visual, de total transparência de procedimentos, processos e valores, tornando os problemas e os desperdícios visíveis aos olhos de todos; A atenção deve ser dirigida ao local onde se cria realmente valor, ou seja, o chão de fábrica.

Rother e Shook (1999) classificam o *kaizen* em dois níveis distintos, a saber: *Kaizen* de fluxo ou de sistema: enfoca o fluxo de valor, dirigido ao gerenciamento; *Kaizen* de processo: enfoca processos individuais, dirigido às equipes de trabalho e líderes.

Por outro lado, Martins e Laugeni (2005) destacam as seguintes modalidades:

- *Kaizen* de projeto: visa desenvolver novos conceitos para novos produtos;
- *Kaizen* de planejamento: objetiva desenvolver um sistema de planejamento para a produção, finanças ou marketing;
- *Kaizen* de produção: tem por finalidade desenvolver ações visando eliminar desperdícios no chão-de-fábrica e melhoria do conforto e da segurança no trabalho.



3. METODOLOGIA

Os eventos analisados na mineradora tiveram duração de 1 mês (28 dias) e esse especificamente foi realizado no período de 01 a 28 de fevereiro de 2017, pois todos os dias são realizadas melhorias no processo.

A mineradora é dividida em vários setores e a área de planejamento tático atribuiu metas de melhoria contínua para cada setor de acordo com os números de funcionários existentes nela. Na área analisada, em questão, a meta a ser alcançada mensalmente é 5 (cinco) *kaizen* aprovados por mês.

Todos os empregados colocam suas ideias em prática, para isso basta realizar um diálogo com o técnico responsável da área e relatar a sua ideia de melhoria destacando quais os tipos de desperdícios que serão eliminados no processo. Após o aceite da ideia, o mesmo é designado para a equipe de trabalho, com no máximo 7 (sete) pessoas, colocar o *kaizen* em prática.

Após ser implantado o *kaizen* na área, o responsável pela ideia preenche o formulário de melhoria contínua (Figura 1) citando como era o processo antes e como ficou após o serviço, anexando fotos no mesmo. Todos os envolvidos na melhoria ficam em destaque no formulário, com fotos de cada, para servir de reconhecimento pelo comprometimento com o processo de melhoria contínua.



Figura 1 – Formulário de melhoria contínua

PLANILHA CONCLUÍDA																		
<h1>KAIZEN</h1>																		
Área:	Gerencia de Operação de Pátios e Embarque	Data de Envio:	18/03/17	ENG.	NA	Email:												
Supervisão:	Máquinas Pátios e Embarque 07x15	Data de Implantação:	16/03/17	SS&MA.	NA	Email:												
Supervisor:	EVALDO RODRIGUES		Facilitador:	MÁXIMO JÚNIOR														
Tipo: <input type="checkbox"/> SEGURANÇA <input type="checkbox"/> QUALIDADE <input type="checkbox"/> CUSTO <input checked="" type="checkbox"/> MEIO AMBIENTE <input type="checkbox"/> MORAL <input checked="" type="checkbox"/> ATENDIMENTO																		
Objetivo:																		
ELIMINAR O TEMPO DE PARTIDA DA UNIDADE HIDRÁULICA DA RP313K-04 POIS TODA PARADA DA MÁQUINA TINHAMOS QUE RELIGAR A UH DEMORANDO 5 MINUTOS A MAIS EM CADA PD VINDO A IMPACTAR A OPERAÇÃO.																		
Situação Antes DEVIDO NÃO HAVER O ÍCONE PARA LIGAR A UNIDADE HIDRÁULICA DA RODA DE CAÇAMBAS NO IHM DA RP313K-04 SEMPRE QUE TINHAMOS QUE PARTIR DEMORAVA 5 MINUTOS PARA LIGAR A UNIDADE HIDRÁULICA PARA SÓ NA SEQUÊNCIA LIGAR A RODA DE CAÇAMBAS IMPACTANDO A OPERAÇÃO E AUMENTANDO O TEMPO DE PD OCORRIDO NO SISTEMA.			Ação Realizada O ÍCONE FOI INSTALADO NO IHM POSSIBILITANDO LIGAR A UNIDADE HIDRÁULICA ANTES DE PARTIR A RODA DE CAÇAMBAS ELIMINANDO O TEMPO QUE FICAVAMOS AGUARDANDO PARTIR UH E DIMINUINDO O TEMPO DE PD NO SISTEMA.															
Resultados Alcançados:			Qualitativo															
Quantitativo		ANTES	DEPOIS															
Tempo		5 MIN	0	AUMENTO NO GRAU DE SATISFAÇÃO DOS EMPREGADOS.														
Custo																		
HH																		
Outros:																		
Desperdícios Eliminados:																		
<input checked="" type="checkbox"/> ESPERA <input type="checkbox"/> MOVIMENTAÇÃO <input type="checkbox"/> PROCESSAMENTO EXCESSIVO <input checked="" type="checkbox"/> DEFEITO <input type="checkbox"/> INVENTÁRIO <input type="checkbox"/> TRANSPORTE <input type="checkbox"/> SUPERPRODUÇÃO																		
Realizadores:																		
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>FOTO 02</td> <td></td> <td>FOTO 05</td> <td>FOTO 06</td> <td>FOTO 07</td> </tr> <tr> <td>01525221 Genilson Coimbra</td> <td>01548568 Hudson Bastos</td> <td>01739805 João Américo</td> <td>01517344 Joyce Andrade</td> <td>MATRÍCULA, NOME E SOBRENOME 06</td> <td>MATRÍCULA, NOME E SOBRENOME 07</td> </tr> </table>								FOTO 02		FOTO 05	FOTO 06	FOTO 07	01525221 Genilson Coimbra	01548568 Hudson Bastos	01739805 João Américo	01517344 Joyce Andrade	MATRÍCULA, NOME E SOBRENOME 06	MATRÍCULA, NOME E SOBRENOME 07
	FOTO 02		FOTO 05	FOTO 06	FOTO 07													
01525221 Genilson Coimbra	01548568 Hudson Bastos	01739805 João Américo	01517344 Joyce Andrade	MATRÍCULA, NOME E SOBRENOME 06	MATRÍCULA, NOME E SOBRENOME 07													
Replicação:																		
A melhoria pode ser replicada?		SIM		Para qual processo pode ser replicado?		MÁQUINAS DE PÁTIO												
Classificação da Melhoria (Área reservada para a Melhoria Operacional - Não Preencher)																		
<input type="checkbox"/> Nível 1 <input type="checkbox"/> Nível 2 <input type="checkbox"/> Nível 3 <input type="checkbox"/> Nível 4 <input type="checkbox"/> Nível 5																		
PLANILHA CONCLUÍDA																		

Anexe o email de validação pela engenharia.

Anexe o email de validação pela segurança

Fonte: Indústria Mineradora do Estado do Maranhão (2017)



Após preencher o formulário, o mesmo, é enviado para a análise no setor responsável pelo recebimento de todos os *kaizen*. Ao final do mês, o setor responsável pela análise do *kaisen* reuni e envia o formulário para a área de melhoria operacional formada por analistas e engenheiros com o propósito de que seja realizada a avaliação final do mesmo.

A área de melhoria operacional tem um prazo de 10 (dias) para fazer o *report* para o setor, especificando quais os *kaizen* que foram aprovados e quais os recusados. A partir desse *report* é verificado se o setor bateu a meta de 5(cinco) *kaizen* no mês, caso contrário fica com saldo negativo para o mês seguinte.

Além disso todos os *kaizen* aprovados são repassados para o diretor da empresa na reunião mensal com todos os supervisores das áreas. Esse fato motiva os empregados a manter-se sempre engajado com as ações estratégicas e melhorias de processo da indústria.

Figura 3 - Report



Fonte: Mineradora do Estado do Maranhão (2017)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Devido alta competitividade no mercado, as empresas devem estar sempre evoluindo seus processos produtivos, diminuindo tempo, reduzindo custos e eliminando condições de riscos de acidentes. Segundo Maurício et al. (2013) afirmam no seu estudo que a aplicação do *kaizen* na linha produtiva de uma indústria de componentes soldados em São Paulo proporcionou ganhos como o aumento da eficiência, a redução dos custos, minimização da movimentação e a redução dos desperdícios. Jugend et al. (2006) endossam afirmando que é notório que os eventos *kaizen* proporcionam benefícios em termos de maior capacidade competitiva para essa empresa.

Foi verificado na mineradora que os *kaizen* veem proporcionando, além de melhorias na área produtiva, a motivação expressada nos empregados com a repercussão do trabalho idealizado, pois após aprovados são repassados para o diretor da empresa e o mesmo é reconhecido formalmente por ajudar a empresa a melhorar seus processos. Juged et al. (2006) afirmam que o comprometimento da alta administração e a participação interessada do diretor da planta nas apresentações finais do *kaizen* refletem em rápida implementação de melhorias no processo produtivo. Netto e Marins (2010) confirmam a relação ao fator motivacional nos funcionários, pois as equipes que participam do *kaizen* se sentem reconhecidos e valorizados, porque são os mesmos que conduzirão os trabalhos de produção, gerando mais confiança e segurança nas suas atividades rotineiras.

5. CONCLUSÃO

Com a implantação da metodologia *kaizen* e o desenvolvimento das ideias de melhorias das atividades do grupo de pessoas da indústria mineradora, chegou-se à conclusão de que o método tem sido bem sucedido, as ideias aproveitadas e os planos alcançados. Os envolvidos no processo de melhoria são motivados a fazerem melhoramentos frequentes em sua vida pessoal também. O objetivo principal é o humano sempre encontrar soluções para os problemas de qualidade nas atividades que realizam. A troca de experiências, o registro das informações e o compartilhamento do conhecimento são pontos importantes para melhoria das atividades nas organizações.

Referências

- CRUZ, J. **Kaizen: Melhoria Contínua**, 2016. Disponível em: <http://www.infoescola.com/administracao_kaizen/21-04-2017-kaizen-melhoria-continua/> Acesso em: 21 de abril de 2017.
- HECKL, D.; MOORMANN, J. **Process Performance Management**. International Handbookson Information Systems, Handbook Process Management 2, p.15-135, 2010.
- IMAI, M. **Kaizen: a sabedoria milenar a serviço da sua melhor gestão**, 2015. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/kaizen/20-04-2017-Kaizen-a-sabedoria-milenar-a-servico-da-sua-melhor-gestao/>>. Acesso em: 21 de abril de 2017.
- JUGEND, D.; SILVA, S. L.; MENDES, G. H. S. **O método kaizen como forma de aprimoramento do desempenho empresarial: a sistemática adotada em uma multinacional do setor de autopeças**. XIII SIMPEP - Bauru, 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/400.pdf> Acesso em: 29 de abril de 2017.
- LEEDE, J.; LOOISE, J. K. Continuous improvement and the mini-company concept. **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 19, n. 11, p. 1188-1202, 1999.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2 ed. rev., aum. e atual. São Paulo: Saraiva 2005.
- MAURICIO, F. H.; SANTOS, F. F.; SILVA, W. M.; RICCI, G. L. Aplicação do *kaizen* para melhoria na fabricação de componentes soldados em uma cooperativa metalúrgica: um estudo de caso. **Anais XXXIII Encontro**



Nacional de Engenharia de Produção. 2013.

NETTO, O. J. C.; MARINS, E. Melhoria contínua de produtividade no chão de fábrica utilizando metodologia kaizen – estudo de caso em indústria cosmética. **Anais XIII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais** - SIMPOI 2010. São Paulo. 2010.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar:** mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdícios. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.



AUTORES

Amanda Camerini Lima

Doutora em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2009), mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2005). Graduação em Física pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras Santa Marcelina (2001). Professora doutora do Centro Universitário Redentor. Membro do Núcleo docente estruturante dos cursos de Engenharia do Centro Universitário Redentor, Faculdade Redentor de campos, Faculdade Redentor de Paraíba do Sul e Faculdade Redentor Metropolitana. Professor de física do Centro Educacional Redentor. Vice coordenadora da comissão de pesquisa do Centro Universitário Redentor. Atuou na elaboração de material didático-pedagógico (conteudista para EaD), na produção da disciplina Física geral e experimental, no curso de Engenharia de Produção, Civil e Jogos digitais, do Centro universitário Redentor. Desenvolve pesquisas na área de educação, Física e mecânica dos sólidos.

André Barreto Rodrigues

Graduando de Bacharelado em Ciência da Computação pela Universidade Federal Rural de Pernambuco na Unidade Acadêmica de Garanhuns.

Bruno Nicolau Magalhães de Souza Conte

Especialista em Gerencia de Projeto de Software pelo Cesupa (2012), Graduado em Tecnologia em Processamento de Dados pela Universidade da Amazônia(2010). Atualmente é Analista de Tecnologia da Informação na Universidade Federal do Pará - UFPA. Recebeu 6 Prêmios semestrais de curso e Prêmio UNAMA de Conclusão de Curso. Tem experiência na área de Análise e Desenvolvimento de Software atuando principalmente nos seguintes temas: Inteligência Artificial, Deep Learning, Redes Neurais Artificiais e Algoritmos Evolutivos.

Camila Ismar Silva

Graduação em Bioquímica pela Universidade Federal de São João Del-Rei, UFSJ, Brasil.

Carlos Henrique Teles da Silva

Graduação em andamento em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Maranhão, UEMA, Brasil. Técnico em Informática pelo Instituto Federal do Maranhão (IFMA) - Campus Coelho Neto.



Celiane Cunha Pinheiro

Graduação em Engenharia de Produção pela Faculdade Pitágoras, São Luís, Brasil.

Cristiano Pena Miller

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro(2005), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro(2008) e curso-tecnico-profissionalizante em Técnico em Edificações pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos(1998). Atualmente é professor titular da Faculdade Redentor, Conteudista Mecânica dos Solos I da Faculdade Redentor, Superintendente de Obras e Serviços Públicos da Prefeitura Municipal de Italva e Inspetor do Conselho Regional Engenharia Arquitetura Agronomia. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Estruturas. Atuando principalmente nos seguintes temas:Alvenaria estrutural, Blocos cerâmicos estruturais, Coeficiente de Poisson da cerâmica, Módulo de elasticidade da cerâmica, Modelagem computacional e Ensaio de parede.

David Dionísio Cardoso Pereira

Graduação em Engenharia Química pela Universidade de Uberaba, UNIUBE, Brasil. Operador de turbo gerador pela CMAA - Companhia Mineira de Açúcar e Álcool.

Elda Sabino da Silva

Possui graduação em Ciências, Bacharel em Biologia pela Universidade Sao Judas Tadeu (1992) e mestrado em Biotecnologia pela Universidade de São Paulo (2000). Atualmente é pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Realizou intercâmbio internacional de especialização no Centro de Investigaciones Biológicas (Madri - ES), em 2010 em cultivo de fungos produtores de enzimas celulásicas. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Processos Bioquímicos, atuando principalmente nos seguintes temas: microbiologia industrial, biotecnologia, bioprodutos, biopolímeros, enzimas, fermentação submersa e semi-sólida.

Emanuelle Azevedo Martins

Atualmente mestranda em Ciência da Computação na Universidade de Minas Gerais. Sua linha de pesquisa é de Gerenciamento de Dados e Informações com ênfase em análise de mídias sociais. Graduação em Sistemas de Informação pelo Instituto Federal Minas Gerais, IFMG, Brasil.



Ernane Rosa Martins

Doutorado em andamento em Ciência da Informação com ênfase em Sistemas, Tecnologias e Gestão da Informação, na Universidade Fernando Pessoa, em Porto/Portugal. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, possui Pós-Graduação em Tecnologia em Gestão da Informação, Graduação em Ciência da Computação e Graduação em Sistemas de Informação. Professor de Informática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG (Câmpus Luziânia) ministrando disciplinas nas áreas de Engenharia de Software, Desenvolvimento de Sistemas, Linguagens de Programação, Banco de Dados e Gestão em Tecnologia da Informação. Pesquisador do Núcleo de Inovação, Tecnologia e Educação (NITE), certificado pelo IFG no CNPq. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1543-1108>

Felipe Dias de Oliveira

Bacharel em Ciências da Computação pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Garanhuns. Possui experiência na área de Ciência da Computação com foco em Sistemas Distribuídos, realizando pesquisas na área de computação de alto desempenho e avaliação de desempenho.

Fernanda Rangel de Azevedo de Paula

Engenharia civil graduada pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro e Mestre em Geotecnia pela mesma Universidade. Atuo como Coordenadora e Professora do curso de Engenharia Civil da Faculdade Redentor e como Engenheira Civil, concursada pela Prefeitura Municipal de Itaperuna/RJ.

Girlene Correia Mota

Graduação em andamento em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Maranhão, UEMA, Brasil.

Gisele Cristina Rabelo Silva

Graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (2008) e especialista em Gestão de Empresas com ênfase em Qualidade, pela Universidade Federal de Lavras- UFLA. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Minas Gerais- UFMG, atuando principalmente na área de extração e simulação de óleos vegetais. Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Minas Gerais na área de simulação de processos químicos e avaliação termodinâmica com destaque para produção de biocombustíveis. Atualmente é professora nível adjunto na Universidade Federal de São João Del-Rei campus Centro Oeste Dona Lindu.



Graziele Joice Roberta de Souza

Formada no curso Técnico em química (2014), atualmente, é aluna no curso de bacharelado em Bioquímica pela Universidade Federal de São João Del Rei, Campus Centro Oeste Dona Lindu. Durante o seu período de graduação, foi monitora da unidade curricular de Fitoquímica e Plantas Medicinais. É aluna bolsista de Iniciação Científica pelo Laboratório de Engenharia de Processos e Tecnologia, onde adquiriu experiência na caracterização e qualificação de compostos presentes em diferentes alimentos, caracterização de óleo extraído da semente de abóbora cabotia (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*), manuseio de equipamentos com Spray-dryer e Fluido Super-Crítico, entre outras técnicas laboratoriais. Também foi cofundadora da Liga Acadêmica de Microbiologia (LAMIC) em 2018. Em 2019 exerceu o cargo de Presidente na LAMIC, atualmente é membro do Centro acadêmico de Bioquímica, com o cargo de Diretora Financeira.

Heyder Vágner Ramos

Possui graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas e pós-graduação em Docência do Ensino Superior pela Faculdade de Tecnologia São Francisco (2010). Possui também graduação em Redes de Computadores e Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Colatina (2015) Atuou no desenvolvimento dos softwares educacionais livres "Ortografia Interativa - Conhecendo a Reforma Ortográfica" e "Aprenda Scratch - Curso de Programação Inicial", ambos pelo Instituto Federal do Espírito Santo. Trabalha atualmente como Assistente de Aluno no Instituto Federal do Espírito Santo, campus barra de São Francisco, estando lotado na Diretoria de Pesquisa, Pós-graduação e Extensão (2017 - atualmente). Atualmente é aluno do Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica pelo Ifes campus Vitória, estando desenvolvendo a pesquisa intitulada "O uso do Letramento em Programação para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de adolescentes submetidos a medidas socioeducativas e em situação de vulnerabilidade social", sob orientação da professora Marize Lyra Silva Passos e coorientação da professora Marcia Gonçalves de Oliveira.

Isis Oliveira Rodrigues

Graduação em Bioquímica pela Universidade Federal de São João Del-Rei, UFSJ, Brasil.

Jean Carlos Teixeira de Araujo

Mestre e doutor em Ciência da Computação pelo Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco (CIn-UFPE), com pós-doutorado na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, em Portugal. Possui especialização em Segurança de Redes de Computadores pela Universidade Gama Filho (UGF) e graduação em Bacharelado de Sistemas de Informação pela Faculdade



Sete de Setembro (FASETE). É professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE-UAG), atuando na área de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos. Tem experiência nas áreas de sistemas de computação, cloud computing, avaliação de desempenho de sistemas, envelhecimento e rejuvenescimento de software, sistemas Linux e modelos analíticos e de simulação. Participante do Grupo de Pesquisa MoDCS - Modelling of Distributed and Concurrent Systems e fundador do UNAME Research Group.

José Roberto Delalibera Finzer

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia (1973), mestrado em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (1984) e doutorado em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (1989). Atualmente é professor do Curso de Graduação em Engenharia Química: Universidade de Uberaba-UNIUBE e Coordenador do Curso de Mestrado Profissional em Engenharia Química. Ex- Professor do Programa de Pós-Graduação e de Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia - Ex-Bolsista do CNPq da Universidade Federal de Uberlândia - Produtividade em Pesquisa. Ex-Professor do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (Erechim ?RS). Ex-Professor do Curso de Engenharia de Alimentos das Faculdades Integradas ? FAZU (Uberaba ? MG). Tem experiência na área de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, com ênfase em Operações Industriais e Equipamentos para Indústrias Alimentícias e Químicas, atuando principalmente nos seguintes temas: secagem, cristalização: sacarose e ácido cítrico, secagem de materiais pastosos e secagem com inertes; secagem de café e grãos; transferência de calor e massa em sistemas vibrados, produção de sacarose, fabricação de biodiesel, balanço de massa e de energia.

Joyce Camila Paulino Andrade

Graduação em Engenharia de Produção pela Faculdade Pitágoras, São Luís, Brasil.

Kênia Carolina Gonçalves

Possui graduação em Bacharel Ciência da Computação pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2009) e mestrado em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais (2012). Atualmente é professor do Instituto Federal Minas Gerais. Tem mais de oito anos de experiência no mercado de trabalho em desenvolvimento. Hoje, atua em pesquisa e aprimoramento do conhecimento em Ciência da Computação, atuando principalmente em modelagem e mineração de mídias sociais, redes complexas.



Leandro Zovico Moreira Vicente

Graduando Engenharia Civil, Centro Universitário Redentor – UniRedentor, Itaperuna-RJ.

Luan Carlos Soares Lins

Graduação em andamento em Ciência da Computação pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Brasil.

Luís Manuel Borges Gouveia

Possui graduação em Licenciatura em Matemáticas Aplicadas/Informática pela Universidade Portucalense Infante D. Henrique (1989), mestrado em Engenharia Electrotecnica e de Computadores pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (1994) e doutorado em Ciência da Computação pela Universidade de Lancaster (2002). Atualmente é professor catedrático da Universidade Fernando Pessoa. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Ciência da Computação, atuando principalmente nos seguintes temas: tecnologias de informação e da comunicação, sociedade da informação, distance learning, information technologies e cidades e regiões digitais.

Luiz Roberto Magossi

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1987). Técnico especializado em biotecnologia, com graduação em Biologia, com experiência em microbiologia, fermentação submerso e semi-sólido, bioprocessos com biomassa, analítica quantitativa de substâncias e bioprodutos. Possui capacitação em operação de cadeira, preparação de ensaios, esterilização, monitoramento e análises de acompanhamento de produção em biorreatores. Atualmente trabalha no Laboratório de Biotecnologia Industrial do Núcleo de Bionano manufatura do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Tem experiência na área de Biotecnologia.

Madson Cruz Machado

Doutorado em andamento e mestre pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia de Eletricidade (PPGEE) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) na área de Automação e Controle (2017). Possui bacharelado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Maranhão (2015). Realiza pesquisas na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em filtragem estocástica, FPGA, microcontroladores, redes neurais artificiais, controle adaptativo, controle ótimo, sistemas embarcados e energias renováveis. Desde março de 2018, é professor da Universidade CEUMA em São Luís - MA. Ministra disciplinas nos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia de Computação, Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Engenharia Mecâni-



ca e Arquitetura e Urbanismo.

Marcia Oliveira

Centro de Referência em Formação e em Educação a Distância, Vitória-ES.

Maria Alice Alves Wada

Possui graduação em Ciências Químicas pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de São Bernardo do Campo (1992). Atualmente é técnico especializado II no Laboratório de Biotecnologia Industrial do Núcleo de Bionanomanufatura do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).

Marize Lyra Silva Passos

Pós-doutorado na Universidade de HAMK (Finlândia). Doutora em Engenharia de Produção pela UFRGS e em Educação pela Universidad del Norte (revalidado pela UFAL). Mestre em Informática e Especialista em Análise de Sistemas pela UFES. Engenheira de Petróleo e Administradora de Empresas formada pela Universidade Vila Velha (UVV). Professora e pesquisadora do Instituto Federal do Espírito Santo desde 1996 lotada no Centro de Referência em Formação e Educação a Distância. É professora permanente dos programas de Pós-graduação mestrado em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) e Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática (EDUCIMAT). Atua, também, em cursos de graduação e pós-graduação na área de educação e informática. Coordenadora da Universidade Aberta do Brasil (UAB) no Ifes de 2011 a 2013. Possui experiência nas áreas de desenvolvimento de sistema, em diversas empresas e órgãos públicos, e de engenheira de petróleo na Petrobras de 2007 a 2010. Participou dos programas Professores para o Futuro - VET3 e FiTT - Finnish Teacher Trainer Diploma da SETEC como bolsista CNPq de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação no Exterior (Finlândia). É pesquisadora dos grupos de pesquisa: Inovação e Criatividade na Educação, Educação e Tecnologia, Tecnologias Digitais e Práticas Pedagógicas. Atua nas áreas de metodologias ativas, educação e tecnologia, informática na educação e gestão da EaD.

Mateus Henrique Nogueira Tonin

Graduado em Administração pela UNIUBE - Universidade de Uberaba. Pós Graduado em MBA em Planejamento e Gestão Estratégica, Pós Graduado em MBA em Administração e Qualidade pela FATEC/UNINTER e Mestrando em Engenharia Química com Linha de Pesquisa: Inovação em Processos Agroindustriais pela UNIUBE - Universidade de Uberaba. Atualmente é Professor na Universidade de Uberaba, Analista de OSM - Consultor Autônomo e Gestor de Projetos Educacionais - Consultor Autônomo.



Muriel Batista de Oliveira

Possui graduação em Engenharia Civil pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande- FURG (2002) e Engenharia de Segurança do Trabalho (2011) pela Faculdade Redentor. Especialista em Docência do Ensino Superior (2007), Especialista em Educação Ambiental (2014). MBA em QSMS pela UniRedentor (2019). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE/UFRJ (2005). Doutora em Educação pela Universidad Americana (2016) revalidado pela UFPE (2018). Tem experiência como Engenheira Civil, nas áreas de Construção Civil e Segurança do Trabalho. Foi docente da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Tem experiência em EaD como conteudista, professora e tutora. Exerceu o cargo de Engenheira Civil com a função de responsável técnica em empresas privadas. Presta consultoria na área de PPCI. Coordenou o curso de graduação em Engenharia Civil na modalidade EaD. Avaliadora no INEP de Instrumentos de Ensino Superior nos Cursos de Graduação. Atua como docente nos cursos de graduação em Engenharia Civil e pós-graduação em Engenharia de Segurança Trabalho. Diretora de Graduação EaD do Centro Universitário Redentor.

Olívia Carlos

Bacharel em Engenharia Química, Universidade de Uberaba 2014-2020. Viência no exterior, Chile 2019-2020. III EDEPA, Universidade de Uberaba, 2019. Iniciação científica pela Universidade de Uberaba, 2017-2019. Estágio na área química, CODAU, 2013. Técnico em Meio Ambiente, Centro Educacional de Uberaba, 2012-2014.

Priscilla Silva Campos

Graduanda no curso de Bioquímica pela Universidade Federal de São João Del Rei, Campus Centro Oeste Dona Lindu, estando no seu oitavo período. Durante seu período de graduação, foi monitora voluntária das unidades curriculares de Cálculo I, Cálculo II e Química Fisiológica. É aluna bolsista de Iniciação Científica pelo Laboratório de Engenharia de Processos e Tecnologia, onde adquiriu experiências no uso de equipamentos como o Spray-Dryer e Fluido Super- Crítico, na caracterização e quantificação do produto atomizado provindo de extratos de *Passiflora alata* e *Passiflora edulis* Sims, entre outras técnicas laboratoriais. Seu atual trabalho de Iniciação Científica envolve práticas na extração por meio de Soxhlet e solventes orgânicos, e caracterização de óleo de sementes de melão (*Cucumis melo* L). Também foi co-fundadora da Liga Acadêmica de Microbiologia (LAMIC), aonde, já exerceu os cargos de Diretora Executiva e Vice-Presidente. É membro do Centro Acadêmico de Bioquímica, onde exerce o cargo de Diretora de Cultura. E, no presente momento, também é estagiária no Posto de Perícia Integrada da Polícia Civil do Estado de Minas Gerais. (PPI/PCMG).



Raimundo José Barbosa Brandão

Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual do Maranhão (1992), lato Senso em Metodologia do Ensino Superior UEMA (1994), lato Senso em Educação à Distância FAESF (2005), Mestrado em Pedagogia profissional pelo Instituto Superior Pedagógico Para La Educacion Tecnica Y Profesional Hector Pineda Zaldivar - HAVANA / CUBA (1999). Mestre em Educação pela Universidade do Vale do Itajaí / SC (2008). Doutor em Educação Matemática pela Universidade Bandeirante de São Paulo (2012). Tem experiência docente nas áreas de Probabilidade e Estatística, Metodologia do Ensino de Matemática e Geometria. Líder do Grupo de estudo e Pesquisa em Didática da Matemática/GEPEMMA, representante institucional da UEMA na REAMEC, núcleo do Maranhão.

Renato Miranda Filho

Possui graduação em Engenharia de Computação pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (2011), mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais (2014) e atualmente é aluno de doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação na Universidade Federal de Minas Gerais (2017). Faz parte do quadro de professores efetivos do Instituto Federal de Minas Gerais. Atua principalmente nos seguintes temas: mineração de dados, aplicações Web, computação social e sistemas distribuídos.

Roberto Célio Limão de Oliveira

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina EM 1999, Mestre em Engenharia Eletrônica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica em 1991, Engenheiro Elétrico pela UFPA em 1987. Atualmente é professor titular da Faculdade de Engenharia de Computação e Telecomunicações da Universidade Federal do Pará. Atua na área de engenharia elétrica e de engenharia de computação, com ênfase em inteligência computacional, computação natural, redes neurais artificiais e algoritmos evolutivos.

Rodolfo dos Reis Fontes Novais

Possui graduação em Redes de Computadores pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (2017).

Samylla Cristina Soeiro Silva

Graduação em Engenharia de Produção pela Faculdade Pitágoras, São Luís, Brasil.



Sérgio Fernandes

Graduado em Farmácia e Bioquímica pela Universidade de São Paulo com Mestrado em Ciências - Biotecnologia - pelo Programa de Pós-Graduação Interunidades em Biotecnologia USP/ I.Butantan/ IPT e atualmente com doutorado em andamento pelo mesmo programa. Pesquisador Assistente no IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, no Laboratório de Biotecnologia Industrial. Desenvolve principalmente as seguintes linhas de trabalho: acompanhamento de ensaios em biorreatores, purificação de proteínas, análises de n-glicosilações e aminoácidos, cromatografia de íons, cromatografia líquida e gasosa acoplada à espectrometria de massas.

Suianne Farinazzo Pereira

Graduanda Engenharia Civil, Centro Universitário Redentor – UniRedentor, Itaperuna-RJ.

Tatiana Aparecida Pereira

Possui graduação em Farmácia Industrial realizada na Universidade de Uberaba (2008), mestrado em Ciências Farmacêuticas realizado na Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto -USP (2011), onde avaliou a influência de nanoemulsões composta por óleos vegetais e derivados de lanolina na hidratação da pele. Fez doutorado no laboratório de tecnologia farmacêutica da mesma faculdade (2015), onde estudou as nanopartículas lipídicas sólidas como carreadores de fármacos associado ao ultrassom de baixa frequência (sonoforese) aplicados na terapia tópica do câncer de pele. Atualmente é professora de Tecnologia Farmacêutica e Cosmetologia na Universidade de Uberaba, atuando no desenvolvimento de formulações cosméticas/farmacêuticas contendo nanocarreadores e extratos vegetais e professora de química na escola Maiêutica.

Thamara Pereira Verde

Graduanda em Engenharia Elétrica na Universidade Ceuma, Técnica em Eletrotécnica pelo Instituto Federal do Maranhão (IFMA). Participante do Grupo de Pesquisa Aeronáutica Aeroespacial da Universidade Ceuma (GPEAA). Atualmente está escrevendo duas obras sobre Simulações Computacionais e Energia Fotovoltaica. É premiada por estar entre os cinco melhores alunos da turma.

Thiago dos Santos Nunes

Graduação em Engenharia Química pela Universidade de Uberaba, UNIUBE, Brasil. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Processos Bioquímicos.



Thiago Felipe Pinheiro Castro

Graduação em andamento em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Maranhão, UEMA, Brasil.

Thiago Nicolau Magalhães de Souza Conte

Mestre em Engenharia Elétrica (2015), na área de computação aplicada com ênfase em Inteligência Computacional, formado pelo PPGEE/UFGA, Especialista em Desenvolvimento de sistemas Baseados em software livre (2009) pela Universidade da Amazônia (UNAMA) e Graduado em Tecnologia Em Processamento de Dados (2007 - UNAMA). Atualmente sou docente efetivo da universidade do Estado do Pará - UEPA, Instrutor do Centro de Educação Profissional em Tecnologia da Informação e Comunicação do SENAC e membro do Laboratório de Computação Bioinspirada (LCBIO) da UFGA . Possuo maior experiência na área de Tecnologia de Informação com ênfase em tecnologias web, sistemas inteligentes, engenharia de software, redes de computadores e computação aplicada.

Wellinton de Assunção

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual do Maranhão (1995) Mestrado e doutorado pela Faculdade Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP (2018). Atualmente é professor Adjunto I da Universidade Estadual do Maranhão. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Garantia de Controle de Qualidade, atuando principalmente nos seguintes temas: Gestão de Custos, Engenharia Econômica, Gestão de Projeto, Qualidade, Simulação de Monte Carlo e Gestão de Manutenção.

Wilson Pacheco Correa

Graduação em Engenharia de Produção pela Faculdade Pitágoras, São Luís, Brasil.



ORGANIZADORES

Eduardo Mendonça Pinheiro



Doutorado em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA, em andamento). Mestre em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA, 2017). Especialista em Gestão Agroindustrial pela Universidade Federal de Lavras-MG (UFLA, 2006), Especialista em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER, 2017). Graduado em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA, 2004), Licenciatura Plena pela Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL, 2008). Mestrado em Engenharia pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA, interrompido em 2014). Técnico Nível Superior - Engenheiro Agrônomo pela Secretaria Municipal de Agricultura, Pesca e Abastecimento de São Luís (SEMAPA). Sócio Proprietário da Editora Pascal LTDA. Professor substituto do Curso de Engenharia de Produção na Universidade Estadual do Maranhão (2014-2016). Professor dos cursos de Engenharia de Produção, Engenharia Mecânica e Engenharia Ambiental pela Faculdade Pitágoras/FAMA. Professor Conteudista e Pesquisador do Curso de Tecnologia de Alimentos pela UEMANET. Consultor pelo Programa Alimentos Seguros (PAS). Têm experiência em agricultura, gestão e processo produtivo industrial com ênfase em alimentos e bebidas. Já atuou como consultor e instrutor no setor de alimentos e bebidas pelo SENAI-MA (2004-2014). Atuou na Assessoria técnica na Secretária de Estado de Agricultura do Maranhão (2015-2017).

Patrício Moreira de Araújo Filho



Atualmente é Professor Adjunto na Universidade CEUMA, atuando nos cursos de Engenharia Mecânica, Produção, Ambiental, Elétrica e Computação nas disciplinas de Estatística, Física I e II, Mecânica- Estática, Dinâmica, Vibrações Mecânicas e Ciência dos Materiais. Graduado em Física pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA (1996), Mestre e Doutor em Engenharia Mecânica, nas áreas de Projetos e Materiais pela Universidade Estadual Paulista "Dr. Júlio de Mesquita Filho" - UNESP (1998 a 2002). Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Materiais, Controle de Processo e Metalurgia de Semicondutores: desenvolvimento e aprimoramento de materiais e ligas amorfas, por meio de processos de refino sob vácuo, Bridgman e Fusão Zonal; caracterização de propriedades elétricas e mecânicas. Possui vasta experiência em nível de Graduação e Pós-Graduação. Foi o Coordenador Geral do CPPE/FAMA e Coordenador do Comitê Interno de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão da Faculdade Atenas Maranhense - FAMA entre os anos de 2009 a Jun/2011. Em Ago/2011 foi nomeado Coordenador de Pesquisa da FAMA e presidente do CEP-FAMA. Exerceu a função de Conselheiro titular, junto a Secretaria de Estado do Meio-Ambiente/MA, com atividades desenvolvidas no Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Maranhão\ CONERH-MA (2010-2013) - segmento de Ensino e Pesquisa com atuação na área de Recursos Hídricos. Foi coordenador de Pesquisa e Extensão da Faculdade Pitágoras São Luís/ Maranhão. Foi presidente do Conselho da Editora do Centro de Ensino Atenas Maranhense - CEAMA e Editor Chefe (Prefixo Editorial: 89293), sendo também, fundador e editor chefe da Revista Científica Acta Brazilian Science (ISSN 2317-7403) até 2018. Atualmente desenvolve ações como consultor AD Hoc da: Fundação de Ampara a Pesquisa no Maranhão - FAPEMA, Secretaria de Ciência Tecnologia e Inovação - Blog PopCiência Maranhão e Revista CEUMA Perspectivas (ISSN 1415-3068) e é Editor Chefe na Editora Pascal (Prefixo Editorial 80751). É líder de grupo de pesquisa registrado no DGP/CNPq pela Universidade Ceuma.

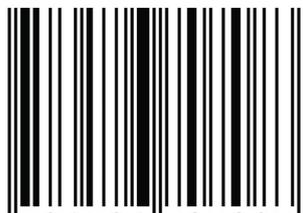
Glauber Tulio Fonseca Coelho



Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Maranhão (2006), mestrado em Engenharia Civil (Concentração: Saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará - UFC (2009) e MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas - FGV. Doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Universidade Anhanguera - UNIDERP. Discente do curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Atualmente é Coordenador Acadêmico Adjunto da Faculdade Pitágoras de São Luís, bem como professor de disciplinas na área de Meio Ambiente e Tecnologia da Construção. Possui experiência em Construção Civil, Gestão de Projetos, Meio Ambiente, Hidrologia e Drenagem.

Nesta obra os Organizadores ressaltam a importância da série científica “Engenharia 4.0: a era da produção inteligente” no contexto empresarial, científico e seus utilitários, por se tratar de tema da maior relevância para a indústria e centros de pesquisa que buscam identificar propostas com o potencial de desenvolvimento tecnológico e inovação. Pautada com trabalhos focalizados em discussões da Engenharia a respeito da produção inteligente e sua nova fronteira, oportuniza aos acadêmicos, professores e profissionais atuantes excelente material para novas reflexões.

ISBN: 978-65-86707-08-3



9 786586 707083

△ 5320