



**Andrei Strickler
(Organizador)**

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

Andrei Strickler

(Organizador)

Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um Mundo Global

2

Atena Editora

2019

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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

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

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

Conselho Técnico Científico

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

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

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

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

Desejo uma boa leitura a todos.

Andrei Strickler

SUMÁRIO

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

CAPÍTULO 7 76

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

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

DOI 10.22533/at.ed.6171923087

CAPÍTULO 8 82

PRODUÇÃO DE NARRATIVAS ALIMENTARES COMO METODOLOGIA EM CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA

Luiz Fernando Santos Escouto

DOI 10.22533/at.ed.6171923088

CAPÍTULO 9 93

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

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

DOI 10.22533/at.ed.6171923089

CAPÍTULO 10 109

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

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

DOI 10.22533/at.ed.61719230810

CAPÍTULO 11 116

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

Marcus Vinícius Pascoal Ramos
Guilherme Oliveira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.61719230811

CAPÍTULO 12 125

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

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

DOI 10.22533/at.ed.61719230812

CAPÍTULO 13 139

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

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

DOI 10.22533/at.ed.61719230813

CAPÍTULO 14 150

APLICAÇÃO DA COMPUTAÇÃO FÍSICA NO AUXÍLIO A CRIANÇAS COM DEFICIÊNCIA

Laura Cristina Meireles de Lima
Cláudio Luís V. Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.61719230814

CAPÍTULO 15 162

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

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

DOI 10.22533/at.ed.61719230815

CAPÍTULO 16 169

SEMÁFORO INTELIGENTE

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

DOI 10.22533/at.ed.61719230816

CAPÍTULO 17 181

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

Lorena Silva de Andrade Dias

Elisa Henning

Tatiana Comiotto

Luciana Gili Vieira Duarte

Ermelinda Silvana Junckes

Vitória Castro Cruz

DOI 10.22533/at.ed.61719230817

CAPÍTULO 18 185

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

Andrea de Almeida Brito

Dênio Oliveira Cruz

Ivan Costa da Cunha Lima

Gilney Figueira Zebende

DOI 10.22533/at.ed.61719230818

CAPÍTULO 19 194

MINERAÇÃO INDIVIDUAL DE BITCOINS E LITECOINS NO MUNDO

Guilherme Albuquerque Barbosa Silva

Carlo Kleber da Silva Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.61719230819

CAPÍTULO 20 206

IRRATIONALITY IN THEORETICAL MUSIC IN THE RENASSAINCE

Oscar João Abdounur

DOI 10.22533/at.ed.61719230820

CAPÍTULO 21 214

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

Vitor Marcelo de Queiróz

Cristiane de Souza Siqueira Pereira

Marisa Fernandes Mendes

Miguel Rascado Fraguas Neto

Luiz Felipe Carames Berteges

DOI 10.22533/at.ed.61719230821

CAPÍTULO 22 221

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

Igor Shoiti Shiraishi

Caroline Fernanda Hei Wikuats

Christina Ojeda

Joanna Collado

Veronica Medina

DOI 10.22533/at.ed.61719230822

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

A INFLUÊNCIA DOS MATEMÁTICOS FRANCESES NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL

Fernando Osvaldo Real Carneiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA/Departamento de Matemática/Campus de Salvador
Salvador-Bahia
fernandoforc@gmail.com

Maria Cristina Martins Penido

Universidade Federal da Bahia – UFBA/
Departamento de Física Geral
Salvador-Bahia
mcrispenido@gmail.com

RESUMO: Este trabalho é parte do artigo apresentado no 16º Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia ocorrido na UFCG/UEPB. Discutiremos levando em consideração influências acerca da forma como utilizamos a Matemática no Ensino de Física. Justifica-se porque existe a necessidade de compreendermos o porquê a Matemática tem funcionalidade específica de atuação metodológica no âmbito do Ensino de Física podendo ocasionar, inclusive, obstáculos pedagógicos permanentes. Temos como objetivo investigar e trazer à tona um elenco de dimensões advindas de um justificado momento histórico-filosófico que decorreu de fortes influências iluministas. O período das luzes teve também sua importância deflagrada nesse processo quando a Física se delineava

como norteadora para quase todas as ciências conhecidas àquela época, de modo que alguns estudiosos levavam a mecânica newtoniana às ciências humanas e sociais somando-se ao fato do crescente avanço da burguesia e, portanto, a Revolução Industrial. A partir dos ideais da Revolução Francesa, frente ao processo social implantado, estabeleceu-se na França uma reconstituição política de todo o sistema educacional sob a ótica de que o conhecimento poderia ser ensinado e o método analítico aplicável. O tratamento analítico proposto por alguns matemáticos proporcionou mais adiante, no período moderno e contemporâneo, a fomentação de uma matematização intensa nas pesquisas sobre fenômenos naturais. Aprofundaremos um período de 110 anos (1840-1950) onde aconteceram diálogos extemporâneos propostos por obras que foram veiculadas no Brasil através da Escola Francesa. Por tudo isso, acreditamos ampliar o olhar crítico evidenciando uma concepção ingênua dessa relação por parte de professores e estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino, História, Física, Matemática, Brasil

1 | INTRODUÇÃO

A partir da segunda metade do século

XVIII podemos afirmar que a Análise Matemática, subárea da Matemática, que tem seus fundamentos estabelecidos nesta ocasião, se coloca como instrumento a serviço dos fenômenos naturais. O processo de matematização da natureza instaura-se no seio da Física implementando a mecânica racional como mola-mestra de todo conhecimento físico, institucionalizando assim toda crença que foi dominante desde Galileu e Descartes. Os principais contribuidores para esse processo foram denominados de pós-newtonianos.

A mecânica newtoniana não foi imediatamente aceita no continente europeu. Segundo Ponczek (2015),

[...] já nas primeiras décadas do século XVIII, a resistência à teoria newtoniana praticamente cessara, sendo esta aceita unanimemente como a descrição correta de todos os fenômenos mecânicos conhecidos. A Física newtoniana previa corretamente desde as trajetórias dos cometas às marés, e até a França, reduto do cartesianismo, teve que render-se à evidência dos fatos. Assim os físicos-matemáticos (já se podia empregar este termo) do século XVIII, a maioria deles franceses, passaram a aprimorar os conceitos e os formalismos da Mecânica clássica (PONCZEK, 2015, p. 115).

Tudo nos leva a acreditar que frente ao movimento de urgência nas resoluções de problemas de origem físico-matemática, a discussão filosófica que existia entre os cartesianos e os newtonianos ia ficando relegada ao segundo plano. Para Roque (2012), a teoria newtoniana sobre a forma da Terra ganhou popularidade na França nos anos 1730 e as discussões a esse respeito moldaram a física-matemática francesa. Ao passo que os debates sobre o princípio da mínima ação, influenciados por Leibniz eram avassaladores nos anos de 1730-1740, envolvendo as contribuições de Maupertuis e D'Alembert.

Mesmo que tivesse sido escrito anteriormente em latim, algumas obras do Newton, tais como “*o método das fluxões e das séries infinitas*” foi traduzido para o francês por Buffon por volta de 1740, popularizando desta forma o pensamento de Newton na França. Roque (2012) antecipou que,

A visão sobre a física implicava que as variáveis e os coeficientes descritos pelas funções se relacionavam de modo vago com a realidade das leis da natureza. Para Buffon, o uso da análise tornava os princípios físicos opacos ao entendimento. Uma equação como a da queda livre, era uma imagem direta da lei natural que rege esse fenômeno, ou seja, exprimia sua causa física. No entanto, as séries infinitas, principal ferramenta do cálculo, não podiam ser compreendidas como uma soma de causas físicas, o que foi criticado por Buffon em um intenso debate com Clairaut (ROQUE, 2012, p. 397-398).

Desta forma, ao longo da segunda metade do século XVIII foi se formando uma comunidade de estudiosos, predominantemente franceses, que discutiam pesquisas cujo pertencimento margeavam os conteúdos da física-matemática. Os principais nomes foram Euler, Clairaut, Laplace, Lagrange, Legendre, D'Alembert, Diderot, Maupertuis, Fourier, Jacques e Jean Bernoulli, dentre outros.

Estes estudiosos perceberam que vários fenômenos naturais podiam ser representados por equações diferenciais, que o tratamento delas tomara o lugar da devida explicação física e, portanto, das eloquentes categorizações metafísicas que ora se esvaíam. Para Roque (2012), na segunda metade do século XVIII, a elaboração da Mecânica Analítica, que tinha como base a Análise Matemática, transformou a física-matemática de um saber geométrico em um saber analítico.

2 | AS INFLUÊNCIAS DOS PÓS-NEWTONIANOS DO CONTINENTE

Escolhemos alguns momentos históricos para análise que foram reconhecidos em obras da época tais como, a *Introduction in analisis infinitorum* de Leonard Euler disponível em 1748. Ao que nos parece, Euler pretendia se restringir à análise pura sem se ater as figuras geométricas com fins de explicar as propensas regras de cálculo. Também pretendia unificar a matemática com base na álgebra, que até então não era utilizada como uma linguagem para representar objetos matemáticos. Segundo Roque (2012), para Euler a álgebra permitia uma definição interna desses objetos. As quantidades podiam ser tidas como abstratas e não demandavam considerações sobre sua natureza específica (como número ou grandezas). Desta forma, o que importou de fato foi as suas relações operacionais com outras quantidades semelhantes dadas por funções. Vargas (1996) concordou ressaltando que,

Com essas funções e com a inclusão de infinitesimais, derivadas e integrais, aliás com a notação de Leibniz e não a de Newton, é que se tornou possível para os matemáticos do século XVIII escreverem equações matemáticas as quais, na verdade, serviam de modelos dos fenômenos físicos e, resolvendo-as, chegarem a soluções que descreviam fenômenos particulares relacionados com a teoria matemática (VARGAS, 1996, p. 257).

Paty (2003) dissera que com a chegada dos pós-newtonianos existiu uma considerável modificação no corpo da Física passando a existir uma nova releitura de mundo. Vejamos,

Mas a física depois, embora tenha sido baseada na dinâmica newtoniana, significava de maneira diferente a legitimidade de ser matemática, e essa divergência pode ser visto já nas obras do século XVIII, com os "Geometras", como Leonhard Euler, Alexis Clairaut e Jean le Rond d'Alembert (e mais tarde, Joseph-Louis Lagrange, Pierre-Simon Laplace e outros). Apesar da herança das conquistas de Newton, eles entenderam o significado e uso de quantidades matemática para a física de forma diferente dele, de uma forma que era mais neutra para metafísica (PATY, 2003, p. 10).

Nesta perspectiva, implicou que as experiências físicas deveriam labutar somente com propriedades que fossem manifestas, portanto, podendo as qualidades físicas serem negligenciadas em função de quantidades e proporções matemáticas. Não atoa a matemática foi tomando campo no corpo da Física garantindo assim que

houvessem poucas ou quase nenhuma conjecturas metafísicas acerca das análises dos fenômenos naturais. Por um lado, Vargas (1996) nos garantiu que,

Foi nessa linha que o *Traité de dynamique*, de D'Alembert, publicado em 1743, procurou estruturar matematicamente a mecânica, mas sem recorrência a qualquer verdade de razão. Parte de uma cinemática, envolvendo noções de espaço, tempo e movimento, derivadas da experiência sensível, evitando assim partir da ideia de força que, para ele, estava carregada de suposições metafísicas. Procurando entendê-las através da generalização do princípio dos trabalhos virtuais, o qual reunia em si os axiomas de Newton (VARGAS, 1996, p. 257, grifo do autor).

Por outro lado, o período das luzes teve também a sua importância deflagrada nesse processo quando a Física se delineava como norteadora para quase todas as ciências conhecidas àquela época, de modo que alguns estudiosos levavam a mecânica newtoniana às ciências humanas e sociais somando-se ao fato do crescente avanço da burguesia e, portanto, a Revolução Industrial. O movimento iluminista veio dar vida aos Tratados (*traités*), aos Cursos (*cours*) e as Enciclopédias (*encyclopédies*) com fins de dar vencimento ao novo “modus operandi” que seria implantado enquanto pensamento político, econômico e social nesta época. A conjuntura exigia que houvesse a limpeza de toda metafísica contida nos clássicos, em obras adjacentes e isso perpassava pela construção desses novos documentos. Sobre isso Heilbron (2015) destacou que,

Vários fatores que operam na sociedade em geral reforçaram a aceleração do conhecimento natural em torno de 1750. Mais perto do deslocamento intelectual nas ciências físicas foi uma epistemologia desenvolvida pelos filósofos favorecendo o acoplamento improvável de modéstia e da matemática. Um segundo fator que promove a racionalização da filosofia natural era a crescente aplicação da matemática para os propósitos dos governos esclarecidos de mais tarde, século XVIII. O terceiro fator foi o fabrico, como representado particularmente pelo comércio de instrumentos. A Enciclopédia de Denis Diderot e Jean Le Rond d'Alembert, publicado pela primeira vez entre 1751 e 1772, fez muito da epistemologia dos filósofos e da racionalização das artes de fabricação (HEILBRON, 2015, p. 121).

Parece-nos que o Iluminismo francês aproveitou o conhecimento natural para dar vencimento ao seu projeto central de destruir a toda e qualquer religião organizada.

Para além de toda essa conjuntura, o Gingras (2001) afirmou que seria preciso olhar para atores que agora são desconhecidos precisamente porque eles rejeitaram a matemática da física e foram, portanto, excluídos do campo (e de sua história) como evoluiu nos séculos XVIII e XIX. Portanto, a história concentrou-se nos que creram na pertinência da Matemática no campo da Física, mas não naqueles que não creram e no porquê resistiram a essa crença. Para Gingras (2001) existiu três principais efeitos decorrentes do processo de matematização no corpo da Física nesta ocasião, são eles:

(1) social: o uso da matemática teve o efeito de excluir os atores de participar legitimamente nos discursos sobre a filosofia natural; e (2) epistemológico: o

uso da matemática na dinâmica (como distinto do seu uso na cinemática) teve o efeito de transformar o próprio significado do termo "explicação" como foi usado pelos filósofos no século XVII. (3) consequência não intencional do progresso da matemática foi ontológica: por seu tratamento cada vez mais abstrato de fenômenos, a matemática levou ao desaparecimento das substâncias. Não só os vórtices cartesianos, mas também o éter luminífero foram dissolvidos no ácido da matemática, e eu sugeri em outro lugar que o mesmo processo estava em ação na transformação dos conceitos de massa e luz (fótons e dualidade onda-partícula) (GINGRAS, 2001, p. 385).

Notoriamente, àqueles que não estavam familiarizados com a formalização matemática da Física, preferiam as ideias mecânicas claras aos cálculos precisos baseados no que consideravam "forças metafísicas", dessa forma, se estabeleceu uma fronteira entre os que detinham a técnica bem apurada para discutir os fenômenos naturais e outros que estavam acostumados a explicá-las apenas verbalmente.

Os críticos afirmavam que a Física era facilmente acessível a todos àqueles que gostavam de discutir os fenômenos naturais de uma forma simples, literária e relacionada a convicção de que a ciência deveria estar disponível a maior gama de pessoas possível. Porém, com o advento do avanço da formalidade matemática, eles perceberam que existiam francas ameaças e, sentiram-se excluídos da discussão, reagindo na conformidade em que os fatos iam se dando.

Aos poucos, a Física verbal não era mais legítima em fornecer uma explicação consistente quando fora do domínio da matemática e a ciência tornava-se privativa de alguns poucos. Os efeitos excludentes foram avassaladores uma vez que exigia alto grau de treinamento e muito tempo dispensado e, é nessa conjuntura que nascem os manuais instrutivos tais como as enciclopédias de Diderot com a finalidade de se opor a utilização da matemática superior na Física uma vez que essa linguagem não era acessível ao usuário final – o leitor leigo.

É nessa conjuntura que a Mecânica Analítica se assentava oficialmente e suas principais obras foram a *Mecanique analytique* de Lagrange disponível por volta de 1799 e a *Exposition du systeme du monde* de Laplace disponível em 1796. A obra do Lagrange contemplou a mecânica newtoniana, em sua essência, revestida de um formalismo matemático peculiar que, inclusive, torna-se apta a ser aplicada mais tarde ao Eletromagnetismo no século XIX. Vargas (1996) afirmou que,

[...] Lagrange coloca os princípios da mecânica sob forma diferencial e propõe a solução de qualquer problema – da natureza ou da técnica – pela integração de equações diferenciais. Introduzindo uma nova função, igual à diferença entre a energia cinética e a potencial do sistema, Lagrange escreve suas três equações que reúnem, em si, os axiomas de Newton e a generalização do princípio dos trabalhos virtuais. Assim ficou constituída a mecânica analítica, capaz de resolver tanto os problemas da gravitação celeste e terrestre quanto o dos vários ramos tecnológicos da física clássica (VARGAS, 1996, p. 258).

Segundo Roque (2012), Lagrange já afirmava que a mecânica devia ser vista como uma parte da Análise Matemática, podendo prescindir de figuras ou de

qualquer consideração geométrica. Portanto, existia uma busca excessiva por um algoritmo que representasse bem esta técnica analítica, uma vez que por detrás das demonstrações coexistiam eminentemente uma conotação algébrica. A Análise tal como a Álgebra tinham no seu cerne lidar com as fórmulas e com seus respectivos teoremas ao passo que o Cálculo analisava matematicamente a variação das curvas.

O tratamento analítico proposto por Laplace e Lagrange proporcionaram mais adiante, no período moderno e contemporâneo, a fomentação de uma matematização intensa nas pesquisas sobre fenômenos de calor e temperatura, movimento contínuo dos fluídos (hidrodinâmica), vibração dos corpos elásticos, na teoria cinética dos gases, na Mecânica Estatística, nos fenômenos eletrodinâmicos, na Mecânica Quântica, dentre outras áreas. Portanto, as equações propostas pelos pós-newtonianos promoveram a matematização do corpo da Física a partir de uma doutrinação filosófica e, o seu processo de resolução trazia à tona um certo rigor associado devendo-se ao intenso labor da algebrização na Análise Matemática.

3 | AS CRENÇAS VEICULADAS ATRAVÉS DA RELAÇÃO BRASIL-FRANÇA

No período que antecede a Revolução Francesa a instrução matemática não ocupava lugar de destaque na França, inclusive, carecia de professores qualificados. A matemática era ministrada apenas no último nível do *Collège*, o que seria para nós a escola secundária e, àqueles estudantes que não alcançavam este nível, por qualquer que fosse o motivo, não conheciam sequer a matemática. Segundo Roque (2012) foi a partir de 1750 que foi estabelecido um segundo sistema educacional nas escolas militares que valorizava a matemática e atraía estudantes hábeis, porém, o recrutamento só abrangia parte da sociedade, em especial o segmento da nobreza.

Com fins de melhorar esse panorama foi necessário estruturar toda a política educacional vigente na França sob pena de nunca engajar seus jovens na nova Ciência. Segundo Guerra (2008),

A Revolução Francesa foi uma oportunidade ímpar para esse processo. Diversos filósofos naturais, matemáticos e astrônomos se engajaram no processo revolucionário de forma intensa, provocando profundas transformações na política científica francesa. A reforma da educação básica implementada por Condorcet e da educação superior desenvolvida por Gaspar Monge possibilitou o surgimento de uma educação científica formal. Entretanto, a formatação dessa educação foi sendo desenvolvida durante as primeiras décadas do século XIX. A chave para entender esse processo está na fundação da Escola Politécnica de Paris, em 1793 (GUERRA, 2008, p. 511).

A Revolução Francesa foi um “divisor de águas” no sentido da alteração do entendimento político acerca da sustentação financeira da pesquisa científica, antes amparada por patronos e reis. Com a ascensão da burguesia surgiu a necessidade de ocupação de novos postos de trabalho frente a expansão do comércio e das pequenas

indústrias. Carecia então da criação de novas escolas, departamentos científicos e aperfeiçoamentos das atividades militares com fins de atender urgentemente os anseios desse grupo social, desta forma surgiam as primeiras escolas de preparação de engenheiros na Europa. A então *École Polytechnique* (Escola Politécnica) foi fundada nessa conjuntura política e social.

Pela Escola Politécnica de Paris estudaram e trabalharam importantes personalidades ao longo dos séculos XIX e XX tais como Lagrange, Laplace, Lacroix, Cauchy, Fourier, dentre outros tantos. Guerra (2008) afirmou que a Escola Politécnica teve papel preponderante na Ciência francesa. Estenderíamos essa compreensão para o ensino de ciências no mundo dado a sua forte influência enquanto modelo de ensino para outros países.

A Escola Politécnica francesa passou inicialmente a oferecer a seus estudantes de engenharia uma formação científica aliado a uma base sólida de matemática básica somente antes ofertadas por escolas especializadas tais como a Escola de Minas ou a Escola de Pontes e Calçadas. Em pouco tempo a Escola Politécnica passou a gozar de boa credibilidade perante a sociedade francesa formando também os seus melhores dirigentes políticos. Foi através dela que foi concebido um projeto educacional que potencializou a substituição da filosofia por uma Ciência experimental focada no formalismo matemático angariando assim diversos laboratórios e práticas educacionais contundentes. Roque (2012) dissera que é neste contexto que surgiu então a crença de que a matemática deveria ser a base de todo o conhecimento. Referimo-nos a corrente filosófica denominada de Positivismo, que advém das premissas ideológicas de Auguste Comte, outro estimado estudante da Escola Politécnica; vale ressaltar que Comte nada mais fez do que organizar os anseios sociais daquela época. Roque (2012) completou que para ele, a Matemática constituía o instrumento mais poderoso que a mente humana poderia usar no estudo dos fenômenos naturais, pois sua universalidade seria a imagem do que toda a Ciência deveria almejar. Para Comte a promoção da razão científica conjugada com a Matemática era a chave do sucesso. Samaniego (1994) dissera que o termo Positivismo está associado a filosofia para as quais o real, o verdadeiro, é o dado concreto, o dado sensível e toda metafísica é especulação inútil.

Nessa perspectiva, a Matemática deveria ser o começo de tudo, de qualquer treinamento científico e intelectual. Vargas (1996), a respeito do Positivismo afirmou que,

Entretanto, surgia na época o controle técnico de uma poderosa fonte de energia: o calor, cuja matematização teve dupla origem. A primeira, através de outra doutrina filosófica, o positivismo. Fourier, positivista convicto, arma equações diferenciais do fluxo de calor a partir de princípios derivados de fatos positivos – aqueles indubitáveis, constatados pelos sentidos humanos. De acordo com a doutrina positivista, as soluções matemáticas de equações diferenciais estabelecidas a partir de fatos positivos corresponderiam necessariamente a fatos particulares verdadeiros. O tratado de Fourier sobre a transmissão do calor passa a ser considerado como

O Positivismo veio para ficar, influenciar e ser influenciado fortemente pelas atividades educacionais da Escola Politécnica, das Escola Normal e dos Liceus Parisienses, instituições de ensino que mais adiante estariam implementados enquanto modelos em diversos países importadores.

Guerra (2008) afirmou que em seu Curso de Filosofia Positiva, editado entre 1830 e 1842, Comte propôs dois caminhos para o ensino de ciências: o histórico e o dogmático. O próprio Comte afirmou que: “A tendência constante do espírito humano, quanto à exposição dos conhecimentos é, pois, substituir progressivamente a ordem histórica pela ordem dogmática, a única conveniente ao estado aperfeiçoado de nossa inteligência” (COMTE, 1978). É notório então que Comte acreditava que a medida que os conteúdos iam aumentando no seu grau de complexidade, dificilmente o resgate histórico surtiria grandes efeitos. Sendo assim, o ajuste organizado destes conteúdos, isto é, sequenciados de forma lógica, traria ao usuário final – o estudante – maior entendimento pedagógico acerca das questões abordadas. Desta forma, a mistura das influências contagiadas do século XVIII conjuntamente com as proposições da filosofia positivista fizeram nascer as concepções que chamamos aqui de dogmáticas. Referimo-nos conceituar como dogmática a postura de não permitir brechas para questionamentos e novas interpretações acerca desses documentos imputados aos estudantes inculcando uma completa lavagem cerebral.

Na Escola Politécnica francesa a matemática básica ganhou espaço e se aperfeiçoou conforme afirmou Roque (2012),

Foi nesse contexto que Lagrange e Lacroix produziram livros-texto que se tornaram ferramentas cruciais para o ensino superior de matemática, formando gerações de matemáticos de peso, como o próprio Cauchy. Essas instituições públicas geraram uma inédita padronização do currículo que tinha no método analítico, praticado pela matemática e pela química, seu principal elemento. No contexto mais geral, na tradição do racionalismo, esse método já havia sido defendido pelo filósofo iluminista francês Étienne Bonnot de Condillac. Na matemática, abordagem algébrica da análise podia vencer o conceito sintético (geométrico) das quantidades infinitamente pequenas (ROQUE, 2012, p. 383).

Com respeito as ciências naturais, os livros-textos foram de autoria do Haiiy, Francouer, La Caille e Fourcroy. Atenção especial ao Louis-Benjamim Francoeur (1773-1849), matemático francês, que foi responsável por obras que mais uma vez mesclavam Matemática e Física. São elas: *Traité de mécanique élémentaire (1800)*, *Cours complet de mathématiques pures (1819)*, *La goniométrie (1820)*, *L'enseignement du dessin linéaire (1827)*, *Astronomie pratique (1830)*, *Elements de technologie (1833)*, *Géodésie (1835)*, *Traité d'arithmétique appliquée à la banque (1845)*.

Como podemos perceber, a partir dos ideais da Revolução Francesa, frente ao processo social implantado, estabeleceu-se na França uma reconstituição política de

todo o sistema educacional sob a ótica de que o conhecimento poderia ser ensinado e o método analítico aplicável. Para Roque (2012), paralelamente às mudanças políticas, a revolução levou a uma reestruturação do sistema de ensino e do papel da Ciência, que passou a ser um discurso dominante – até então, embora sempre tenha gozado de prestígio social, a Ciência exercia pouca influência na sociedade.

O Brasil importou o modelo de ensino francês e, tudo nos leva a afirmar que, trouxe também toda essa influência a qual nos referimos na seção anterior. Com o advento da instalação da Corte Portuguesa na cidade do Rio de Janeiro em 1808, fruto de consequências da invasão napoleônica em Portugal, alguns modelos administrativos europeus foram trazidos para a nova sede do governo com fins de atender as suas demandas, foram eles: A Imprensa Real, a Biblioteca Real, Museu Real, Observatório Astronômico, a Escola de Cirurgia da Bahia, dentre outros. Nesta época, com respeito ao ensino de Ciências Físicas e Matemática, é que o acesso a esses conhecimentos se deram na Academia Real Militar a partir de 1810.

A disciplina de Física não entrou no currículo brasileiro com a finalidade de ser utilizada por conta dos anseios estudantis. Segundo Buss (2017),

Ao contrário, a disciplina de Física no Brasil não foi construída com esse propósito, mas, vinda de uma realidade francesa, ingressou num currículo confessadamente humanista. Desde sua gênese, o conteúdo apresentado pela disciplina era 'independente do contexto', isto é, um conhecimento de abordagem teórica desenvolvido para fornecer generalizações e universalidades (BUSS, 2017, p. 162).

Para Sampaio (2004), a organização do currículo seguiu o padrão francês, onde a concepção humanística era a essência da educação clássica e erudita, sendo complementado pelos estudos de ciências sociais, da matemática e de ciências. Segundo Chervel apud Nicioli Júnior & Mattos (2007a), disciplinas como retórica, línguas, filosofias etc. tinham como função desenvolver o intelecto dos indivíduos a fim de capacitá-los para o ensino superior dando ao ensino secundário um caráter propedêutico. Portanto, disciplinas de caráter científico não tinham uma função nesse processo ficando praticamente excluídas do currículo.

Como se pode perceber, inicialmente, a disciplina Física teve uma rejeição natural frente a conjuntura humanista a qual se estabelecia a educação brasileira. Isto decorre porque a Física não tinha utilidade para os problemas do cotidiano correlato. Desta forma, elevou-se a disciplina para um patamar de curso preparatório, sem grandes pretensões de evocar as profissões mais importantes da época, somando-se a isso o fato de não ter pesquisa associada e, portanto, tornou-se relegada ao segundo plano. Para Buss (2017),

Seu estudo não era importante para se alcançar os diplomas e as ocupações que garantiram os melhores salários e as maiores posições sociais. Ao contrário, a Física era vista como preparatórias para profissões técnicas e aquelas consideradas de segunda classe, como funcionalismo público, indústria e comércio. Muitas vezes a Física foi opcional e seu posicionamento no currículo era alterado a cada reforma

educacional. Só não deixou de ser lecionada porque era considerada importante no modelo francês no qual o Brasil se espelhava.

Para Haidar apud Nicioli Júnior & Mattos (2007a), nessa época também não era necessária a formação de pessoas para o desenvolvimento tecnológico do país, já que a mão-de-obra era exclusivamente escrava sendo desnecessário qualquer avanço científico.

A Academia Real Militar recebeu diversas nomenclaturas ao longo de muitos anos e atrelado a isso seus currículos foram a todo tempo modificados. Os seus estatutos indicavam sempre a utilização dos livros-textos franceses e o currículo que se devia seguir tinha como base os pressupostos determinantes da Carta Régia de 4 de dezembro de 1810 que indicava a obrigatoriedade da tradução dos tais livros-textos. A Imprensa Real contribuiu para a disseminação das ideias francesa no Brasil uma vez que reproduziu boa parte destas literaturas. Segundo Silva (2003),

[...] constava em seus estatutos o fato de os professores serem obrigados a organizar textos didáticos moldados sobre livros adotados, geralmente de autores franceses, para uso de seus alunos. Esse foi o forte motivo das traduções, para a língua portuguesa, de várias obras matemáticas para uso na academia. Mas, nem sempre a autoridade maior cumpria com sua parte, que era financiar a publicação dos compêndios traduzidos. Mesmo assim, foram feitas traduções e publicações de obras de L. Euler, A. M. Legendre, S. F. Lacroix, N. L. Lacaille, dentre outros (SILVA, 2003, p. 34).

Em 1839 a Academia Real Militar passou a ser chamada de Escola Militar da Corte e em 1858 de Escola Central e foi fortemente orientada pelo Positivismo de Comte onde as suas influências refletiram no desenvolvimento científico do Império e mais adiante na República. A doutrina cerceava a criatividade ao desejar eliminar da indagação científica as questões especulativas e metafísicas. Foi através dela que foi concebido um projeto educacional que potencializou a substituição da filosofia por uma Ciência experimental focada no formalismo matemático angariando assim diversos laboratórios e práticas educacionais contundentes.

O Ensino Superior teve destaque em 1870 quando aconteceu uma grande reforma nos estatutos da Escola Central transformando-a em uma escola civil. Por força do Decreto Imperial número 5.600, de 25 de abril de 1874, nascia então a Escola Politécnica que em 1896 se chamaria de Escola Politécnica do Rio de Janeiro e a sua finalidade era formar engenheiros. Para Silva (2003), esse modelo de escola foi inspirado em escolas francesas, pois a École Polytechnique de Paris, fundada em 1794, tinha como objetivo central preparar diversas categorias de engenheiros, por meio de um curso básico de dois anos de duração e em seguida os alunos seriam enviados para as escolas profissionalizantes. A influência francesa traz um modelo de escolas isoladas que mais tarde seriam agrupadas em universidades. As universidades brasileiras são filhas tardias deste contexto europeu que formavam seus profissionais fora do sistema universitário com fins de atender os anseios da

burguesia industrial.

Na Constituição de 1824, promulgada por D. Pedro I, existiu um tópico destinado a educação que foi o “divisor de águas” no contexto nacional. Segundo Martins (2015) entre as medidas estabelecidas para a melhoria do ensino no país estava a criação de um colégio, que teria como referência os colégios europeus, particularmente os franceses. Segundo Lorenz (1995),

Deve-se lembrar que o Colégio Pedro II serviu como padrão para os colégios públicos e até mesmo aos particulares durante o século XIX e nas primeiras décadas do século XX, e que seu colegiado exerceu um papel importante na elaboração de programas de ensino a serem adotados a nível nacional até meados do século XX. Desta forma, informações sobre os estudos ministrados no referido colégio permitem descrever a evolução do ensino secundário público em geral e do ensino de Ciências em particular (LORENZ, 1995, p. 71).

Para Lorenz (1995), a escola pública brasileira, representada pelo Colégio Pedro II, devia a sua inspiração pedagógica à herança francesa e manteve uma certa fidelidade às correntes intelectuais daquele país em relação ao ensino de ciências.

A figura 1 demonstra com veemência a continuidade desta influência, agora, no ensino secundário, que foi representado nesta época pela instituição-modelo Colégio Pedro II e, que manteria a hegemonia da escola francesa no Brasil por mais de 100 anos.

O primeiro livro-texto de Física a ser adotado no Colégio Pedro II foi *La physique réédite em tableaux raisonnés* de Etienne Barruel de 1798. Segundo Sampaio apud Nicioli Júnior & Mattos (2008) esse livro foi recomendado pelo Ministro Bernardo de Vasconcelos e traduzido pelo Cônego Francisco Vieira Goulard. Esta obra detinha uma abordagem mais conceitual, sem grandes preocupações com aplicabilidades do cotidiano correlato. Para Nicioli Júnior & Mattos (2008) apesar disso, destaca-se que devido ao enfoque humanístico, esse livro satisfazia as necessidades educacionais da época pois não tinham como objetivo uma ênfase científica em seu currículo. Ao consultar os programas de ensino do Colégio Pedro II podemos perceber a forte influência francesa. Vejamos,

Influência francesa nos livros didáticos no Brasil por 100 anos

Ano do Programa	Livro didático recomendado (área de Física)
1850	-
1856	Éléments de Chimie, précédés de motifs de Pâquet, Poirin-Vauzy
1858	Compendio de Physica, Dr. Meirelles
1862	Compendio de Physica, Dr. Meirelles
1877	Lições normaes de Physica, Dr. Pouille (d'Amiens)
1878	Lições normaes de Physica, Dr. Pouille (d'Amiens)
1882	Physica, Albert Ganot (última edição)
1892	Compendio, Orion e Fernet
1893	Compendio, Albert Ganot
1895	Materiais para estudo da mecânica geral, Dr. J. Eudílio de Silva Oliveira Astronomia Popular, A. Coente
1898	Physica, Albert Ganot Mecânica, F.I.C.
1912	-
1915	-
1926	Physica, Albert Ganot (última edição)
1929	Physica, Albert Ganot Tratado de Physica, Raul Romano Elementos de Physica, António de Pádua Dias
1931	-
1942/1946	-
1951	-

(Fonte: VEGHIA, LORENZ, 1998)

FIGURA 1: Tabela que demonstra a influência francesa por cerca de 100 anos no ensino básico brasileiro conforme orientação do Colégio Pedro II

Segundo Martins (2015) ao longo do período de 1850 a 1951, o colégio desenvolveu 18 programas de ensino, que foram considerados currículos do ensino secundário e que deveriam ser adotados pelas demais instituições de ensino do país. Ao analisar a figura 1 fica claro que cerca de 70% dos livros indicados durante 101 anos eram eminentemente franceses ou de traduções francesas e, para além disso, quando eram de autoria de brasileiros creditavam-se a eles fortes influências francesas. Desta forma, os programas de Física de 1856, 1877, 1878, 1882, 1892, 1893, 1898, 1926 e 1929 eram de livros franceses; os de 1858, 1862, 1895 e 1929 eram de autores brasileiros, sendo que no último ano também foi recomendado um francês. Para Coimbra apud Martins (2015), o currículo desenvolvido pelo colégio rompeu com uma longa tradição de ensino de tendência humanística. Apenas com a criação desse colégio-modelo, ocorreu de fato a inserção de disciplinas da área científica no currículo oficial.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente dissociação da Análise perante a Geometria propiciou o que se denominou de formalismo e, conseqüentemente, trouxe o rigor a área de Ensino de Física. O formalismo inspirava confiança a quem utilizava os métodos analíticos e, conseqüentemente, permitia que a generalidade da matemática fosse afeiçoada pelos métodos algébricos. Desta forma, se uma demonstração era feita por meio de tais fórmulas, geralmente o resultado era admitido como válido e, não atoa os *traités* e *cours* apregoavam essa performance. Não havia sequer a necessidade de tecer especulações associadas as concepções metafísicas, prevalecendo assim o domínio pleno da aplicação das técnicas. A modificação na conceituação de problemas físicos e na prática do cálculo matemático, no que condiz a implementação simbólica, possibilitou a utilização, fertilidade e a exploração do poder deste cálculo. A explicação física acerca dos fenômenos naturais praticamente tornava-se relegada ao segundo plano, uma vez que somente se importavam com a veracidade das demonstrações matemáticas. Ao que nos parece, a importação do formalismo matemático francês foi feita de forma um tanto cega, de modo que a interpretação física não foi imediatamente óbvia aqui no Brasil, todavia, a influência do pós-newtonianos foi dada como certa. Por tudo isso, a adequação do formalismo matemático aos desenvolvimentos subsequentes do campo da física é ainda mais marcante e tudo nos leva a acreditar que o formalismo e, por consequência o rigor, oriundo da Análise Matemática além da influência de correntes filosóficas positivas, possam estar influenciando o modo de compreender da Física nos tempos de hoje garantindo assim uma discussão dos

pares *ad eternum* acerca do famigerado fracasso escolar instaurado no ensino de física. Basta atentarmos para tamanha influência dos livros-texto franceses entre os anos de 1850-1951. Após esse período até os dias atuais, podemos estar colhendo todas as emoções impregnadas oriundas de toda esta conjuntura. Acreditamos que a disseminação dessas concepções epistemológicas ingênuas que observamos no compreender dos fenômenos naturais em nossas salas de aula, corroboraram muito para a configuração em que se encontra o Ensino de Física no Brasil.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Câmara Federal. **Carta de lei de 4 de dezembro de 1810**. Diário Oficial, Brasília, DF, 04 dezembro de 1810. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/carlei/anterioresa1824/cartadelei-40009-4-dezembro-1810-571420-publicacaooriginal-94538-pe.html>> Acesso em: 02 mai.2018, 16:37:30.

BRASIL. **Decreto número 5.600, de 25 de abril de 1874**. Diário Oficial. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1824-1899/decreto-5600-25-abril-1874-550207-publicacaooriginal-65869-pe.html>> Acesso em: 10 mai. 2018, 17:25:30.

BUSS, C. S. **O nascimento e a evolução da disciplina física no ensino secundário brasileiro: uma análise a partir da teoria de David Layton**. 2017. 280 f. Tese (Doutorado em Programa de Pós-Graduação em Ciências: Química da Vida e Saúde). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

COMTE, A. **Curso de Filosofia Positiva**. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

GINGRAS, Y. **What did mathematics do to physics?** Quebec: Science History Publications Ltda, 2001, p. 383-416.

GUERRA, A. et al. O papel dos livros didáticos franceses do século XIX na construção de uma concepção dogmático-instrumental do ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 25, n 03, p. 507-522, dez. 2008.

HEILBRON, J. L. **Physics a short history from quintessence to quarks**. Oxford: Oxford University Press, 2015.

LORENZ, K. M. **Os livros didáticos de ciências na escola secundária brasileira: 1900 a 1950**. Educar. n. 10, 1995, p. 71-79.

MARTINS, V. R. **O ensino de física moderna nos livros didáticos do início do século XX**. Dissertação de mestrado. USP, 2015.

NICOLI JUNIOR, R. B.; MATTOS, C. R. A disciplina física no ensino secundário nos anos de 1810 até 1930. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Atas...** Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007a. p. 1-12.

NICOLI Júnior, R. B.; MATTOS, C. R. **A disciplina e o conteúdo de cinemática nos livros didáticos de física do Brasil (1801 a 1930)**. Investigações em Ensino de Ciências. v. 13, n. 3, 2008, p. 275-298.

PATY, M. **The Idea of quantity at the origin of the legitimacy of mathematization in physics**. In: GOULD, C. (Ed.) *Constructivism and practice: Towards a social and historical epistemology*. Lanham: Rowman and Littlefield, 2003. p. 109-135.

PONCZEK, R. L. **Da Bíblia a Newton**: uma visão da Mecânica. In.: Origens e evolução das ideias da física. ROCHA, J. F. M. (org). 2ª ed. Salvador: EDUFBA, 2015, p. 21-134.

ROQUE, T. **História da matemática**: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

ROUX, S. **Forms of mathematization (14th-17th centuries)**. Early Science and Medicine, Leiden, v. 15, n. 4-5, p. 319-337, 2010.

SAMANIEGO, L. E. Q. O positivismo e as ciências físico-matemáticas no Brasil. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 11, n. 2, p. 105-114, ago. 1994.

SAMPAIO, G. M. D.; SANTOS, N. P. **Os livros didáticos de física e química nos primeiros dezoito anos do colégio de Pedro II (1838-1856)**. 2004. 164f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SILVA, C. P. **A matemática no Brasil**: história de seu desenvolvimento. São Paulo: Blucher, 2003.

VARGAS, M. **História da matematização da natureza**. Estudos Avançados 10, São Paulo, n. 28, p. 249-276, 1996.

VECHIA, A.; LORENZ, K. M. **Programa de ensino da escola secundária brasileira: 1850-1951**. Curitiba: Ed. do Autor, 1998.

AULAS PRÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: PERCEPÇÃO DE PROFESSORES E ALUNOS DE ESCOLAS PÚBLICAS DE PORTO ESPERIDIÃO, MATO GROSSO

Jaqueline Cordeiro

Universidade do Estado de Mato Grosso.
Cáceres – MT.

Cláudia Lúcia Pinto

Universidade do Estado de Mato Grosso.
Cáceres – MT.

Carolina dos Santos

Universidade do Estado de Mato Grosso.
Cáceres – MT.

Elaine Maria Loureiro

Universidade do Estado de Mato Grosso.
Cáceres – MT.

Valcir Rogério Pinto

Universidade do Estado de Mato Grosso.
Cáceres – MT.

RESUMO: No ensino de ciências destaca-se a dificuldade do aluno relacionar as teorias com a sua realidade. Nesse contexto, a atividade prática torna-se um método essencial para o aluno aplicar o conhecimento científico adquirido nas aulas em situações do seu cotidiano. Esta pesquisa objetivou analisar a importância de aulas práticas no ensino de ciências para professores e alunos de escolas públicas de Porto Esperidião-MT. A pesquisa quali-quantitativa, com análise descritiva, foi desenvolvida em três escolas públicas do município de Porto Esperidião-MT, na E.E. 13 de Maio, E.M. Maria Gregória Ortiz Cardoso e

E.M. Santo Antônio. Questionários estruturados foram aplicados a cinco professores de ciências e trinta alunos do 9º ano do ensino fundamental. Os professores entrevistados afirmaram que desenvolvem atividades práticas nas aulas de ciências, embora com pouca frequência. Aula de campo, laboratório e experimentos em sala são desenvolvidas, no entanto, segundo os professores, há muitas dificuldades para a realização desse tipo de atividade, como a falta de espaço físico, de equipamentos para aulas de laboratório e de transporte para as aulas de campo. Os alunos relataram gostar das aulas práticas e afirmaram que aprendem mais quando praticam. Conclui-se que as atividades práticas no ensino de ciências são essenciais, visto que desenvolvem nos alunos competências e habilidades para resolver problemas e o interesse pela investigação científica. Colocar em prática o que estudou em teoria torna a aprendizagem significativa.

PALAVRAS-CHAVE: Professor, aluno, aprendizagem, Porto Esperidião.

ABSTRACT: The trouble students have relating the theories to their reality highlights in science teaching. With this in mind, practicing becomes a fundamental method enabling the students to apply the scientific knowledge from classes to everyday situations. This study aimed to analyze the importance of practical classes in

science teaching to teachers and students from public schools in Porto Esperidião, state of Mato Grosso, Brazil. The qualitative and quantitative research with descriptive analysis was developed in three public schools in Porto Esperidião: 13 de Maio State School, Maria Gregória Ortiz Cardoso Municipal School and Santo Antônio Municipal School. Structured questionnaires were answered by five science teachers and thirty students of the ninth grade in the elementary level. Those teachers affirmed that they develop practical activities in class, though not often. Class field trips, lab activities and experiments in class are done but, according to the teachers, performing these kind of activities involves many difficulties, for instance the lack of physical space, lab equipment and transportation for class field trips. The students reported appreciating the practical classes and said that they learn more while practicing. It is concluded that the practical activities in science teaching are essential because they cause the students to build up skills and abilities needed to solve problems as well as the interest in scientific investigation. Putting the theory that has been studied into practice makes learning meaningful.

KEYWORDS: Teacher, student, learning, Porto Esperidião.

1 | INTRODUÇÃO

No ensino de ciências, destaca-se a grande dificuldade do aluno relacionar as teorias trabalhadas em sala de aula com a sua realidade. Nesse sentido, nas últimas décadas diferentes práticas pedagógicas utilizadas pelos professores têm sido temas de discussões. Dentre elas, destaca-se a inserção de atividades práticas no currículo escolar, considerada por muitos professores, indispensável para o bom desenvolvimento do ensino (REGINALDO; SHEID; GULLICH, 2012).

O uso de atividades práticas no ensino de ciências não é recente, porém há uma grande variação no modo de fazê-la nas diferentes tendências e movimentos dos últimos anos (RABONI, 2002; RONQUI; SOUZA; FREITAS, 2009). O trabalho experimental originou-se há mais de cem anos, devido aos trabalhos realizados nas universidades, com o objetivo de melhorar a aprendizagem dos alunos que aprendiam os conteúdos científicos, todavia não sabiam aplicá-los. Assim, o trabalho prático de laboratório, no século XIX, surgiu com o objetivo de confirmar uma teoria que já havia sido ensinada, sendo desenvolvido dentro de uma perspectiva demonstrativa (RONQUI; SOUZA; FREITAS, 2009).

De acordo com Peruzzi e Fofonka (2014), as aulas práticas de laboratório nas disciplinas da área das Ciências da Natureza são essenciais para que os alunos experienciem o conteúdo trabalhado em sala nas aulas teóricas, conhecendo e observando os organismos e os fenômenos naturais, além de manusear equipamentos laboratoriais, etc. Nesse contexto, as aulas de laboratório podem funcionar como um poderoso catalizador para obtenção de novos conhecimentos, pois a vivência de uma experiência facilita a fixação do conteúdo e o aprendizado efetivo (POSSOBOM;

OKADA; DINIZ, 2003).

Para Ronqui, Souza e Freitas (2009), a aprendizagem não se dá apenas por ouvir e folhear o caderno, mas por uma relação teórico-prática, com a finalidade não de comparar, mas sim de despertar o interesse dos alunos, gerando discussões, melhor aproveitamento das aulas e uma aprendizagem significativa. Reginaldo, Sheid e Gullich (2012) reforçam que a realização de experimentos é uma excelente ferramenta nas aulas de ciências para que o aluno possa estabelecer a dinâmica e indissociável relação entre a teoria e a prática, pois esta estratégia efetiva o aprendizado e desmistifica a perspectiva que muitos professores têm, em que se pensa que após passar uma informação teórica, o professor deve propor aos seus alunos uma prática apenas para comprovar o que foi dito.

Há uma fundamentação psicológica e pedagógica, segundo Possobom, Okada e Diniz (2003), que afirma a necessidade de dar à criança e ao adolescente a oportunidade de, por um lado, exercitar habilidades como cooperação, concentração, organização, manipulação de equipamentos e, por outro, vivenciar o método científico, compreendendo a observação de fenômenos, o registro sistematizado de dados, a formulação e o teste de hipóteses e a inferência de conclusões. Nesse sentido, Miranda, Leda e Peixoto (2013) ressaltam que as atividades práticas propiciam uma dinamização dos conteúdos, estimulando através do contato dos alunos com a prática, a curiosidade, a atenção e até mesmo a vocação científica. Além disso, conforme Rosito (2008), o uso de atividades práticas permite maior interação entre professor e alunos, permitindo um planejamento conjunto e uso de estratégias que podem resultar em uma melhor compreensão dos conteúdos.

Embora existam diversos recursos para subsidiar a realização de aulas práticas, como vídeos, experimentos em sala ou laboratório, aulas de campo, etc., muitos educadores do ensino fundamental e médio ainda utilizam o modelo tradicional de ensino, em que o professor é simplesmente um transmissor de conteúdos e os alunos fazem o papel de ouvinte, o que dificilmente resulta num aprendizado efetivo. Nessa metodologia de ensino, o conhecimento passado pelo professor não é realmente absorvido, pois são apenas memorizados por um curto período de tempo e geralmente esquecidos em poucos meses (RONQUI; SOUZA; FREITAS, 2009; MIRANDA; LEDA; PEIXOTO, 2013). Segundo Reginaldo, Sheid e Gullich (2012), o aluno só terá aprendido, de fato, se ele conseguir reconhecer e aplicar o conhecimento científico adquirido nas aulas, em situações do seu cotidiano.

Tendo em vista que as aulas práticas contribuem de forma efetiva no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, surge a importância de investigar a percepção que professores e alunos têm sobre esse tipo de atividade, bem como sua relevância e utilização no ensino de ciências. Assim, esta pesquisa teve por objetivo analisar a importância da inserção de aulas práticas no ensino de ciências para professores e alunos do ensino fundamental de escolas públicas no município de Porto Esperidião, Mato Grosso.

2 | METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Porto Esperidião, sudoeste do estado de Mato Grosso (Figura 1), localizado a 317 km da capital Cuiabá. A estimativa populacional do município é de 11.535 habitantes (IBGE, 2016).

A escolha das escolas públicas do município para a pesquisa teve como critérios: maior escola estadual, maior escola municipal e escola da zona rural.

A Escola Estadual 13 de Maio, maior escola estadual de Porto Esperidião, possui em torno de 1200 alunos, distribuídos entre o ensino fundamental, ensino médio e Educação de Jovens e Adultos (EJA) nos períodos matutino, vespertino e noturno. A Escola Municipal Maria Gregória Ortiz Cardoso, maior escola municipal de Porto Esperidião, possui cerca de 400 alunos e oferece o ensino fundamental e o ensino médio nos períodos matutino e vespertino. E a Escola Municipal Santo Antônio, na zona rural, possui em torno de 152 alunos e oferece o ensino fundamental e médio no período vespertino.

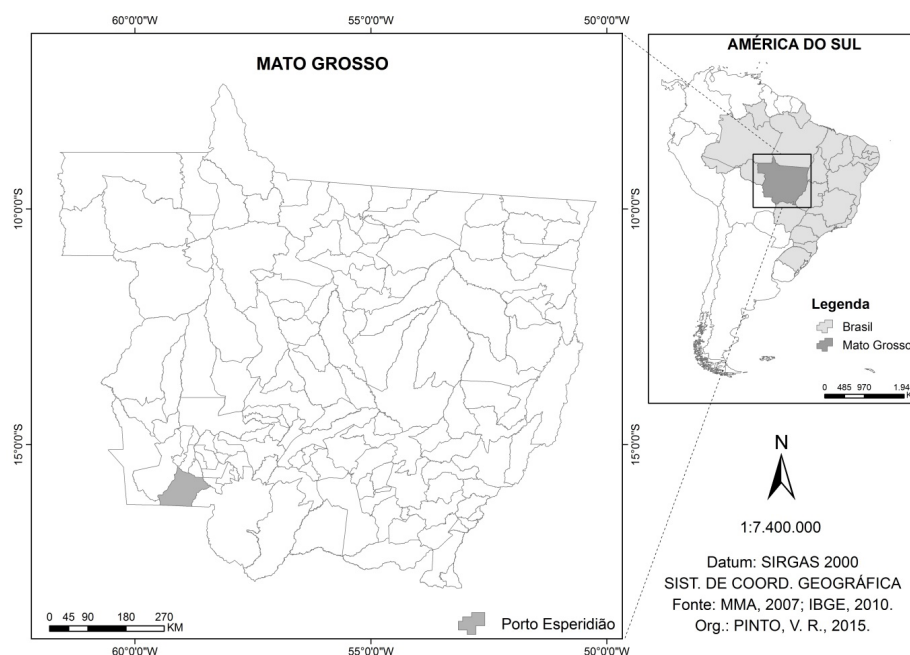


Figura 1. Localização geográfica do município de Porto Esperidião, Mato Grosso.

2.2 Método de estudo

A pesquisa trata-se de uma abordagem quali-quantitativa, com análise descritiva, que possibilita o entendimento do comportamento dos indivíduos em questão e a quantificação dos dados (PERUZZI; FOFONKA, 2014). Assim, esta pesquisa poderá facilitar a compreensão das situações vividas por estes indivíduos em relação ao ensino de ciências.

A pesquisa foi realizada no mês de agosto de 2015, utilizando questionários estruturados, constituído por questões abertas e fechadas sobre aulas práticas na

disciplina de ciências, aplicado a 5 professores de Ciências e 30 alunos do 9º ano do ensino fundamental das referidas escolas do município de Porto Esperidião, sendo 3 professores da Escola Estadual 13 de Maio, 1 professor da Escola Municipal Maria Gregória Ortiz Cardoso, 1 professor da Escola Municipal Santo Antônio e 10 alunos de cada escola. Os professores e os alunos tiveram livre escolha de participarem da pesquisa e não foi necessária sua identificação.

3 | RESULTADOS

3.1 A importância das aulas práticas na percepção de professores de ciências

Tendo em vista a importância da utilização de atividades práticas no ensino de ciências, foi analisado se esta metodologia é, de fato, utilizada pelos professores e qual percepção professores e alunos têm dessas atividades.

Um total de cinco professores de ciências do município de Porto Esperidião foi entrevistado, sendo dois do sexo masculino e três do sexo feminino, com idade entre 23 e 49 anos. Quatro professores possuem graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas e ministram aulas de Ciências há mais de dois anos, sendo que um deles já atua na área há mais de 21 anos. Uma das professoras entrevistadas ainda é acadêmica do curso de Ciências Biológicas e ministra aulas de ciências há um ano.

Os professores foram unânimes ao relatar que desenvolvem atividades práticas nas suas aulas de Ciências, embora não seja com muita frequência. Apenas um deles afirmou trabalhar sempre com aulas práticas, e os outros quatro, às vezes.

Os resultados da pesquisa mostraram que os professores utilizaram várias fontes para preparar suas aulas práticas, e a internet foi a mais citada, seguida de livros (Figura 2). Um professor da Escola 13 de Maio afirmou utilizar outra fonte na preparação das aulas, utiliza informações de um banco de dados criado por ele.

Os professores afirmaram ministrar aulas práticas sempre após a aula teórica e relataram que as aulas práticas proporcionam a capacidade de questionar, propor hipótese e interpretar, estimulando, assim, o raciocínio científico. Além disso, na percepção dos professores entrevistados, as aulas práticas despertam a curiosidade do aluno, facilitam sua aprendizagem no ensino de ciências e fazem com que eles desenvolvam habilidades científicas, como manipulação e observação, além dos mesmos comprovarem o que foi visto na aula teórica.

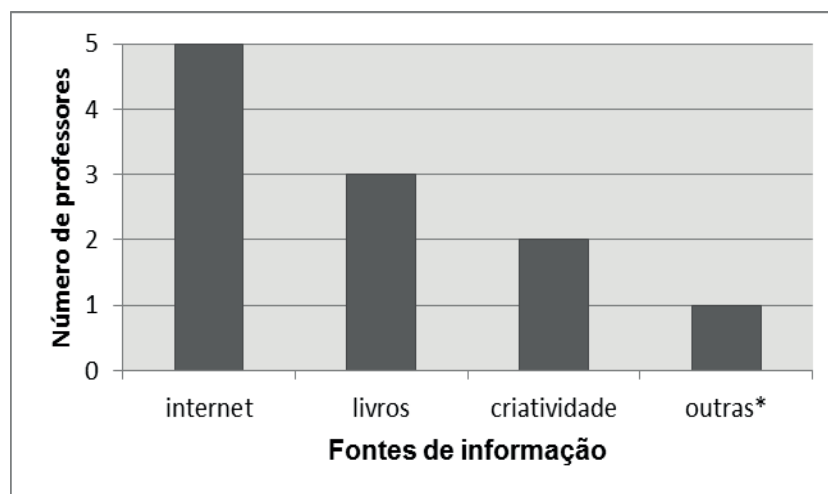


Figura 2. Fontes de informação utilizadas pelos professores no preparo das aulas práticas.

*Banco de dados próprio.

Todos os professores entrevistados relataram que já desenvolveram diversas atividades práticas com seus alunos dentro e fora do ambiente escolar, como aula de laboratório, aula de campo, experimentos em sala e maquetes (figura 3). Um professor da escola 13 de Maio afirmou ter trabalhado ainda com outras atividades, como confecções de maquetes em suas aulas.

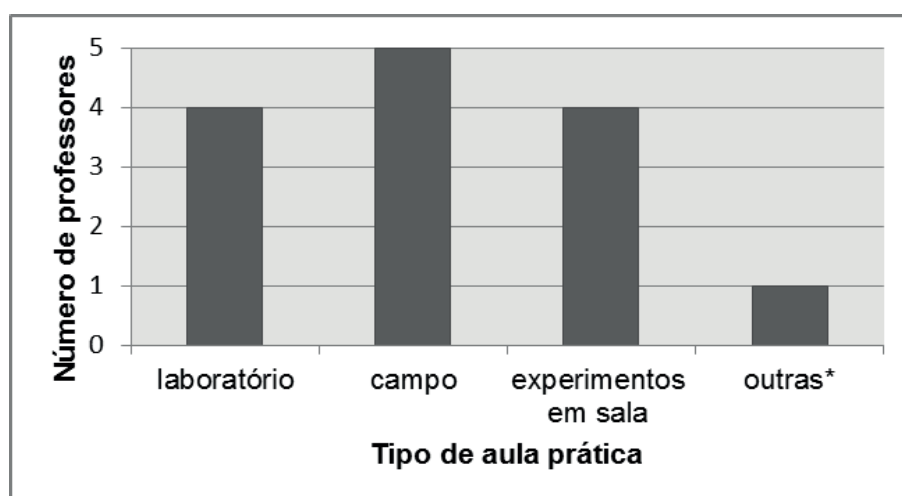


Figura 3. Tipos de aulas práticas desenvolvidas pelos professores entrevistados.

*Confecção de maquetes.

Os professores utilizam diversas formas de avaliação das aulas práticas, sendo por relatório oral, relatório escrito e avaliação por participação as mais utilizadas.

Os professores também foram unânimes ao responder que as aulas práticas contribuem no processo de ensino-aprendizagem dos alunos, pois com a prática é possível que a compreensão do conteúdo seja mais eficiente. Nesse contexto, um dos professores ressaltou que *“para que ocorra um aprendizado significativo a aula prática tem que ser bem preparada”*.

Conforme os professores, o que motiva-os a realizar esse tipo de atividade é proporcionar aos alunos conhecer o novo, obter saberes diferentes, conforme um deles ressaltou: “*as aulas práticas motivam os alunos a querer conhecer o novo, obter saberes diferentes ou saberes reais*”. Porém, conforme eles relataram, existem muitas dificuldades para a realização dessas atividades, como a falta de espaço físico, de equipamentos para aulas de laboratório e de transporte para as aulas de campo.

3.2 A importância das aulas práticas na visão de alunos

Um total de 30 alunos foi entrevistado, todos do 9º ano, último ano do ensino fundamental, com idade entre 14 e 16 anos.

No que diz respeito à percepção dos alunos sobre as aulas práticas, todos afirmaram gostar desse tipo de atividade no ensino de ciências e que são importantes para sua aprendizagem, conforme um dos alunos afirmou: “*nós aprendemos mais quando praticamos*”.

Quando questionados sobre a frequência das aulas de ciências, a maioria dos alunos afirmou a preferência da inclusão das aulas práticas de ciências, sendo distribuídas entre metade teórica e metade prática (Figura 4).

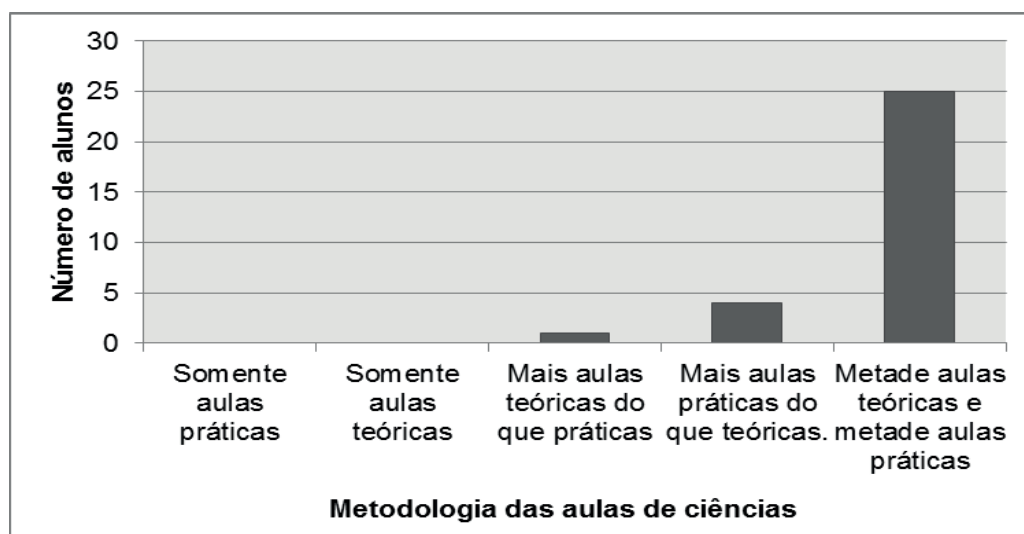


Figura 4. Metodologia das aulas de ciências mais interessante, segundo os alunos entrevistados.

A maioria dos participantes da pesquisa informou que seus professores de ciências não ministram aulas práticas com frequência (Figura 5) e quando ministram, realizam mais experimentos em sala de aula e, às vezes, aula em laboratório.

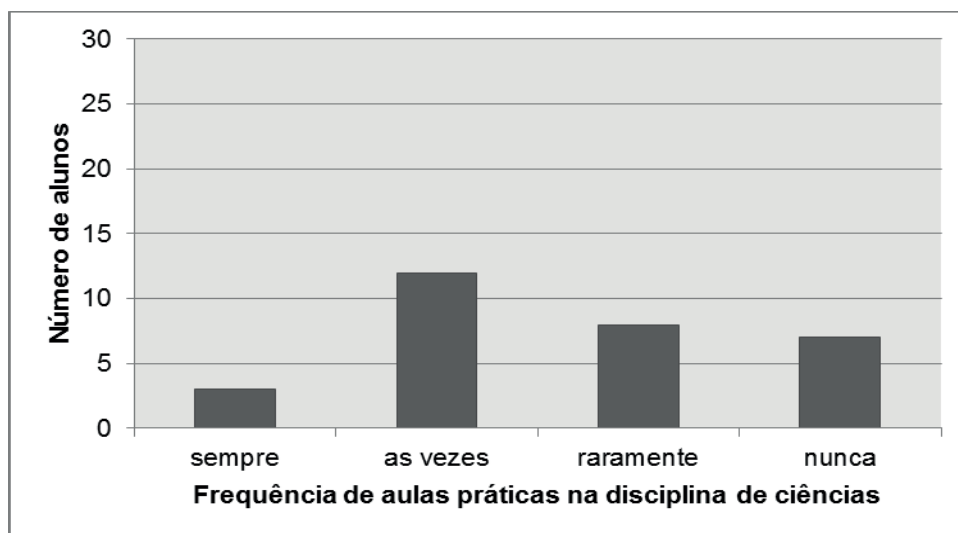


Figura 5. Frequência de aulas práticas na disciplina de ciências, segundo os alunos entrevistados.

Na última questão os alunos deveriam descrever resumidamente a aula prática que mais gostou. As descrições feitas pelos alunos de uma mesma escola foram semelhantes. Na Escola Estadual 13 de Maio, os alunos relataram que a aula que mais gostaram foi a visualização das células da cebola através do microscópio. Na Escola Municipal Maria Gregória Ortiz Cardoso eles disseram ter gostado da aula de experimentos de misturas químicas com água, óleo, álcool, etc. E para a maioria dos alunos da Escola Municipal Santo Antônio a aula prática que mais gostaram foi uma aula de pigmentação com flores, e um dos alunos relatou ainda outra atividade: a confecção de uma maquete da cidade com o isopor.

4 | DISCUSSÃO

Apesar das atividades práticas serem consideradas por muitos professores como indispensáveis para o bom desenvolvimento do ensino, a aula teórica continua sendo a modalidade didática mais utilizada pelos professores em sala de aula e a aula prática a modalidade menos utilizada (SILVA; MORAIS; CUNHA 2011; REGINALDO; SHEID; GULLICH, 2012), o que também foi verificado a partir da entrevista com alunos e professores do município de Porto Esperidião, pois observou-se que as aulas práticas não são muito frequentes nas escolas.

Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Silva, Morais e Cunha (2011) na rede pública e privada no município de Imperatriz, no Maranhão, em que apenas 14% dos professores entrevistados desenvolvem aulas práticas e por Andrade e Massabni (2011) em pesquisa realizada em Campinas e Piracicaba, São Paulo, no qual verificaram que cinco das 12 professoras entrevistadas também não utilizam atividades práticas, e as outras sete utilizam, porém, raramente, desenvolvendo em torno de três aulas práticas por ano. Peruzzi e Fofonka (2014), em seu trabalho,

também verificaram a ocorrência de aulas práticas numa frequência trimestral, em torno de três aulas práticas durante todo o ano letivo.

Em relação à frequência e o tipo de aulas práticas, as respostas dos alunos divergiram das respostas dos professores, que relataram ministrar aulas práticas com frequência e realizar, além de experimentos em sala, aulas de laboratório e aulas de campo. Acredita-se que os professores possam ter relatado experiências com outras turmas e/ou de outros anos letivos e que os alunos entrevistados não chegaram a ser contemplados com estas atividades práticas por estes professores.

De acordo com o relato dos professores, a aula a campo foi a atividade mais desenvolvida. Peruzzi e Fofonka (2014), em pesquisa realizada em Porto Alegre e Gravataí, Rio Grande do Sul, reforçam a importância de aulas práticas, como saídas a campo, pois são instrumentos imprescindíveis para a formação de um cidadão crítico e do pensamento científico-metodológico.

Durante a entrevista alguns professores também relataram que ministram aulas de laboratório. Essas atividades, corroboram com a pesquisa realizada no Município de Botucatu (SP), a qual descreve o laboratório como um local de aprendizagem e também um ambiente de desenvolvimento do aluno como um todo (POSSOBOM; OKADA; DINIZ, 2003). Capeletto (1992) apud Possobom, Okada e Diniz (2003) ainda ressaltam que não são necessários aparelhos e equipamento caros e sofisticados para realizar uma aula de laboratório, pois é possível que o professor faça adaptações a partir do material já existente e utilize material de baixo custo e de fácil acesso.

Além da aula de campo e de laboratório, o experimento em sala também foi apontado como uma das atividades mais utilizadas. De acordo com Peruzzi e Fofonka (2014), a experimentação, bem como a reflexão e a discussão da atividade realizada, possibilita ao estudante pensar sobre o mundo de forma científica, ampliando seu aprendizado sobre a natureza e estimulando habilidades, como a observação, a obtenção e a organização de dados.

Entre as diversas fontes de informação utilizadas para elaboração de aulas práticas, a internet se sobressaiu entre os professores. Segundo Lima e Garcia (2011) em pesquisa realizada em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, as fontes de informação utilizadas pelos professores para elaboração de aulas práticas são variadas, entre elas, os livros e a internet são bastante citados.

Conforme os professores as aulas práticas são apresentadas sempre após a aula teórica. No entanto, de acordo com Andrade e Massabni (2011, p. 845), aplicar atividades práticas somente após as aulas teóricas “denota a ideia de que são compreendidas como forma de ‘aplicação’ ou ‘prova’ dos conhecimentos aprendidos, atuando como complemento da aula teórica”. Alvarez (2002) apud Andrade e Massabni (2011) ressaltam que a utilização de aulas práticas apenas para comprovar a teoria pouco acrescenta aos estudantes e não fomenta uma atitude científica.

Na visão dos educadores entrevistados a aula prática contribui valiosamente com o processo de ensino-aprendizagem, pois incentiva e motiva os alunos a buscar

saberes diferentes, assim como afirma Ronqui, Souza e Freitas (2009), as principais funções das aulas práticas é estimular a curiosidade científica dos alunos, envolver-se em investigações científicas, compreender conceitos básicos, desenvolver a capacidade de resolver problemas e desenvolver habilidades de modo a permitir que os alunos tenham contato direto com fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando organismos.

No entanto, existem vários obstáculos à realização desse tipo de atividade. A falta de espaço físico e de equipamentos para aulas práticas foram os mais citados pelos professores de Porto Esperidião. Peruzzi e Fofonka (2014) salientam que a falta de conhecimento para organizar experiências, a falta de tempo para a preparação do material, a insegurança no controle da turma, a carência de equipamentos e instalações também são algumas das hipóteses para a falta de atividades práticas. A falta de recursos, de tempo e de orientação pedagógica também foi citada na pesquisa de Silva, Morais e Cunha (2011).

As aulas práticas são consideradas de grande importância no processo de ensino e aprendizagem não só por parte dos professores, mas também pelos alunos. Os alunos do município de Porto Esperidião afirmaram gostar de aulas práticas e que esse tipo de aula é muito importante para a sua aprendizagem. O trabalho de Lima e Garcia (2011) reforça a importância das aulas práticas na visão de alunos. Os alunos entrevistados por estes autores consideram as aulas práticas como facilitadoras da aprendizagem, e 94,74% dos alunos que afirmaram ter aulas práticas disseram que gostam desse tipo de aula e 94,65% dos alunos que não tem aula prática afirmaram que gostaria de ter.

Na pesquisa de Andrade e Massabni (2011) os alunos apresentaram em comum a satisfação em participar das atividades práticas o que possivelmente resulta em incentivo ao gosto pela área de ciências, confirmando a afirmação do estudo de Cardoso (2011) com alunos de ensino fundamental de uma escola pública em Lajeado, observando que os alunos satisfeitos apresentavam melhores rendimentos por esforçarem na realização de suas atividades.

Prigol e Giannotti (2008) em sua pesquisa com alunos da sexta série de um colégio estadual no Paraná observaram que os próprios alunos veem que as aulas práticas funcionam como ótima ferramenta para despertar seu interesse em aprender. Os autores ainda ressaltam que para o aluno, estudar ciências da forma tradicional não o ajuda a adquirir competência e habilidades para a construção de novos conhecimentos. Uma experiência prática desperta o interesse dos alunos e facilita a sua aprendizagem.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dessa pesquisa, conclui-se que tanto para os professores quanto para

os alunos do município de Porto Esperidião as aulas práticas são consideradas de grande importância no processo de ensino e aprendizagem.

Em todas as escolas visitadas os professores de ciências afirmaram trabalhar com aulas práticas, embora não com muita frequência. Os professores relataram realizar aulas de laboratório, experimentos, maquetes, e a aula de campo é a atividade mais desenvolvida, segundo os educadores. No entanto, existem vários fatores que dificultam a realização dessas atividades práticas, como a falta de espaço físico, de equipamentos para aulas de laboratório e de transporte para as aulas de campo.

O desenvolvimento da aula prática no ensino de ciências é de extrema importância, visto que desenvolve nos alunos competências e habilidades para resolver problemas e o interesse pela investigação científica. Colocar em prática o que se estudou na teoria é uma excelente alternativa para se obter uma aprendizagem significativa. Portanto, aulas práticas no ensino de ciências só têm a acrescentar na aprendizagem dos alunos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. L.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividade práticas na escola: um desafio par os professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.

CARDOSO, F. S. **O uso de atividades práticas no ensino de ciências: na busca de melhores resultados no processo de ensino aprendizagem**. 44 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, RS, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Porto Esperidião**. 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/mt/porto-esperidiao/panorama>> Acesso em: 11 de julho de 2017.

LIMA, D. B.; GARCIA, R. N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. **Cadernos de Aplicação**, v. 24, n. 1, p. 201-224, 2011.

MIRANDA, V. B. S.; LEDA, L. R.; PEIXOTO, G. F. A importância da atividade prática no ensino de biologia. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 3, n. 2, 2013.

PERUZZI, S. L.; FOFONKA, L. A importância da aula prática para a construção significativa do conhecimento: a visão dos professores das Ciências da Natureza. **Educação Ambiental em Ação**, n. 47, 2014.

POSSOBOM, C. C. F.; OKADA, F. K.; DINIZ, R. E. S. Atividades práticas de laboratório no ensino de biologia e ciências: relato de uma experiência. In: GARCIA, W. G.; GUEDES, A. M. (Orgs.). **Núcleos de ensino**. São Paulo: Unesp, Pró-Reitoria de Graduação, p. 113-123, 2003.

PRIGOL, S; GIANNOTTI, S. M. A importância da utilização de práticas n processo de ensino – aprendizagem de ciências naturais enfocando a morfologia da flor. In: **Anais 1º Simpósio Nacional de Educação**, Unioeste. Cascavel- Paraná, 11-13 Nov. 2008.

RABONI, P. C. A. **Atividades práticas de ciências naturais na formação de professores para as séries iniciais**. 183 F. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação, Campinas, SP, 2002.

REGINALDO, C. C.; SHEID, N. J.; GULLICH, R. I. C. O ensino de Ciências e a experimentação. In:

Anais Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, 2012. 13p. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/2782/286>> Acesso em: 02 de junho de 2015.

RONQUI, L.; SOUZA, M. R.; FREITAS, F. J. C. A importância das atividades praticas a área da biologia. **Revista FACIMED**, v. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.facimed.edu.br/site/revista/pdfs/8ffe7dd07b3dd05b4628519d0e554f12.pdf>> Acesso em: 02 de junho de 2015.

ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES, R. (Org.) **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**, Porto Alegre: EdiPUCRS, 3 ed., p. 195-208, 2008.

SILVA, F. S. S.; MORAIS, L. J. O.; CUNHA, I. P. R. Dificuldades dos professores de biologia em ministrar aulas práticas em escolas públicas e privadas do município de Imperatriz. **Revista Uni**, v. 1, n. 1, p. 135-149, 2011.

INTERSECCIONALIDADES DE GÊNERO E DE RAÇA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO: UMA ANÁLISE A PARTIR DO PROJETO PEDAGÓGICO DO INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA

**Patrícia Fernandes Lazzaron Novais
Almeida Freitas**

Universidade Federal da Bahia, Núcleo de Estudos Interdisciplinares sobre Mulheres (NEIM)/ Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas (FFCH)
Salvador - Bahia

RESUMO: O presente artigo tem por objetivo discutir a importância da inclusão das temáticas de gênero e de raça no processo de ensino e aprendizagem das instituições educacionais. Para tanto, toma-se como *locus* da pesquisa o Instituto Federal da Bahia, instituição esta referência no estado da Bahia em educação profissional, científica e tecnológica. Analisa-se, neste trabalho, o documento, em tese norteador, do fazer pedagógico desta instituição, o Projeto Pedagógico Institucional (PPI-IFBA). Discute-se a importância de um currículo abrangente que contemple as temáticas de gênero e de raça. Para tanto, são utilizados referenciais teóricos que advogam a favor das pedagogias feministas, as quais intentam erradicar o sexismo e o racismo e todas as formas de opressão. É ainda trazida à atenção a importância de se perceber as relações entre gênero e raça, utilizando-se do conceito de caleidoscópio de gênero.

PALAVRAS-CHAVE: Gênero, Raça, Educação.

ABSTRACT: This article aims to discuss the importance of including gender and race in the teaching and learning process of educational institutions. For this purpose, the Federal Institute of Bahia is the locus of the research, institution this reference in the state of Bahia in professional, scientific and technological education. The paper, in a guiding thesis, analyzes the pedagogical work of this institution, the Institutional Pedagogical Project (PPI-IFBA). The importance of a comprehensive curriculum that addresses gender and race issues is discussed. For that, theoretical references are used that advocate in favor of feminist pedagogies, which attempt to eradicate sexism and racism and all forms of oppression. It is also brought to the attention the importance of perceiving the relations between gender and race, using the concept of kaleidoscope of gender.

KEYWORDS: Gender, Race, Education.

1 | INTRODUÇÃO

Dentre outros locais pedagógicos, as instituições de ensino constituem um locus de produção e reprodução de ideias e conceitos relacionados, dentre outros temas, às interseccionalidades de gênero e de raça. Sendo um espaço formador de cidadãs(ãos),

tais instituições têm um papel de grande relevância em prol do desenvolvimento da criticidade dos(as) estudantes em relação às questões de gênero e de raça. No âmbito da educação, buscando reduzir os efeitos de uma sociedade racista e sexista, destacam-se algumas iniciativas que já foram realizadas, tais como leis, decretos, notas técnicas etc. que regulamentam não apenas a importância, como também a obrigatoriedade de abordagem de temáticas de gênero e de raça nos mais diversos níveis de ensino.

Entretanto, diversos estudos apontam para um “silêncio ensurdecedor” da escola, de educadores e de gestores em relação às questões de gênero. Ângela Maria de Freire Lima e Souza (2011) destaca que, além dessa omissão, frequentemente as próprias instituições escolares realizam práticas pedagógicas discriminatórias e reforçadoras dos estereótipos de gênero que inferiorizam as mulheres.

Tomando como *locus* central da pesquisa o Instituto Federal da Bahia (IFBA), analisa-se o principal documento que se propõe a regulamentar a prática pedagógica dessa instituição, isto é, o Projeto Pedagógico Institucional do IFBA - PPI/IFBA, investigando como esse documento aborda as temáticas interseccionais e transversais, em especial, as temáticas de relações de gênero e de raça, sendo que essa análise será realizada com base em teóricas feministas que discutem gênero, raça e educação.

2 | CALEIDOSCÓPIO DE GÊNERO

Segundo Cecília Sardenberg, "capitalismo, sexismo, racismo, etarismo, e lesbo-homofobia, dentre outras matrizes de opressão, não agem independentemente." (2015, p. 59) A autora cita outras teóricas que destacaram o quanto as relações de gênero, raça, classe, geração etc estão imbricadas: Kimberlé Chenshaw (1991) apresenta a ideia de "interseccionalidades"; Patricia Hill Collins (2000) aborda "opressões que se entrelaçam"; e Heleieth Saffioti (1992) fala da "simbiose do patriarcado, racismo e capitalismo".

Crenshaw (1991) utiliza o termo interseccionalidades em um artigo no qual abordava as violências sofridas por mulheres negras. Ela destacou que estas sofrem dupla ou tripla discriminação, sendo que o termo interseccionalidades evidencia as dinâmicas de interação entre dois ou mais eixos de subordinação.

Collins (2000), de modo similar, destaca que a maioria das mulheres negras vivencia os efeitos negativos das opressões de raça, classe e gênero simultaneamente. Para a autora, embora gênero, raça e classe estructurem as relações de modo geral, esses marcadores têm importância diferente conforme a perspectiva dos indivíduos e variando conforme o contexto.

Portanto, o nível de vulnerabilidade da pessoa depende da presença ou não das matrizes de opressão do sexismo, racismo, capitalismo, entre outros. Nesse sentido,

Saffioti (1992) afirma que, ao longo da história, o patriarcado tem se fundido com o racismo e com o capitalismo.

Sardenberg advoga o uso da noção de "caleidoscópio de gênero":

Um caleidoscópio é um tubo contendo espelhos e prismas que se combinam e recombina para produzir imagens e desenhos diferentes, a depender da movimentação do tubo. Quando olhamos pelo visor do caleidoscópio, a luz dos espelhos se reflete nos prismas por meio de células contendo pedaços de vidro, conchas e elementos semelhantes, o que cria diferentes 'mosaicos', ou padrões de desenho e cores, a cada movimento do tubo. (2015, p. 60)

Conforme a autora, as categorias gênero, raça, classe, etnia, idade etc. são como prismas sociais, produzindo "mosaicos" distintos. Nessa pesquisa, utilizo a noção de caleidoscópio de gênero apresentada por Sardenberg, pois creio ser um conceito mais amplo do que os propostos por Crenshaw, Collins e Saffioti, uma vez que considera que os prismas sociais não agem de forma independente uma da outra, mas se intersectam e formam mosaicos, ou posicionalidades, que, por sua vez, produzem múltiplas identidades. O próximo tópico discutirá as relações de gênero e de raça na educação.

3 | PEDAGOGIAS FEMINISTAS E A INCLUSÃO DAS TEMÁTICAS DE GÊNERO E DE RAÇA NA EDUCAÇÃO

A fim de refletirmos sobre a inclusão das temáticas de gênero e de raça na educação, é preciso termos em mente o conceito de pedagogias feministas, visto que essa proposta pedagógica justamente tem por objetivo a construção da equidade entre as pessoas na sociedade.

Sardenberg (2011) destaca que a sociedade brasileira, apesar das conquistas que as mulheres vêm obtendo desde o século XIX, permanece regida por uma ordem de gênero patriarcal, dominada por homens e centrada no gênero masculino, resultando em relações assimétricas e hierárquicas entre os sexos. Continuam vivos valores patriarcais e sexistas e tais valores são, muitas vezes, interiorizados pelas próprias mulheres.

Assim, conforme a referida autora, vem sendo desenvolvidas diferentes técnicas, dinâmicas e práticas educativas que visam sensibilizar mulheres e homens para as questões de gênero. Tais práticas político-pedagógicas são denominadas "pedagogias feministas":

Conjunto de princípios e práticas que objetivam conscientizar indivíduos, tanto homens quanto mulheres, da ordem patriarcal vigente em nossa sociedade, dando-lhes instrumentos para superá-la e, assim, atuarem de modo a construir a equidade entre os sexos" (SARDENBERG, 2011, p. 19)

Nesse sentido, a autora enfatiza que as pedagogias feministas integram “pedagogias críticas” ou “pedagogias libertadoras”, teorias e práticas que conscientizam indivíduos quanto às condições de opressão em que vivem. Sardenberg destaca que o método pedagógico tradicional que vê a educação como um repasse de informações nada tem de transformador

[...] pois o propósito maior é propiciar a formação de uma consciência crítica de gênero dentre os(as) participantes, de sorte a imbuí-los(as) de um ‘novo olhar’ para seu ser e estar no mundo como seres ‘gendrados’, inseridos na dinâmica das relações sociais de gênero patriarcais que caracterizam nossa sociedade. (2011, p. 21)

Enquanto as pedagogias tradicionais tentam **repassar** conhecimentos, as pedagogias feministas, assim como outras perspectivas libertárias, vêem os(as) estudantes como detentores também de conhecimentos, os quais são problematizados e construídos em sala de aula, inclusive no que se refere ao desenvolvimento de um olhar com **lentes de gênero**.

Importante destacar que não se pode falar em “pedagogia feminista” no singular e, sim, “pedagogias feministas”, a exemplo de outras dimensões do pensamento feminista, sempre plural, dada a multiplicidade de ações pedagógicas que podem ser realizadas em prol da equidade de gênero.

Nesse sentido, algo de vital relevância para o qual é preciso se atentar é o currículo. Os conteúdos que estão ou não em um currículo são resultado de escolhas, as quais refletem uma postura política daquele(s) que realizaram tais escolhas. Portanto, o currículo nunca é neutro, mas impregnado de política.

Silva afirma que o poder está inscrito no currículo. A seleção de conteúdos pode legitimar alguns grupos em detrimento de outros. “O poder é aquilo que divide o currículo - que diz o que é conhecimento e o que não é (...) estabelece desigualdades entre indivíduos e grupos sociais”. (1996, p. 168)

Conforme Silva (1999), o currículo é o documento de identidade. Portanto, deve ser o mais amplo possível. O autor enfatiza a importância de o currículo contemplar mais do que uma grade de disciplinas organizadas de forma hierárquica, extrapolar um currículo que inclui apenas uma matriz étnica, de gênero e de classe. Marta Maria Leone Lima (2011) destaca que, muitas vezes, os próprios livros didáticos confirmam isso à medida que contam a história a partir de uma visão europeia, masculina, branca, cristã e heterossexual. Nesse sentido, algumas iniciativas devem ser destacadas, por exemplo, a inclusão da temática de História e Cultura Afro-brasileira como obrigatória na educação básica, sendo também conteúdo recomendado nos cursos superiores.

Há quinze anos, a Lei nº 10.639 alterou a Lei nº 9.394, de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional, incluindo no currículo oficial da rede de ensino a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-brasileira”. Posteriormente, a Lei nº 11.645, de 2008, incluiu o ensino de História e Cultura

Indígena nos currículos, reforçando a relevância da história e da cultura de tais grupos étnicos na formação da sociedade nacional.

Outro exemplo constitui a Nota técnica nº 24/2015, do Ministério da Educação, a qual destaca a relevância dos conceitos de gênero e orientação sexual na compreensão das desigualdades entre homens e mulheres e para o enfrentamento de diferentes formas de discriminação e violência, tais como o machismo, sexismo, homofobia, racismo, transfobia, entre outros, os quais se reproduzem dentro e fora dos espaços escolares. Essa nota salienta que as Diretrizes Nacionais para a Educação em Direitos Humanos definem como seus fundamentos, entre outros aspectos, a dignidade humana, a igualdade de direitos, o reconhecimento e a valorização das diferenças e das diversidades. Portanto, nesse documento, o Ministério da Educação reitera a importância da inclusão dos conceitos de gênero e orientação sexual para as políticas educacionais e para o processo pedagógico.

Entretanto, sabe-se que, na prática, muitas vezes, tais prerrogativas legais não são cumpridas pelos mais diversos motivos, dentre os quais, falta de preparação dos(as) profissionais envolvidos. Esta situação está associada aos currículos em formação docente, que em grande parte, ignoram as questões de gênero e sexualidade, constituindo-se assim uma lacuna importante nos cursos de Licenciatura.

Guacira Louro afirma que a escola **fabrica** os sujeitos, produzindo identidades étnicas, de gênero, de classe e assim por diante. Ela destaca que a escola delimita espaços. Servindo-se de símbolos e códigos, as instituições educacionais afirmam o que cada um pode (ou não pode) fazer, separam e instituem. Informam o **lugar** dos pequenos e dos grandes, dos meninos e das meninas. (2003, p. 58)

As pedagogias feministas implicam numa postura política em prol da equidade de gênero e de raça. Uma importante forma de erradicar o sexismo e o racismo, além da inclusão das temáticas de gênero e de raça nos currículos, consiste em oportunizar e incentivar a participação ativa do(a) educando. Para isso, é necessária a construção de um currículo que propicie trocas e compartilhamento de saberes e de experiências.

Nesse sentido, será analisado, no próximo tópico, alguns aspectos do Projeto Pedagógico do Instituto Federal da Bahia, instrumento norteador da processo de ensino e aprendizagem da referida instituição.

4 | O PROJETO PEDAGÓGICO INSTITUCIONAL DO INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA (PPI-IFBA): UM OLHAR A PARTIR DO CALEIDOSCÓPIO DE GÊNERO

A relevância do Projeto Pedagógico Institucional do IFBA (PPI) para essa instituição é destacada em sua Introdução, a qual coloca que, citando Ilma Veiga (2002), tal documento consiste em um “documento de identidade” da instituição.

O documento tem como principal base legal a Lei de Diretrizes e Bases da

Educação (LDB), Lei 9.394/1996, a qual traz orientações em relação a todos os níveis e modalidades de ensino. Estabelece ainda como princípios balizadores igualdade, solidariedade, equidade, inclusão, sustentabilidade e democracia, objetivando a formação de um sujeito omnilateral.

Conforme o PPI, o IFBA tem como missão promover a formação do cidadão histórico-crítico, oferecendo ensino, pesquisa e extensão com qualidade socialmente referenciada, objetivando o desenvolvimento sustentável do país.

O documento está dividido em quatro partes, chamadas de “dimensões”: I - caracterização institucional; II - caracterização da sociedade, conhecimento e educação profissional e tecnológica; III - dimensão político-pedagógica; e IV - estrutura educacional.

Na primeira dimensão, encontramos os princípios da instituição. Um destes é o respeito, o qual é definido como respeito e valorização da pessoa humana em sua singularidade e diversidade. Outro princípio a ser destacado é a inclusão, no qual a instituição se compromete a desenvolver ações afirmativas de inclusão e garantia de acesso para egressos de escolas públicas e/ou em situações de vulnerabilidade social, levando em consideração as questões étnico-raciais e de gênero. Ainda outro princípio a ser destacado é o da equidade em que a instituição estabelece o objetivo de promover em suas relações ações de equidade.

Em consonância com sua missão, o IFBA estabelece Diretrizes, entre as quais, promover políticas institucionais visando à inclusão social (étnica, gênero, necessidades especiais, etc.)

Notamos, portanto, que o documento referencia a relevância de levar em consideração as relações de gênero e de raça, objetivando ações que promovam a inclusão e a equidade.

Em sua dimensão II, dentre outros autores, o documento cita Paulo Freire (1987), o qual salienta o papel da educação na construção da autonomia dos sujeitos e que a educação não é neutra. Ainda nessa parte do documento, o PPI destaca a importância estratégica da educação profissional e tecnológica para o desenvolvimento social do país, buscando a redução das desigualdades sociais, o respeito e o fortalecimento da cidadania.

“Nesta perspectiva, o IFBA reafirma no seu Projeto Pedagógico Institucional os seguintes princípios como propostas para a educação profissional brasileira:

Compromisso com a redução das desigualdades sociais: Para a redução das desigualdades sociais existentes no país que se manifestam, clara e principalmente, na distribuição de renda, de bens e serviços, na discriminação de gênero, de cor, de etnia, de acesso à justiça e aos direitos humanos, é preciso comprometer-se com um projeto de desenvolvimento justo, igualitário e sustentável. Para tanto, a educação profissional e tecnológica tem que ter, necessariamente, a intencionalidade estratégica de fomentar o desenvolvimento social e apoiar-se no princípio da democracia, avançando, de mero fragmento de treinamento em benefício exclusivo do mercado, para admitir sua função de mediador das relações sociais e atuar como agente de transformação para construir o desenvolvimento sustentável do Brasil.” (IFBA, 2013, p. 42)

Assim, notamos que o PPI, nessa dimensão do documento, destaca o importante papel que a educação desempenha, em especial, a educação profissional e tecnológica, para o desenvolvimento do país. Enfatiza ainda o desafio de educar para as diversidades em prol da construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

A dimensão III do documento, que consiste na dimensão didático-pedagógica, apresenta importantes aspectos do fazer pedagógico, tais como as políticas de ensino, de pesquisa e de extensão e a organização didático-pedagógica, trazendo ainda temas como currículo, avaliação etc. Essa parte inicia destacando o papel do IFBA para o enfrentamento de todas as formas de discriminação e preconceito.

Ao abordar o currículo, o PPI aponta para a seleção de conhecimentos construídos pela sociedade, conhecimentos práticos e relevantes, articulando vivências e saberes dos estudantes, corroborando, portanto, com as pedagogias feministas que destacam a importância de estimular a participação dos estudantes. Contudo, o documento não chega, nesse ponto, a fazer menção à obrigatoriedade de incluir a educação para as relações étnico-raciais no currículo, nem tampouco menciona as questões que envolvem as relações de gênero. A referência às diretrizes legais que regulam a temática de raça é feita na dimensão 4.

Adiante, o PPI destaca a questão da inclusão, acesso e permanência, citando que a instituição deve proporcionar condições de permanência aos estudantes relativas à diversidade socioeconômica, étnico-racial, de gênero, cultural e de acessibilidade, gerando uma aprendizagem significativa.

Abordando a questão da inclusão, o documento destaca que, além das pessoas com deficiência, deve-se atentar aos negros, índios, ciganos, homossexuais, pobres, mulheres, crianças, entre outros, ao longo da história privados de participar e usufruir dos bens culturais. Nesse sentido,

Diante desse contexto, transformar o IFBA numa Escola Inclusiva requer o entendimento que a inclusão significa a transformação do sistema educacional, de forma a organizar os recursos necessários para alcançar os objetivos e as metas para uma educação de qualidade para todos. Compreendida enquanto movimento de transformação, a inclusão é um processo que se fundamenta em três fatores: o primeiro é a presença do aluno na escola enquanto sujeito de direito, junto aos demais colegas da sua faixa etária e na sua comunidade; o segundo é a participação, o relacionamento livre de preconceito e discriminação, em ambiente acessível para que realmente todos participem das atividades escolares; o terceiro fator é a construção de conhecimentos, que significa o aluno estar na escola, participando, aprendendo e se desenvolvendo. (IFBA, 2013, p. 63 e 64)

Esse ponto destacado é bastante relevante, pois apresenta aspectos práticos de se promover uma educação inclusiva, tais como a valorização do(a) estudante, estimulando sua presença e sua participação nas atividades escolares. O documento enfatiza que inclusão não significa simplesmente a aceitação de alunos(as) com suas diferenças, mas a valorização da diversidade.

Esses aspectos que o documento destaca estão em consonância com as pedagogias feministas, que objetivam a equidade. Uma aprendizagem significativa, destacada no PPI, ocorre quando se dá voz a todos(as) os(as) estudantes, de diferentes gêneros, raça, etnia, geração, classe social etc. incentivando sua participação, valorizando seus conhecimentos.

No que tange à organização didático-pedagógica, o PPI afirma que se deve flexibilizar o currículo ao máximo, com aumento da oferta de disciplinas optativas, possibilitando que o(a) estudante direcione a sua formação para seus interesses. Esse aspecto pode ser bastante positivo no sentido de dar mais autonomia ao(à) estudante na sua formação.

Na parte intitulada Política Social para o Educando, o PPI destaca a necessidade de assistência às necessidades humanas, incluindo questões específicas, como expressões de violência, intolerância e discriminação de etnia racial, religiosa e de gênero. Apresenta, dentre outros princípios, o seguinte:

“Defesa em favor da justiça social e eliminação de todas as formas de preconceito e/ou discriminação por questões de inserção de classe social, gênero, etnia/cor, religião, nacionalidade, orientação sexual, idade e condição física.” (IFBA, 2013, p. 85)

As pedagogias feministas, que incluem a abordagem das temáticas de gênero e de raça, são uma importante ferramenta em prol da erradicação de violência, intolerância, opressões e discriminação no que se refere às diversidades.

Como visto, a terceira dimensão do PPI apresenta importante pontos no que se refere à inclusão das temáticas de gênero e de raça, destacando o papel dos(as) estudantes na construção dos conhecimentos, valorizando seu papel, assim como salientando a instituição como um instrumento para a eliminação de preconceitos e discriminação e em prol da inclusão e da valorização da diversidade.

A dimensão 4, que aborda a estrutura educacional, ao referir-se à arquitetura curricular, cita as lei 11.645/2008, que institui a obrigatoriedade do tema História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena nas escolas, destacando que essa não deve ser apenas responsabilidade dos(as) professores(as) de História e áreas afins, mas que deve ser uma ação institucional. Salienta ainda o incentivo à realização de projetos de extensão e de pesquisa sobre a temática.

Essa dimensão aborda cada nível de ensino que o IFBA oferece, a saber, Educação Técnica de Nível Médio integrada à educação básica na modalidade de Educação de Jovens e Adultos; Educação Profissional Técnica de Nível Médio; Educação de Nível Superior; Pós-Graduação e Educação a Distância. Em especial a parte referente à Educação Profissional Técnica de Nível Médio destaca, entre outros aspectos, a promoção de ações articuladas de ensino, pesquisa e extensão que trabalhem as relações étnico-raciais. Coloca ainda, dentre suas diretrizes, a metodologia interdisciplinar que articule eixos tais como meio ambiente, sexualidade, gênero, drogas, entre outros aspectos relevantes. Entretanto, a parte que se refere à

Educação Superior carece de informações sobre o trabalho com as relações étnico-raciais.

A partir do conceito de caleidoscópio de gênero, ao analisar o Projeto Pedagógico Institucional do IFBA, percebemos a importância de considerar os prismas sociais de gênero, raça, etnia, sexualidade, geração, classe etc de modo interseccionado, isto é, interligados uns com os outros, e se modificando ao longo do tempo e conforme o contexto. O PPI trabalha com tais categorias, por assim dizer, levando em consideração essas relações, tendo em vista que, na maior parte das vezes, cita tais aspectos não de modo isolado, mas como um conjunto. Entretanto, não se nomeia nem se problematiza essas relações.

Outro aspecto notório é que o documento chama a atenção para a importância de se trazer as temáticas de gênero e de raça, entre outros temas, para a sala de aula, o que corrobora com as pedagogias feministas. Entretanto, praticamente não se aborda, de forma prática, como se faz isso. Penso que poderia haver uma abordagem mais abrangente sobre cada um dos temas que o documento apresenta como transversais, como é feito, por exemplo, com a temática da Educação Ambiental, a qual é mais desenvolvida no PPI.

Por fim, algo a ser destacado é que as questões de gênero ainda carecem de diretrizes legais que a normatizem como obrigatória de ser incluída nas instituições de ensino, tal como ocorre com a temática das relações étnico-raciais.

O Projeto Pedagógico Institucional do IFBA é um exemplo de como já avançamos no que se refere à inclusão de Gênero e de Raça na educação, já que se preocupa em citar (ainda que de forma relativamente breve) essas questões repetidas vezes no documento. Contudo, percebe-se que esse discurso poucas vezes é colocado em prática de modo efetivo e contínuo, o que pode ser percebido pelo fato de esse documento carecer de mais informações sobre como se pode desenvolver esses temas nos mais diversos níveis e modalidades de ensino.

5 | CONSIDERAÇÕES

A análise do Projeto Pedagógico Institucional do Instituto Federal da Bahia (PPI-IFBA) a partir das pedagogias feministas e do conceito de caleidoscópio de gênero apresentada nesse artigo destaca a importância que um documento norteador do fazer pedagógico de uma instituição tem no sentido de abordar temas importantes, tais como as relações de gênero e de raça em instituições de ensino.

Como destacado, o Projeto Pedagógico e nele se inclui o currículo é resultado de escolhas e tais escolhas são políticas. A omissão das questões de gênero e de raça nos currículos são reflexo do sexismo e racismo que ainda persistem. Notáveis têm sido observados, entretanto, estudos evidenciam que discursos e práticas discriminatórios ainda são realidade.

Portanto, a importância da inclusão de gênero e de raça nos currículos é algo que deve ser constantemente pontuado. Tal abordagem deve levar em conta que gênero e raça não podem ser vistos de modo isolado. Os mais diversos prismas sociais, gênero, raça, etnia, classe social, geração, sexualidade, entre outros, estão constantemente presentes ligados uns aos outros, formando mosaicos ou posicionalidades, que são mutáveis conforme o tempo e o espaço. Tais intersecções devem ser levadas em consideração ao abordarmos as temáticas de gênero e de raça.

O PPI do IFBA mostrou-se um documento atento à relevância de trabalhar com os prismas sociais em seu fazer pedagógico, referenciando repetidas vezes essa questão. Contudo, poderia ser mais desenvolvido esse assunto em seu Projeto Pedagógico, trazendo inclusive autoras que trabalham as temáticas.

Mais pesquisas podem ser realizadas no intuito de se verificar como se dá a abordagem dos temas de gênero e de raça nos cursos do Instituto Federal da Bahia, o que é muito interessante tendo em vista inclusive o histórico e perfil da instituição que é científica e tecnológica, marcada pelos estudos das ciências duras.

REFERÊNCIAS

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução CNE/CP nº 1/2004**. Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira, Africana e Indígena. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/res012004.pdf>Acesso em 14 de agosto de 2018.

——— CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução CNE/CP nº 1/2012**. Diretrizes Nacionais para a Educação em Direitos Humanos. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=10889-rcp001-12&category_slug=maio-2012-pdf&Itemid=30192Acesso em 14 de agosto de 2018.

——— CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução nº 2/2015**. Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=17719-res-cne-cp-002-03072015&category_slug=julho-2015-pdf&Itemid=30192Acesso em 14 de agosto de 2018.

——— **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htmAcesso em 14 de agosto de 2018.

——— **Lei nº 10.639**, de 09 de janeiro de 2003. Altera a Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira", e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.639.htmAcesso em 14 de agosto de 2018.

——— **Lei nº 11.645**, de 10 de março de 2008. Altera a Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, modificada pela Lei no 10.639, de 9 de janeiro de 2003, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da rede de ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena". Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2008/lei/l11645.htmAcesso em 14 de agosto de 2018.

——— MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP. Diretoria de Avaliação da Educação Superior -DAES. Sistema Nacional de Avaliação

da Educação Superior - SINAES. **Instrumento de Avaliação dos Cursos de Graduação presencial e a distância**. Outubro de 2017. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_superior/avaliacao_cursos_graduacao/instrumentos/2017/curso_reconhecimento.pdf Acesso em 14 de agosto de 2018.

——— MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Diretoria de Políticas de Educação em Direitos Humanos e Cidadania. Coordenação Geral de Direitos Humanos. **Nota técnica nº 24/2005**. Disponível em: <http://www.spm.gov.br/assuntos/conselho/nota-tecnica-no-24-conceito-genero-no-pne-mec.pdf> Acesso em 14 de agosto de 2018.

COLLINS, Patricia Hill. *Black feminist thought: knowledge, consciousness and the politics of empowerment*. Nova Iorque: Routledge, 2000.

CRENSHAW, Kimberlé. Mapping the Margins: Intersectionality, Identity Politics, and Violence against Women of Color. **Stanford Law Review**, vol. 43, n. 6, p. 1241-1229, 1991.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA. **Projeto Pedagógico do Instituto Federal da Bahia**. Salvador, 2013. Disponível em <http://proen.ifba.edu.br/novidades/institucionalppi/> Acesso em 31 de janeiro de 2017.

LIMA E SOUZA, Ângela Maria Freire de. Currículo e Gênero: uma articulação urgente. In: COSTA, Ana Alice Alcantara; RODRIGUES, Alexnaldo Teixeira; PASSOS, Elizete Silva. (Orgs.) **Gênero e Diversidade na Gestão Educacional**. Salvador: UFBA – NEIM, 2011.

LIMA, Marta Maria Leone. Educação e Práticas Pedagógicas: Gênero e Diversidade na sala de aula. In: COSTA, Ana Alice Alcantara; RODRIGUES, Alexnaldo Teixeira; Vanin, Iole Macedo. (Orgs.) **Ensino e Gênero: Perspectivas Transversais**. Salvador: UFBA – NEIM, 2011.

LOURO, Guacira. **Gênero, sexualidade e educação**. Uma perspectiva pós-estruturalista. 6 ed. Petrópolis: Vozes, 2003.

SAFFIOTI, Heleieth. Rearticulando gênero e classe social. In: BRUSCHINI, C.; COSTA, A. O. (Org.) **Uma Questão de Gênero**. Rio de Janeiro: Rosa dos Tempos/ São Paulo: Fundação Carlos Chagas, 1992, p. 183-215.

SARDENGERG, Cecília Maria Bacellar. Considerações Introdutórias às Pedagogias Feministas. In: COSTA, Ana Alice Alcantara; RODRIGUES, Alexnaldo Teixeira; Vanin, Iole Macedo. (Orgs.) **Ensino e Gênero: Perspectivas Transversais**. Salvador: UFBA – NEIM, 2011.

——— Caleidoscópios de gênero: Gênero e interseccionalidades na dinâmica das relações sociais. **Mediações**. V. 20 N. 2, p. 56-96, jul./dez. 2015.

SILVA, Tomaz Tadeu da. (org.) **Alienígenas na sala de aula: uma introdução aos Estudos Culturais em Educação**. Petrópolis: Vozes, 1995.

——— **Identidades terminais: as transformações na política da pedagogia e na pedagogia da política**. Petrópolis: Vozes, 1996.

——— **Documentos de Identidade: uma introdução às teorias do currículo**. Belo Horizonte: Autêntica, 1999.

VEIGA, Ilma Passos Alencastro. (Org.). **Projeto Político-pedagógico da escola: uma construção possível**. 14ª Ed. Campinas, SP: Papius, 2002.

O COMPLEXO DO CURARE: CONTRIBUIÇÕES DE UM ESTUDO ANTROPOLÓGICO PARA AS CIÊNCIAS DO SÉCULO XX

Bianca Luiza Freire de Castro França

Rio de Janeiro - RJ

RESUMO: Este trabalho visa discutir a contribuição das pesquisas antropológicas e do trabalho de campo entre as populações indígenas para a construção dos conhecimentos científicos no Brasil no século XX. Para tal, apresentará a pesquisa e os desdobramentos do trabalho de campo do antropólogo Roberto Cardoso de Oliveira, em 1959 entre os indígenas Ticuna, para o Museu Nacional do Rio de Janeiro. Em 1957, foi realizado pelo CNPQ, pela Academia Brasileira de Ciência e pelo Instituto de Biofísica da Universidade do Brasil, no Museu Nacional, com patrocínio da UNESCO o Simpósio Internacional sobre curare e substâncias curarizantes.

Como resultado do Simpósio, foi aprovada uma moção para constituir-se no Museu Nacional, um centro de estudos do curare, que contaria com a participação de outras instituições de pesquisas, principalmente das localizadas na área amazônica e teria como objetivo inicial um amplo levantamento em doses sistemáticas das plantas curarizantes, sua área de distribuição, seu emprego por tribos indígenas e problemas correlatos.

Terminada a pesquisa sobre o processo de assimilação dos índios Terêna, o antropólogo

Roberto Cardoso de Oliveira, responsável pela Seção de Antropologia Cultural do Museu Nacional, seguiu em abril de 1959 para o Alto Solimões (AM), em pesquisa financiada pelo CNPQ de acordo com o projeto aprovado no Simpósio. No contexto do estudo sobre a produção de curare na região amazônica, produziu vários e importantes registros da região. Tal trabalho foi descrito, junto com outra viagem ao Alto Solimões em 1962, na obra *O Índio e o Mundo dos Brancos* (1964).

PALAVRAS-CHAVE: Curare; Etnociência; Antropologia; Museu Nacional

ABSTRACT: This work aims to discuss the contribution of anthropological research and fieldwork among indigenous populations for the construction of scientific knowledge in Brazil in the 20th century. To this end, he will present the research and developments of the field work of the anthropologist Roberto Cardoso de Oliveira, in 1959 among the Ticuna natives, for the National Museum of Rio de Janeiro. In 1957, the International Symposium on curare and curarising substances was held by CNPQ, the Brazilian Academy of Science and the Institute of Biophysics of the University of Brazil, at the National Museum, sponsored by UNESCO.

As a result of the Symposium, a motion was approved to constitute the National Museum, a curare study center, which would have the

participation of other research institutions, mainly those located in the Amazon area and would initially have a broad survey in systematic doses of the curarizantes plants, their distribution area, their use by indigenous tribes and related problems.

After the research on the process of assimilation of the Terêna Indians, the anthropologist Roberto Cardoso de Oliveira, responsible for the Section of Cultural Anthropology of the National Museum, followed in April of 1959 to Alto Solimões (AM), in research funded by CNPQ in accordance with the project approved at the Symposium. In the context of the study on curare production in the Amazon region, it produced several important records of the region. Such work was described, along with another trip to Alto Solimões in 1962, in *The Indian and the World of the Whites* (1964).

KEYWORDS: Curare; Ethnoscience; Anthropology; National museum

1 | INTRODUÇÃO

Este trabalho deriva da pesquisa realizada para a dissertação de mestrado (FRANÇA, 2018), defendida no Programa de Pós-Graduação em Preservação de Acervos de Ciência e Tecnologia (PPACT/MAST), em dezembro de 2018, embora não trate especificamente do tema em estudo. Foi apresentado e publicado nos anais do 16º Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia, em outubro de 2018. Aqui será apresentada a pesquisa e os desdobramentos do trabalho de campo de Roberto Cardoso de Oliveira, realizado, em 1959, entre os índios Ticuna, no Alto Solimões, Amazonas.

O projeto de Roberto Cardoso tinha o objetivo de estudar formas de contato entre os índios Ticuna e a população regional e coletar dados sobre o preparo do curare, sua função na sociedade Ticuna e amostras do veneno e das plantas utilizadas na sua confecção. Foi aprovado no âmbito do *Simpósio Internacional sobre curare e substâncias curarizantes*, que se realizou no Museu Nacional do Rio de Janeiro, entre 05 e 17 de agosto de 1957. Este foi organizado pelo Conselho Nacional de Pesquisas (CNPQ - presidido por João Christovão Cardoso), pela Academia Brasileira de Ciência (ABC - presidida por Arthur Alexandre Moses) e pelo Instituto de Biofísica da Universidade do Brasil (dirigido por Carlos Chagas Filho) e contou com o patrocínio da UNESCO, cujo representante do Brasil era Paulo de Berredo Carneiro. O Museu Nacional era então dirigido por José Cândido de Mello Carvalho. Durante o Simpósio realizou-se também uma exposição aberta ao público, sobre o mesmo tema. Simpósio e exposição tinham a finalidade de valorizar os conhecimentos indígenas.

2 | A IMPORTÂNCIA DOS CURARES NA CULTURA INDÍGENA E NA CULTURA CIENTÍFICA

Curare é o nome dado à mistura de ervas feita pelos indígenas da Amazônia.

Os curares são provenientes de diversas espécies de plantas pertencentes, principalmente, a duas famílias: Loganeáceas e Menispermáceas (DUARTE, 2000). Dentre os indígenas que produziam o curare é possível citar os Ticuna, os Maku, os Omáguas, os Kachúyana do Amapá e os Yanomami de Roraima. A toxina foi descrita pela primeira vez por viajantes europeus, entre os séculos XV e XVI, fez e faz parte da ciência brasileira e do mundo (LA CONDAMINE, 1743; C. BERNARD, 1857; ANGHIERA, 1892; HUMBOLDT, 1799, 1800, 1801, 1802, 1803, 1854; VON MARTIUS & VON SPIX, 1817 – 1821). Os indígenas a utilizavam, principalmente, na pesca, na caça e para defesa em pontas de lanças e flechas (CRULS, 1938; BARBOSA RODRIGUES, 1942; NIMUENDAJÚ, 1952; CARNEIRO, 1945; DUCKE, 1944, 1945, 1957; CASTRO FARIA, 2001; SÁ, 2004, 2012; DOMINGUES, 2012).

Passou a ser utilizada amplamente pela sociedade ocidental moderna, da neuropsiquiatria à UTI Neonatal (SILVA JR., 1945), essa substância tem poder anestésico e relaxante muscular.

Tema de inúmeras pesquisas e disputas no Brasil e em outros países (DOMINGUES, 2012; SÁ, 2001), o curare foi tema de simpósio internacional no Museu Nacional do Rio de Janeiro, no ano de 1957, trazendo ilustres cientistas e prêmios Nobel do mundo todo. Foi objeto de investigação de uma das instituições que inauguraram os estudos experimentais no Brasil, o Laboratório de Fisiologia do Museu Nacional, no momento em que os positivistas estavam valorizando as ciências experimentais como o conhecimento científico por excelência (DANTES, 1996).

O curare também foi tema de investigação antropológica, na qual os estudos acerca de sua produção, distribuição, emprego por tribos indígenas e problemas correlatos gerou um grande número de registros fotográficos, textuais e materiais, que será tratada mais adiante.

3 | O SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CURARE E SUBSTÂNCIAS CURARIZANTES

O supracitado *Simpósio Internacional sobre curare e substâncias curarizantes*, do qual decorreu o trabalho de Roberto Cardoso de Oliveira, marcou a posição dos cientistas participantes e do Museu Nacional em produzir uma ciência nacional baseada na valorização do conhecimento dos indígenas da América Latina.



Imagem 01: Reunião de abertura do Simpósio Internacional sobre o Curare e as substâncias cicatrizantes, realizado no Museu Nacional e no Palácio da Reitoria da Universidade do Brasil. 05 de agosto de 1957. Fonte: Fundo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Base Zenith – MAST.

Compareceram um grupo de notáveis pesquisadores estrangeiros, dentre eles três prêmios Nobel: o fisiologista belga Cornélio Heymans; o fisiologista argentino Bernardo Houssay e o químico suíço Paulo Karrer. A contribuição do Brasil foi altamente provada, destacavam-se os trabalhos da equipe de investigadores do Instituto de Biofísica da Universidade do Brasil, dirigido pelo professor Carlos Chagas e os estudos botânicos e etnográficos do Museu Nacional. Nas sessões sobre Alcalóides curarizantes e Fisiofarmacodinâmica dos curares, tiveram papel destacado vários especialistas brasileiros, como o professor Paulo Benredo Carneiro, delegado permanente do Brasil junto à UNESCO, que foi não só um dos idealizadores da reunião, como um dos mais eminentes debatedores dos assuntos discutidos.



Imagem 02: Notícia do Jornal Correio da Manhã, 11 de julho de 1957. Fonte: Biblioteca Nacional. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/089842_06/77513>. Acesso em: 04 de abril de 2019

Como resultado do Simpósio, o Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação distribuiu aos membros uma bibliografia do curare e foi aprovada uma moção para constituir-se no Museu Nacional, com recursos da UNESCO e do CNPQ, um centro de estudos do curare. Esse centro contaria com a participação de outras instituições de pesquisas, principalmente das localizadas na área amazônica e teria como objetivo inicial um amplo levantamento em doses sistemáticas das plantas curarizantes, sua área de distribuição, seu emprego por tribos indígenas e problemas correlatos.

Expedições e Pesquisas

**BONS RESULTADOS OFERECEU
o Simpósio sobre o Curare**

Interessam ao Brasil as principais recomendações científicas do conclave ontem encerrado — Importante até a sessão final — Resoluções aprovadas

— Alcançou plenamente seu objetivo o Simpósio Internacional sobre o curare e as substâncias curarizantes que vem de encerrar suas reuniões — declararam aos jornalistas o prof. Carlos Chagas Filho, diretor do Instituto de Biologia da Universidade do Brasil e a quem se deveu a organização do Simpósio no Rio de Janeiro. Acreditou o prof. Carlos Chagas haverem sido, na verdade, muitos trabalhos as reuniões, notadamente pelo fato de seus participantes terem se esforçado, não só em suas respectivas exposições de comunicações, como nos debates, para resolverem esclarecidos os mais importantes problemas suscitados pela aplicação das alcalóides curarizantes na medicina. Quer quanto à etnografia, a química, a farmacodinâmica, ou

qualquer outro aspecto, o Simpósio, dignificaram nossa cultura e também fortaleceram e adquiriram importância contínuamente relativos ao campo científico visado.

HONRIA PARA O BRASIL

Solicitou o prof. Carlos Chagas Filho haver sido para o Brasil uma grande honra em receber tantas ilustres honras de ciência de outros países, que aqui vieram discutir assuntos de suma importância para o mundo e, especialmente, para a situação do Conselho Nacional de Pesquisas, o que garante a continuidade do grande trabalho realizado esta semana.

AS CONCLUSÕES

Também se manifestou o prof. Carlos Chagas satisfeito com as recomendações finais votadas pelo Simpósio, inclusive com as relativas ao prosseguimento de investigações etnográficas, botânicas e outras sob tutela do Conselho Nacional de Pesquisas, o que garante a continuidade do grande trabalho realizado esta semana.

Informou o prof. Carlos Chagas Filho do Simpósio mais indicadas para a realização de diversas outras visitas de investigação no



**Cientistas concluem
Dificuldades para as hipertensas**

Amazônia para a criação de um centro de experimentação para a cultura e o estudo botânico, ecológico, biológico e químico do gênero *Styrax*, chinês.

21 — Que o Conselho Nacional de Pesquisas tome a seu cargo organizar, segundo um plano pre-estabelecido, uma série de expedições, que permita realizar um mapa de distribuição geográfica no gênero *Styrax* no Brasil, e proceder a uma coleta de amostras dessas plantas.

22 — Que o Conselho Nacional de Pesquisas preste ajuda ao Museu Nacional do Rio de Janeiro, de modo a fornecer os meios necessários para que possa ser estabelecido um mapa etnográfico das tribos indígenas que ainda preparam e empregam o curare.

DEFINIÇÃO E NOMENCLATURA DE SUBSTÂNCIAS CURARIZANTES

Mais duas recomendações foram feitas pelo Simpósio: uma relativa à definição das substâncias curarizantes, no sentido de que seja ela entregue à decisão da União Internacional de Filólogos, devendo uma comissão de participantes do Simpósio levar a dita União a contribuição definitiva dos debates havidos; a outra, relativa à nomenclatura das mesmas substâncias, no sentido de que sua fixação seja feita pela Associação Internacional de Química.

Imagem 03: Matéria sobre o Simpósio do curare. Correio do Amanhã, 11 de agosto de 1957. Fonte: Biblioteca Nacional. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/089842_06/80126>. Acesso em: 04 de abril de 2019

O Setor de Etnologia e Etnografia do Museu Nacional organizou em contribuição ao Simpósio uma exposição sobre o curare, na qual Berta G. Ribeiro ficou encarregada do preparo. “Iniciaram-se os trabalhos a 5 de agosto de 1957. A amostra compreende 4 seções: 1) Botânica do curare; 2) Curare indígena; 3) Farmacodinâmica do curare; 4) Bibliografia do curare. [...]” (RELATÓRIO ANUAL DO MUSEU NACIONAL, 1957: 12)

Na parte referente à Botânica foram apresentados espécimes vegetais empregados por diferentes tribos no preparo do veneno, como por exemplo, os Ticuna. Bem como, etiquetas de Schwacke contendo a fórmula vegetal do curare Ticuna. A parte indígena apresentava as armas com que se utiliza o veneno na caça e na guerra.

Para abrigar os artefatos foi montado um grande painel onde achava-se um mapa da América do Sul desenhado em celotex, assinalando as tribos que preparavam curare. Uma vitrine ajustada a esse mesmo painel exibia o curare dos indígenas brasileiros, contidos em recipientes originais, como cabaças e potes.

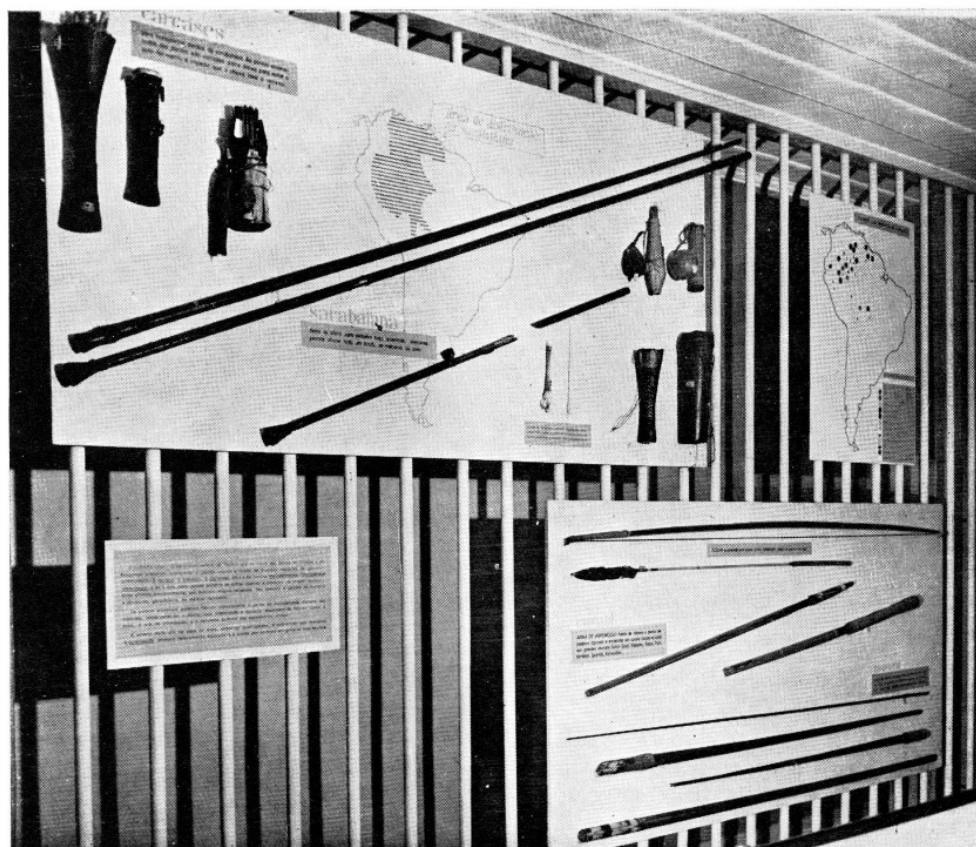


Imagem 04: Vista de um dos painéis da exposição do Simpósio sobre o curare e substâncias curarizantes. Fonte: Relatório Anual do Museu Nacional (1957)

Ao centro da sala encontrava-se as mais importantes obras que tratavam sobre o assunto, desde os relatos históricos dos cronistas do século XVI e XVII, trabalhos etnográficos do presente século sobre tribos que utilizaram o curare e, sobretudo, as obras modernas, da época, de fisiologistas, químicos e botânicos que se dedicaram ao estudo e aplicação de curare e substâncias curarizantes. A exposição foi realizada sob orientação artística do Dr. Walter Curvelo, pelo botânico e naturalista Luiz Emygdio Mello Filho na parte referente à Botânica e Farmacodinâmica e pela naturalista – auxiliar Berta G. Ribeiro que se incumbiu da parte indígena e bibliográfica.

4 | ROBERTO CARDOSO DE OLIVEIRA E O COMPLEXO DO CURARE

Roberto Cardoso de Oliveira (*1928 – 2006+) formou-se em filosofia na Universidade de São Paulo (USP), no ano de 1953. Doutorou-se em sociologia na USP, entre 1962 e 1966, sob a orientação de Florestan Fernandes. Foi funcionário do Serviço de Proteção ao Índio (SPI) no Rio de Janeiro, entre 1954 e 1958, no Museu do Índio, criado pelo SPI, a convite de Darcy Ribeiro (CORRÊA, 1991).

Em 1959, o antropólogo Roberto Cardoso de Oliveira, era responsável pela Seção de Antropologia Cultural do Museu Nacional, quando iniciou seus estudos sobre o *Complexo do Curare*, no âmbito do qual desenvolveu os estudos que deram ensejo ao Projeto *Áreas de Fricção Interétnica no Brasil*.

A pesquisa de Roberto Cardoso de Oliveira, sobre as formas de contato entre os índios Ticuna e a população regional e coleta de dados sobre o preparo do curare foi iniciada logo após o estudo que ele havia realizado sobre o processo de assimilação dos índios Terêna, iniciado em 1955. No contexto do estudo sobre a produção de curare na região amazônica, ele produziu vários e importantes registros da região, como arquivo fotográfico (Idem), registros em diário de campo (MENDONÇA, s/d) e uma coleção de 62 objetos Ticuna, que foram doados para o Museu Nacional (FRANÇA, 2018).

Em junho de 1959, Roberto Cardoso de Oliveira deu uma entrevista para o jornal *Correio da Manhã* com o título “*Em vez do curare e a sarabatana índio Tukuna agora usa carabina*”. Na entrevista, o antropólogo declara que

“[SIC] Curare e sarabatana não tem mais importância nenhuma para os índios Tukuna, do Alto Solimões[...] a razão é que esses tradicionais elementos de caça foram substituídos pela carabina de cartucho. Por isso, os Tukunas demonstram extrema inabilidade no uso da sarabatana (perderam o costume) o que pode ser observado até em alvos a pequena distância. A fabricação do curare é restrita e parece representar apenas sinal de prestígio entre os elementos que conhecem o segredo de sua fabricação. [...] Quanto ao curare, pudemos colher o *Strichnos* e outras plantas completamente à sua manufaturação, na região do Alto Igarapé Belém, onde vive um dos últimos Tukuna que ainda sabe preparar o veneno, embora o faça mais como meio de adquirir prestígio na tribo do que levado pela necessidade de caçar. Estivemos com outro no Igarapé São Jerônimo que ainda faz curare. Tanto um quanto outro, não tinham curare pronto, tendo sido necessário encomendar a eles que fizessem alguns potes de veneno. O curare e o herbário foram trazidos para o Museu Nacional e entregues ao prof. Luiz Emígdio, Diretor da Divisão de Botânica e especialista em curare e substâncias curarizantes. ” (CORREIO DA MANHÃ, 21 de junho de 1959: 10-16)

Em 1960, enviou para publicação no *Boletim do Museu Nacional*, série botânica, o texto *Considerações sobre um curare tukuna de fabricação recente* colaboração com os botânicos do Museu Nacional Luiz Emygdio Mello Filho e João de Souza Campos. Apesar de submetido para publicação, não há registros da mesma. Mas o trabalho de campo só foi descrito, junto com a viagem ao Alto Solimões em 1962, na obra *O índio e o Mundo dos Brancos* de 1964, na qual o antropólogo estudava áreas de fricção interétnica do Brasil.

A coleção formada para a seção de Etnologia do Museu Nacional do Rio de Janeiro, em 1959, é composta por 09 bastões de dança, 01 *tipiti*, 01 tanga, 01 rede, 01 cesto, 01 par de braçadeiras, 01 vaso de cerâmica, 04 *tururis*, 01 vestimenta (corpo) de máscara descrita nos livros de Tombo como “*vestimenta de máscara com franjas*”, 12 máscaras rituais descritas nos livros de Tombo como “*máscara do rosto*”, 03 bonecos esculpidos em madeira, 21 colares e 06 pulseiras. Nenhum objeto está diretamente ligado ao uso ou manufaturação do curare.

A viagem de 1962, na qual o antropólogo estudava áreas de fricção interétnica do Brasil gerou uma coleção de 05 objetos dos indígenas Ticuna, também doada para o Museu Nacional. Nessa segunda fase, foram coletados dois apitos, uma amostra de

tecido de líber (fibra vegetal) e dois bastões rituais com figuras de animais.

A hipótese é de que forjado na experiência do SPI que trazia sempre histórias de conflitos, Roberto Cardoso, ao contrário do funcionalismo inglês e o culturalismo americano que traziam à tona somente o equilíbrio e o consenso, mostrava a relação até então ignorada entre os grupos indígenas e as sociedades nacionais. E por isso, estava mais interessado no reconhecimento do território, no recolhimento de informações dos indígenas em obter dados a respeito da manufatura do curare Ticuna, posteriormente fazer um levantamento da população Ticuna observando as modalidades de contato interétnico, o que se reflete na quantidade e arranjo dos objetos e dados coletados.

Segundo Grupioni (2008), nesse período, até as décadas de 1960 e 1970, há uma transformação no caráter das expedições científicas, que não mais eram voltadas para a coleta de artefatos, mas sim, para dados sociais dos grupos indígenas, como é o caso da pesquisa de Roberto Cardoso de Oliveira, e de outro lado, há a institucionalização das universidades brasileiras e a criação dos programas de pós-graduação. O que criou um novo padrão no conhecimento e influenciou a pesquisa científica no Brasil. Na antropologia, proliferam os estudos centrados em temas como a mudança cultural, o parentesco, mitologia e a organização social (CORRÊA, 1987; 1988).

Como resultado do Simpósio, de 1957, o antropólogo Roberto Cardoso de Oliveira, seguiu em abril de 1959 para o Alto Solimões (AM), com financiamento do CNPQ. A pesquisa contou com a cooperação do linguista Ivan Lowe do *Summer Institute of Linguistics*, de Maurício Vinhas de Queiroz, membro do Instituto de Ciências Sociais da Universidade do Brasil e dos estagiários Silvio Coelho dos Santos e Cecília Maria Vieira Helm. Na etapa de elaboração e redação do trabalho contou com os antropólogos Luiz de Castro Faria, Roberto Augusto da Matta, Roque de Barros Laraia e Júlio César Mellati que leram o manuscrito original e contribuíram com considerações para tornar mais clara a compreensão do leitor. Também participaram a estagiária Jean Carter em convênio entre a Universidade de Harvard e o Museu Nacional e Yonne Leite, do Setor de Linguística da Divisão de Antropologia do Museu Nacional. Ganhou caráter interdisciplinar pois contou com a colaboração dos botânicos Luiz Emydio Melo Filho e João de Souza Campos, para o estudo das plantas colecionadas e para a experimentação em laboratório do alcaloide obtido.

O pesquisador deu prosseguimento no exercício de sua pesquisa entre os Ticuna até 1960, quando por motivos não mencionados em relatórios, a mesma foi interrompida. Nessa ocasião, Roberto Cardoso empreendeu a realização dos estudos dos índios Terênas urbanizados. Porém, em 1962, retorna aos Ticuna e dá continuidade ao projeto de pesquisa iniciado em 1959, desta vez com o projeto *Estudos das áreas de Fricção interétnica no Brasil*. Neste projeto privilegiou pesquisas sobre os Sistemas Sociais Indígenas, não só entre os Ticuna, mas entre os grupos tribais, localizados nas regiões do Alto Solimões (Ticuna) e do Tocantins (Gaviões, Suruí,

Assuriní, Apinayé), ampliadas as suas perspectivas graças ao projeto formulado por Roberto Cardoso de Oliveira e patrocinado pelo Centro Latino Americano de Pesquisa em Ciências Sociais (UNESCO). Não mais mostrando interesse pelos conhecimentos tradicionais dos índios.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho de pesquisa de Roberto Cardoso de Oliveira sobre o *Complexo do curare* trouxe grandes contribuições para a ciência antropológica. Suas observações das formas de contato entre os índios Ticuna e a população da região da tríplice fronteira (Brasil, Colômbia e Peru), proporcionou subsídios para que o antropólogo pudesse formular o projeto de *Estudos das áreas de Fricção interétnica no Brasil*, executado em 1962.

A pesquisa sobre o sistema social Ticuna, sua organização social e instituições, teve prosseguimento, com seu escopo enriquecido pela focalização nas relações interétnicas, conflituais e competitivas no Alto Solimões.

A pesquisa de campo foi efetivada em julho e agosto de 1962, no Alto Solimões, investigando formas de associação entre os Ticuna e a população regional, detendo-se especialmente nos aspectos socioeconômicos daquela região de fronteira. A sociedade Ticuna foi estudada através de levantamento de genealogias e censos em territórios tribais como: Umariçu, Santa Rita do Weil, São Paulo de Olivença, e Igarapés de Belém e São Jerônimo. Observação direta e entrevistas com os principais líderes das comunidades indígenas, entrevistas com personalidades locais, bem como o estudo das empresas madeireiras e seringalistas da área, foram simultaneamente efetivados.

Os estudos da fricção interétnica descritos no livro *O Índio e o mundo dos brancos* (1964), mostram aspectos que envolvem a problemática das relações interétnicas de um grupo de indígenas com a população nacional, examina as manifestações dessas relações, mostrando como os Ticuna vinham evoluindo de uma ordem tribal para nacional, tendo em vista seu envolvimento nos problemas e vida dos agrupamentos de cultura nacional.

Uma outra grande contribuição da pesquisa sobre o *Complexo do Curare* foi a coleta de dados sobre o preparo do curare, sua função na sociedade Ticuna e amostras do veneno e das plantas utilizadas na sua confecção, que por seu caráter interdisciplinar contou com a colaboração dos botânicos Luiz Emygdio Mello Filho e João de Souza Campos, do Museu Nacional, para o estudo das plantas e experimentação em laboratório. Fato esse, que cumpriu, em parte, com a moção aprovada no Simpósio Internacional sobre curare e substâncias curarizantes. Em parte, porque o centro de estudos do curare que seria constituído no Museu Nacional com recursos da UNESCO e do CNPQ, nunca foi efetivamente criado.

Apesar de o centro de estudos nunca ter sido criado, os propósitos de fazer um amplo levantamento em doses sistemáticas das plantas curarizantes, sua área de distribuição, seu emprego por tribos indígenas e problemas correlatos foram cumpridos nos projetos de estudo coordenados por Roberto Cardoso de Oliveira, tanto nos “*Estudos sobre o Complexo do Curare*” quanto nos estudos das “*Áreas de Fricção Interétnica*”, gerando resultados que contribuíram não só para o desenvolvimento das Ciências Sociais, da Antropologia e Etnologia no Brasil; desenvolvendo conceitos e formando coleções para o Museu Nacional, mas também das Ciências Exatas como a Biologia, a Química e a Medicina.

Ao trabalho do antropólogo podemos elencar sua contribuição para a etnologia indígena e a defesa do índio brasileiro; a criação de novas teorias e conceitos para as ciências sociais, na epistemologia e no fazer antropológico; e também sua contribuição para o fortalecimento da disciplina antropológica no Brasil.

REFERÊNCIAS

ANGHIERA, Pietro Martire d'. **De Orbe Novo: Decades octo quas scripsit ab anno 1493 ad 1526**. Matriti: Typis Viduae et Fillae Gomez Fuentenebro, 1892

BARBOSA RODRIGUES. **Tribu dos Ticunas**. Ano VI, n. 15, junho, 1942

BERNARD, C. **Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses**. Paris: JB Baillièrre et fils, 1857

CARDOSO DE OLIVEIRA, Roberto. **O índio e o Mundo dos brancos**. 3 ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1964

CARNEIRO, Paulo. **O “curare”, veneno das flechas na Amazônia**. Lisboa: Academia de Ciências, 1945

CASTRO FARIA, Luiz de. **Um Outro Olhar: Diário da Expedição à Serra do Norte**. Ouro Sobre Azul, 2001

CORRÊA, Mariza. & LARAIA Roque (Orgs.). **Roberto Cardoso de Oliveira: Homenagem**. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Unicamp, 1992

_____. **An Interview with Roberto Cardoso de Oliveira**. *Current Anthropology*, v. 32, n. 3, p. 335-343, junho. 1991

CORRÊA, Mariza. **Traficantes do Simbólico: História da Antropologia no Brasil (1930-1960)**. Testemunhos: Emilio Willems Donald Pierson. Vértice/Editora da UNICAMP, 1987

_____. **Traficantes do Excêntrico: Os antropólogos no Brasil dos anos 30 aos anos 60**. *Revista Brasileira de Ciências Sociais ANPOCS*. Rio de Janeiro, v.3, n.6, p. 79-98, 1988

CRULS, Gastão. **A Amazônia que eu vi**. 2 ed. Óbidos – tucumaque Brasilianas, 1938

DANTES, M. M. **Os positivistas brasileiros e as ciências no final do século XIX**. In: HAMBURGER, A. I. *et al* (Orgs.). *A ciência nas relações Brasil-França (1850-1950)*. São Paulo:

DOMINGUES, H.M. Bertol. **Tradução Cultural na Antropologia dos anos 1930-1950: as expedições de Claude Lévi-Strauss e de Charles Wagley à Amazônia.** Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciênc. hum, v.3, n.1, p.31- 49, 2008

_____. **A botânica amazônica de Adolpho Ducke: entre a química e os conhecimentos tradicionais.** In: DOMINGUES, H.M. Bertol (Org.); KLEICHE-DRAY, Mina; PETITJEAN, P. História das substâncias naturais: saberes tradicionais e química / Amazônia e América Latina. Rio de Janeiro (BRA); Paris: MAST; IRD, 2012

DUARTE, Danilo Freire. **Curarizantes: Das Suas Origens aos Dias de Hoje.** Revista Brasileira de Anestesiologia. v. 50, n. 4, p. 330 – 336, julho – agosto. 2000

DUCKE, A. **New or Norteworthy Leguminosea of the Brazilian Amazon.** Boletim Técnico – IAN. Belém, PA, n. 2, p. 1-33, out. 1944

_____. **O gênero Strychnos L. na Amazônia brasileira.** Boletim Técnico – IAN. Belém, PA, n.3, p.1-23, jan. 1945

_____. **Informações sucintas sobre a classificação e a distribuição geográfica das Strychnos americanas.** Comunicações do Simpósio Internacional de Curare e Substâncias Curarizantes, 1957

FRANÇA, Bianca L. F. Castro. **“Mil peças”: coleções Ticuna do Museu Nacional no contexto da Antropologia (séculos XX - XXI).** Dissertação (mestrado) – Curso de Preservação de Acervos de Ciência e Tecnologia, PPACT, Museu de Astronomia e Ciências Afins, Rio de Janeiro, 2018

FREIRE, Carlos Augusto da Rocha. **Memórias do SPI 1910 - 1967.** Editora Museu do Índio, FUNAI, 2011

GARCIA JR., Afrânio. **Fundamentos empíricos da razão antropológica: a criação do PPGAS e a seleção das espécies científicas.** Mana [online], v.15, n.2, 2009. Disponível em< http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-93132009000200004>. Acesso em: 05 de abril de 2019

GRUPIONI, Luís Donisete Benzi. **Museu, Identidades e Patrimônio Cultural.** Rev. do Museu de Arqueologia e Etnologia. São Paulo, s. 7. 2008

LA CONDAMINE, Ch – M. de. **Viagem na América Meridional descendo o rio das Amazonas [1701-1774].** Brasília: Senado Federal. Brasília, 2000

MENDONÇA, João Martinho. **Fragmentos dos diários escrito e fotográfico de Cardoso de Oliveira na região dos Ticuna do Rio Alto Solimões.** Disponível em:< <http://www.studium.iar.unicamp.br/seis/diario/>>. Acesso em: 06 de maio de 2018

NIMUENDAJÚ, Curt. **The Tukuna.** University of California Publications in American Archaeology and Ethnology. Berkeley Los Angeles, 1952.

RIBEIRO, Berta G. **Dicionário do Artesanato indígena.** Coleção Reconquista do Brasil. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, s.3, v. 4, 1988

RUBIM, Christina de Rezende. **Antropologia Brasileira e a Antropologia no Brasil.** Tese (Doutorado em Ciências Sociais) IFCH, Unicamp, Campinas, 1996

SÁ, M. R. **O Botânico e o mecenas: João Barbosa Rodrigues e a ciência no Brasil na segunda metade do século XIX.** História, Ciência e saúde – Manguinhos. v.3 (suplemento), p. 899 – 924. 2001

_____. **Paulo Carneiro e o Curare: em busca de um princípio ativo.** In: MAIO, Marcos Chor (org.). *Ciência, política e relações internacionais: ensaios sobre Paulo Carneiro.* Rio de Janeiro: Fiocruz/UNESCO. 2004

_____. **Do veneno ao antídoto: Barbosa Rodrigues e os estudos e controvérsias científicas sobre o curare.** *Revista Brasileira de História da Ciência.* v.5 (suplemento), p.12-21, 2012

SILVA JR, J. A. **Caetano da. Aplicações do curare em neuro-psiquiatria.** *Arq. Neuro-Psiquiatr.* [online]. v.3, n.4, p.467- 471, 1945. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/anp/v3n4/10.pdf>>. Acesso em: 05 de abril de 2019

VON MARTIUS, Carl Friedrich Philipp & VON SPIX, Johann Baptist. **Viagem pelo Brasil.** Tradução de Lúcia Furquim Lahmeyer. 3 ed. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1976

O PERFIL DOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA PARA O TRABALHO COM JOVENS E ADULTOS NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

Wanessa Ferreira de Sousa

Instituto Federal de Goiás, Departamento de Áreas Acadêmicas, Valparaíso de Goiás -Goiás

Manuella Siqueira dos Santos Maciel

Instituto Federal de Goiás, Departamento de Áreas Acadêmicas, Valparaíso de Goiás -Goiás

RESUMO: O presente estudo traz considerações acerca do perfil dos docentes de Matemática que desenvolvem seu trabalho nos cursos de Educação de Jovens e Adultos (EJA) no Instituto Federal de Goiás (IFG). Por meio da observação das relações de ensino e aprendizagem no âmbito dos cursos de EJA integrados com cursos técnicos voltados às ciências exatas e dos dados sobre a permanência e o êxito dos estudantes, propusemos investigar o perfil de formação que a instituição tem identificado como a ideal no que se refere aos professores de Matemática que compõem o quadro efetivo da instituição. Utilizamos elementos coletados na documentação dos processos seletivos, bem como dados disponíveis nos sistemas internos de registro, os quais nos permitiram traçar o perfil docente e identificar informações importantes sobre reprovações e evasão. O cruzamento dos dados apontou para a necessidade de formação continuada que oferte aos docentes a oportunidade de se apropriar de instrumentos

necessários ao trabalho com o público heterogêneo que compõe o corpo discente do IFG e, de modo específico o público da EJA, contribuindo dessa forma para modificar os baixos índices de desempenho em matemática e a evasão de jovens e adultos.

PALAVRAS-CHAVE: Educação de Jovens e Adultos, perfil docente, educação matemática.

ABSTRACT: This study presents considerations about the profile of Mathematics teachers who develop their work in the Youth and Adult Education (EJA) courses at the Federal Institute of Goiás (IFG). Through the observation of teaching and learning relationships in the EJA courses integrated with technical courses focused on the exact sciences and data on the permanence and success of the students, we proposed to investigate the profile of formation that the institution has identified as the ideal in what refers to the Mathematics teachers that make up the effective picture of the institution. We used elements collected in the documentation of the selective processes, as well as data available in the internal registration systems, which allowed us to trace the teacher profile and identify important information about disapproval and avoidance. The cross-referencing of the data pointed to the need for continuous training that offers teachers the opportunity to appropriate the necessary tools

to work with the heterogeneous public that compose the student body of the IFG and, specifically, the public of the EJA, thus contributing to modify low achievement rates in math, and avoidance of youth and adults.

KEYWORDS: Youth and Adult Education, teaching profile, mathematics education.

1 | POR QUE TRATAR DO PERFIL DOCENTE PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DE JOVENS E ADULTOS NO IFG?

O interesse por esse tema surgiu de algumas observações feitas com relação às interações entre docentes de matemática e estudantes de EJA no âmbito do Instituto Federal de Goiás (IFG). Além da relação professor-aluno, chamou a atenção o baixo desempenho geral em ciências exatas, mais especificamente em matemática e o alto número de evadidos, sobretudo nos cursos integrados com foco nas ciências exatas. A partir dessas questões, pensamos em investigar o perfil dos professores que ingressam no IFG a procura de respostas. Compreendemos que diversos fatores interferem no baixo rendimento e na evasão e que dentre eles está a relação dos professores com seus estudantes e a compreensão de que é necessário fazer um trabalho diferente para conquistarmos êxito no ensino de matemática para a EJA.

Acreditamos que selecionar um corpo docente com experiência em ensino, aliada às competências acadêmicas para a pesquisa e a extensão, pode contribuir para modificar essa realidade. Além disso, destacamos que formar continuamente os professores que atuam com a EJA deve ser uma meta, de modo que possam se apropriar de instrumentos para trabalhar com as especificidades desse público, em especial, e com a multiplicidade de níveis e modalidades de ensino no IFG.

Salientamos que um olhar valorizador da educação matemática é essencial no sentido de assegurar processos de ensino centrados nos estudantes de EJA. Desse modo, poderemos contribuir para a permanência e o êxito dos estudantes, de modo a não sermos uma instituição que os exclui novamente dos processos de escolarização.

2 | CAMINHO DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS NO BRASIL

A EJA, modalidade de ensino que perpassa todos os níveis da Educação Básica brasileira, está prevista na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) e tem por objetivo assegurar aos jovens e adultos que por motivos diversos não tenham dado prosseguimento aos estudos em idade apropriada possam fazê-lo posteriormente.

No contexto nacional das últimas décadas, a preocupação em oferecer formação a pessoas com esse perfil acompanhou uma tendência internacional que se desenhou com o fim da Segunda Grande Guerra e com os avanços tecnológicos que se seguiram. Desde a década de 1950, no contexto da realização da Conferência Internacional de Educação de Adultos – CONFINTEA, fica explícita a busca por

desenvolver processos formativos, sobretudo nos países em desenvolvimento, que favorecessem a diminuição das taxas de analfabetismo e garantissem maior qualificação profissional tendo em vista o atendimento às novas demandas, o que é corroborado pelo Brasil.

Quando observada a história do ensino nacional, é possível identificar que durante o período colonial não havia preocupação com uma formação sistemática da população. A catequese, o ensino dos hábitos europeus e dos ofícios necessários à colonização configuraram as primeiras experiências de ensino na Colônia junto com a formação em humanidades para os colonos e seus filhos, de acordo com o que informam Haddad e Di Pierro em seu texto “Escolarização de Jovens e Adultos” (2000). Com relação aos nativos e aos africanos escravizados, o ensino centrou-se na aculturação, ou seja, na substituição dos seus valores e costumes pelos europeus. Desse menosprezo pela cultura não europeia nasceram diversos estigmas que se perpetuam ainda hoje entre os brasileiros e que são responsáveis, em grande medida, pelos sentimentos de inferioridade, incapacidade e dependência que permeiam os processos de escolarização no país.

Após da independência, a Constituição de 1824 garantiu aos cidadãos o direito a instrução gratuita, incluindo-se aí os adultos. Contudo, a lei de modo algum atingiu a toda a população, pois as camadas populares (compostas por homens e mulheres pobres, negros e negras escravos, libertos ou livres) que constituíam a maioria dos habitantes permaneciam, de modo geral, excluídas da escolarização. Segundo Haddad e Di Pierro (2000), o que a lei prescrevia estava distante da realidade.

Em 1834, o Ato Adicional, ao transferir a responsabilidade da instrução primária e secundária para as Províncias, transformou um direito em ato de caridade, pois de acordo com Strelhow (2010) a instrução de jovens e adultos era realizada por qualquer um que tivesse disposição de ajudar aos menos afortunados, os letrados “adotavam” um analfabeto para lhe ensinar, o que reforçava a ideia de incapacidade e incompetência desses estudantes perante a sociedade.

Os analfabetos no contexto dos primórdios da República Brasileira eram também responsabilizados pela dificuldade do país em se desenvolver, sobretudo economicamente. Nas palavras de Strelhow “era necessário tornar a pessoa analfabeta um ser produtivo que contribuísse para o desenvolvimento do país” (2010, p.51). O voto também foi instrumento para fortalecer esse pensamento, pois a princípio era destinado apenas a uma pequena parcela da população, homens, brancos, com determinada posse, em 1891. Os analfabetos, por sua vez, passaram a integrar oficialmente a lista de não eleitores.

Os acontecimentos do final de 1920, resultaram em mudanças na educação, a exemplo do crescimento da indústria que modificou a economia e colocou em evidência a necessidade de instrução para a população, diante da necessidade de mão de obra qualificada. Strelhow informa que o país atingia a marca de 72% de analfabetismo nessa década, o que escancarava a precariedade da educação

brasileira (2010, p. 52).

A Constituição de 1934 tornou-se um marco, pois pela primeira vez a educação de jovens e adultos foi contemplada no texto, tornando a União responsável pelo “ensino primário integral gratuito e de frequência obrigatória extensivo aos adultos”, o que proporcionou visibilidade para a educação de adultos. Os movimentos sociais com o da Escola Nova e o que foi desencadeado pelo pensamento de Paulo Freire impulsionaram ações que tinham por objetivo repensar e propor novas saídas para a educação nacional.

As décadas de 1940 e 1950, com a criação do Plano Nacional de Educação, seguida da criação da criação do Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos (INEP) e do Fundo Nacional do Ensino Primário (cujos recursos foram destinados em 25% para a educação de adultos), contribuíram para fazer avançar a organização da educação nacional. Nesse contexto, a elaboração da Lei Orgânica do Ensino Primário em 1946 deu novo direcionamento ao ensino primário e propôs o ensino supletivo para adolescentes e adultos (STRELHOW, 2010).

Nos anos seguintes uma série de programas teve por objetivo erradicar o analfabetismo. A Primeira Campanha Nacional de Educação de Adolescentes e Adultos, foi uma das mais duradouras e contou com a colaboração de voluntários para alfabetizarem os adultos. Para ensinar no contexto da campanha não se exigia qualificação específica, pois difundiu-se a mentalidade de que não havia dificuldades em se trabalhar com o público adulto. O material utilizado era o mesmo usado com crianças, visto que, por vezes, os adultos foram comparados a elas. Almeida e Corso afirmam que:

Aceitava-se que ensinar a adolescentes e a adultos era mais fácil, mais rápido e mais simples, logo, qualquer pessoa podia desempenhar essa função. Se qualquer pessoa podia desempenhar essa função, não seria necessário formar e qualificar um profissional específico para tal. Se a função não requeria qualificação profissional, logo não seria necessária uma remuneração condizente com um docente preparado. Não foi por acaso que a campanha procurou recrutar um grande contingente de “voluntariado” (2013, p. 1287).

Com o tempo, a campanha perdeu contingente e passou a ser alvo de críticas de educadores, diante da precarização dos prédios, da má remuneração de professores, além de que para esses “era necessário romper os preconceitos que envolviam pessoas analfabetas” (Idem, p.1288), levando à extinção do programa em 1963.

No mesmo período Paulo Freire fazia avanços com comunidades do interior do Nordeste. Seu pensamento com relação ao ensino de jovens e adultos permitiu não só a alfabetização dessas pessoas, mas também o resgate de sua autoestima e o despertar para o fato de que eram autores de sua história e capazes de exercer a cidadania. Para Almeida e Corso “Paulo Freire produziu um novo arcabouço conceitual e uma nova postura epistemológica para os processos de alfabetização e educação popular” (2013, p. 1290). Por esse motivo, foi encarregado pelo Ministério

da Educação de elaborar o Programa Nacional de Alfabetização.

A criação do Movimento Brasileiro de Alfabetização (MOBRAL) já no contexto da Regime Militar, que restringia a compreensão da educação de adultos à mera ação de ler e escrever, foi a resposta do governo aos movimentos sociais ligados à alfabetização. O projeto durou 15 anos e foi responsável pelo esvaziamento ideológico que acompanhava o ensino de adultos nos anos anteriores, uma vez que colocava em prática o ensino supletivo e entendia a aprendizagem como mera reprodução das instruções contidas no material didático utilizado (ALMEIDA; CORSO, 2013).

No contexto de redemocratização do país na década de 1980 vigorou o espírito de participação da sociedade civil na tomada de decisão a respeito dos rumos da educação brasileira. A Constituição promulgada em 1988 e as discussões sobre a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação foram representativas desse clima democrático. As mudanças apontadas na legislação davam a entender que haveria expansão e melhoria na qualidade da oferta de formação para jovens e adultos no país. A chegada da década de 1990, contudo, Segundo Haddad, Freitas e Di Pierro (1989) trouxe consigo um modelo de desenvolvimento que não incluía a justiça social, o que não permitiu os avanços necessários. À época o país contava cerca de 70 milhões de pessoas que não haviam sequer concluído o ensino fundamental.

Durante os anos 2000, já com um novo modelo de planejamento político e econômico do país, a EJA ganha novo fôlego, ao menos em termos de sua discussão no âmbito do governo federal e da criação da Comissão Nacional de Alfabetização de Jovens e Adultos (CENEJA) em 2003 para discutir os rumos dessa modalidade de ensino. É importante mencionar com resultado positivo desse processo a criação dos Fóruns de EJA, que reúnem organizações não-governamentais, movimentos sociais, entidades privadas e organismos governamentais no sentido de pensar as especificidades dessa modalidade de ensino, propor saídas para os problemas que estão postos e tencionar o poder público para que as mudanças necessárias ocorram.

O país ainda está longe de proporcionar uma EJA que atenda às necessidades dos estudantes, oferecendo a eles oportunidades formativas de qualidade que lhes permita expandir seus horizontes de modo digno. Mesmo diante das adversidades visíveis no contexto brasileiro é preciso que as educadoras e os educadores da EJA continuem lutando pela modificação das políticas públicas educacionais destinadas a esse vasto grupo que está de algum modo fora dos processos regulares de formação escolarizada.

As mudanças precisam ser também no sentido de oferecer formação inicial e continuada para os que trabalham com EJA, uma vez que lidam com um público heterogêneo em diferentes sentidos: etário, geracional, profissional, entre outros, de modo que seja possível conhecer quem são os jovens e adultos que estão nos bancos das escolas e oferecer a eles a ampliação de seus horizontes por meio da educação.

3 | FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA ATUAÇÃO NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Ao falarmos de perfil docente para a atuação na EJA, parece-nos essencial identificar na literatura o que tem sido tratado sobre as especificidades formativas exigidas para o trabalho com esse público. Da mesma forma, mostra-se importante estabelecer um paralelo entre o que está posto nas legislações nacional e institucional, pois compreendemos que os processos relacionados à organização da EJA em instituições de ensino estão condicionados às leis que regulam a educação. Soares (2008) afirma que desde o fim da década de 1940, quando da Campanha Nacional de Educação e Adultos no Brasil e do I Congresso Nacional de Educação de Adultos já se demonstrava a preocupação com a ausência de uma preparação adequada para o trabalho com Jovens e Adultos.

O que se tem debatido contemporaneamente é que essa modalidade de ensino tem especificidades com relação às demais e que o docente formador de EJA precisa estar preparado para lidar com essa realidade. De acordo com Soares, é necessário considerar algumas questões como:

a diversidade de sujeitos educandos com características peculiares; a preocupação com a existência de uma infraestrutura que acolha a realidade desse público; a elaboração de propostas curriculares que vá ao encontro das necessidades, das exigências e dos interesses desses sujeitos, incluindo a flexibilidade dos tempos e espaços; a disponibilidade de recursos didáticos que atendam e desenvolvam as potencialidades desses sujeitos; as iniciativas de formação inicial e continuada de educadores; políticas compensatórias de alimentação e transporte que favoreça a permanência dos educandos (2011, p. 308).

É a configuração da EJA, com todas as necessidades, exigências e expectativas de seus estudantes, que fornece os elementos para se pensar formações inicial e continuada dos formadores.

Nesse sentido, Machado (2008, p. 162) nos apresenta um imaginário cristalizado na sociedade brasileira, ligado aos cursos oferecidos antes da nova configuração dessa modalidade de ensino proposta pela LDB e pelas Diretrizes Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos (Parecer CNE/CEB 11/2000), segundo o qual tratava-se de uma formação oferecida a pessoas com “conhecimentos menores”, que retornavam à escola e tinham pressa em conseguir um certificado a fim de recuperar o “tempo perdido”, sendo necessários cursos “rápidos e fáceis” que levassem em consideração o “desinteresse”, a “indisciplina”, a preguiça, entre outros fatores.

O imaginário acima, apesar dos muitos avanços conquistados quando consideradas a legislação nacional e as políticas públicas, precisa ser enfrentando, colocando-se em discussão os preconceitos e formando uma nova forma de conceber essa modalidade de ensino, partindo primordialmente da definição que os próprios estudantes adultos têm de si. Nesse sentido, como afirma Machado:

A concepção de que esses alunos são desinteressados, preguiçosos e estão ali apenas para obter certificado, não faz justiça aos inúmeros trabalhadores e trabalhadoras que retornam, após anos de dificuldades de conciliar a dinâmica da vida, trabalho, família e escola, na expectativa de aprender algo que facilite, em alguma medida, o seu cotidiano. Portanto, quando a escola que atende esses alunos jovens e adultos consegue reconhecê-los como sujeitos de direito à educação, passa, inclusive, a perceber que os seus conhecimentos prévios e o aprendizado acumulado ao longo da vida têm muito a contribuir para o conhecimento produzido pelas diversas áreas da ciência e, mais, que possuem grande capacidade de confronto com o conhecimento sistematizado, contribuindo na produção de novos (p. 162).

Estudantes jovens e adultos são sujeitos de direitos e têm conhecimento acumulado ao longo da vida que precisa ser valorizado e considerado no contexto escolar. Quando levadas em consideração essas condições, tem-se a possibilidade de romper com as ideias pré-concebidas, superar a visão de educação compensatória e promover uma formação digna pautada na dialogicidade.

A formação de docentes é, nesse contexto, peça fundamental. É importante que tal formação considere as mudanças advindas da reconfiguração da EJA nos últimos anos, fruto da organização da sociedade civil e das movimentações dos órgãos oficiais de governo, que resultou na criação dos Fóruns de EJA e das Diretrizes Curriculares, respectivamente, pois foram retomadas as ideias ensino como ação dialógica e de educação emancipatória já anunciadas por Paulo Freire na década de 1960.

Em grande medida, as exigências da EJA relacionadas às suas especificidades e aplicadas à formação de docentes encontram-se posta na LDB e no Parecer CNE/CEB 11/2000. Na LDB está anunciado o reconhecimento da EJA como modalidade de ensino fundamental e médio e como direito de todos, independente da idade.

O parecer, por sua vez, preconiza a necessidade de uma formação específica para o atendimento da EJA:

Com maior razão, pode-se dizer que o preparo de um docente voltado para a EJA deve incluir, além das exigências formativas para todo e qualquer professor, aquelas relativas à complexidade diferencial desta modalidade de ensino. Assim esse profissional do magistério deve estar preparado para interagir empaticamente com esta parcela de estudantes e de estabelecer o exercício do diálogo. Jamais um professor aligeirado ou motivado apenas pela boa vontade ou por um voluntariado idealista e sim um docente que se nutra do geral e também das especificidades que a habilitação como formação sistemática requer (BRASIL, 2000, p. 58).

Fica evidente que é necessário considerar uma formação específica para o trabalho com a EJA, que ultrapasse a simples formação básica estabelecida como critério para a atuação na educação básica.

Já o Art. 62 da LDB/96 estabelece que:

A formação de docentes para atuar na educação básica far-se-á em nível superior, em curso de licenciatura plena, admitida, como formação mínima para o exercício do magistério na educação infantil e nos cinco primeiros anos do ensino fundamental,

A princípio, não aparece nessa lei a necessidade de formação inicial ou continuada para o trabalho com a EJA, porém as diretrizes para essa modalidade de ensino são criadas no sentido de regular os processos que exigem um trabalho diferenciado por parte do docente.

Ao colocarmos em contraste a LDB e o parecer acima com a lei de criação dos Institutos Federais (IF), a estrutura da carreira dos docentes que trabalham nesse contexto e o regulamento específicos do Instituto Federal de Goiás para a Educação de Jovens e Adultos, mostra-se necessário tratarmos de algumas questões importantes para compreendermos a relação entre perfil de professores ingressantes na instituição e o ensino de matemática para a EJA.

Sem tratar de maneira exaustiva do tema, queremos destacar que a Lei 11892/2008 que cria os IF prevê em seu Art. 7º, inciso I, que 50% de suas vagas serão destinadas aos concluintes do Ensino Fundamental e para o público da EJA. Dessa forma, garante que esse será um dos grupos de pessoas atendidas. A lei 12.772/2013 que estrutura a carreira dos docentes, por sua vez, estabelece em seu Art. 2º as atividades a serem exercidas de acordo com o nível de educação em que o docente atuará. Para o trabalho com a Educação Básica, ficou estabelecido que será feito por “profissionais habilitados em atividades acadêmicas próprias do pessoal docente no âmbito da educação básica e da educação profissional e tecnológica”. Contudo, os professores que ingressam nessas instituições possuem um perfil formativo heterogêneo: licenciados, especialistas, mestres e doutores; há quem tenham experiência apenas na educação básica, na superior, ou, ainda nesses dois níveis de educação.

O perfil heterogêneo dos docentes ingressantes na carreira dos IF evidencia a confusão no entendimento de que para professores de educação básica, incluindo-se a EJA, precisam atender às exigências da LDB/96, estando, portanto, formados em cursos de nível superior de licenciatura.

A nosso ver, a existência de docentes que não tiveram sua formação voltada para a atuação na educação de modo geral e, menos ainda com a educação básica e, em especial, a EJA, exige da instituição a promoção constante de espaços de diálogo e formação continuada a fim de que as dificuldades que possam resultar desse contexto não tenha impacto na formação de alunos jovens e adultos de modo a excluí-los novamente do sistema de ensino.

4 | ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE OS PROCESSOS SELETIVOS E OS DOCENTES DE MATEMÁTICA DO IFG

Ao escrevermos essa proposta de estudo, pensamos em conversar diretamente

com os professores e estudantes de EJA para compreendermos as relações entre o perfil docente que ingressa no IFG por meio dos processos seletivos da instituição e os possíveis impactos desses elementos no sucesso ou fracasso escolar relacionado à matemática, fazendo uma correlação com os altos índices de evasão que temos em boa parte dos Câmpus. Esse caminho não foi possível, entre outros motivos, pela burocracia documental a ser submetida ao Conselho de Ética institucional e ao pouco prazo de execução do projeto, levando-se em consideração o prazo que precisaríamos para entrar em contato com os sujeitos da pesquisa e realizar as conversas que nos interessavam.

Optamos então por fazer um levantamento dos editais de concurso público para ingresso no e dos currículos dos docentes efetivos na instituição, buscando nesses documentos o que é exigido em termos de formação e de conhecimentos para a carreira docente e a trajetória formativa e experiências profissionais anteriores ao ingresso dessas pessoas no IFG, respectivamente.

Quanto aos editais que selecionaram o pessoal docente, fizemos um recorte baseado no que estava disponível para consulta no site do IFG. Foi possível fazer o levantamento de informações para os 4 últimos processos seletivos para docentes efetivos de matemática que vão de 2011 a 2018.

Tabela 1: Formação exigida para o ingresso no quadro de docentes do IFG		
Ano	Graduação exigida	Observações
2011	Licenciatura plena de Matemática, ou como habilitação legal equivalente, bacharelado em Matemática.	Durante o <i>estágio probatório</i> , o servidor nomeado que não for detentor de Licenciatura Plena, será incluído no Programa de capacitação Pedagógica, <i>quando</i> ofertado pelo Instituto Federal de Goiás.
2013	Graduação em Matemática	O servidor após tomar posse, deverá realizar <i>obrigatoriamente</i> durante o estágio probatório, o Curso de Iniciação ao Serviço Público, bem como participar de Programa de Formação Inicial e Continuada sobre Domínio Didático e Prática Pedagógica, dentre outras formações de interesse institucional a critério da Administração.
2015	A graduação exigida de acordo com a necessidade de cada campus: <ul style="list-style-type: none"> • Matemática ou Estatística (Formosa), • Graduação em Matemática (Jataí), • Licenciatura em Matemática (Valparaíso de Goiás) 	Até o término do estágio probatório, o(a) servidor(a) nomeado(a) que não for detentor(a) de Licenciatura Plena, <i>deverá</i> apresentar certificado de Pós-graduação Lato sensu, Aperfeiçoamento ou Curso de Capacitação na área Pedagógica.
2018	Graduação em Matemática	Até o término do estágio probatório, o(a) servidor(a) nomeado(a) que não for detentor(a) de Licenciatura Plena, <i>deverá</i> apresentar certificado de Curso de Formação Pedagógica para graduados não-licenciados com carga horária mínima de 1.640 (um mil seiscentas e quarenta) horas.

Os dados apresentados na tabela mostram que ao longo de 4 processos seletivos, realizados em 7 anos, não se exigiu formação inicial em licenciatura. Contudo, exige-se que os não licenciados façam cursos de especialização, aperfeiçoamento ou formação pedagógica. De qualquer forma, ainda que os docentes não licenciados não façam uma formação complementar, os mesmos permanecerão em seu cargo.

Acreditamos que a exigência da licenciatura ou formação equivalente não assegura que os problemas de ensino e aprendizagem sejam completamente resolvidos, contudo, a carência de uma formação pedagógica gera uma série de questões relacionadas às dicotomias entre ensino e pesquisa já mencionadas, reforçando os estereótipos de que o trabalho de produção de conhecimento e a

docência são áreas que não precisam se relacionar.

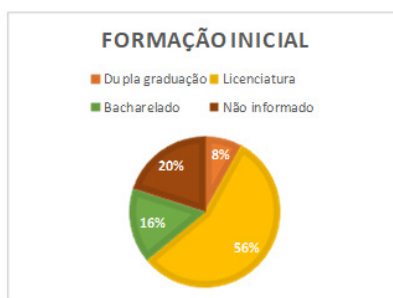
A observação detalhada dos editais docentes nota-se que em todos os anos a prova de títulos pontua com maiores notas as experiências ligadas aos cursos de especialização, mestrado e doutorado que propriamente as experiências com o ensino. Nos anos de 2011, 2013, 2015 e 2018, foram atribuídos de modo crescente 14, 15, 16 e 20 pontos para a experiência docente respectivamente. As demais experiências profissionais estão, grosso modo, vinculadas as atividades acadêmicas de orientação e produção de pesquisa científica, que para os mesmos anos somam 18, 33, 40 e 40 pontos respectivamente. Há um peso menor para as atividades de ensino.

Os conteúdos programáticos das provas também nos levam a algumas reflexões possíveis. Em apenas um dos processos seletivos se exigiu conhecimentos em educação matemática, os demais exigiram temas gerais de educação, mais especificamente de educação tecnológica. Os conteúdos de matemática propriamente são, em sua maioria, de cunho academicista e pouco tem a ver com o que se trabalha no ensino médio, por exemplo.

Ano do edital	Conteúdos programáticos
2011	legislação para educação profissional e conceitos matemáticos
2013	legislação para a educação profissional e conceitos matemáticos
2015	conteúdos de educação matemática e conceitos matemáticos
2018	Educação, educação tecnológica e conceitos matemáticos

Devemos levar em consideração que há uma etapa dos processos de seleção que se trata de uma prova de desempenho didático, por meio da qual se espera escolher os candidatos que tenham noções mínimas de como se trabalha em sala de aula. Contudo, mesmo esse processo, ao nosso ver bastante subjetivo ainda que guiado por uma ficha de avaliação pré-estabelecida, acaba sendo feito dentro e um viés em que se considera mais o domínio dos conceitos matemáticos do que propriamente a experiência de ensino.

A formação dos professores efetivos do IFG, de acordo com o que conta de seus currículos cadastrados na Plataforma Lattes também faz emergir algumas inquietações. Do total de 67 professores, encontramos as informações abaixo:



É possível perceber que a maior parte dos professores possui licenciatura ou

dupla habilitação. Do total de 100 professores, 16 são bacharéis e não possuem formação pedagógica alguma. É possível que esse número aumente em razão daqueles que não colocaram as informações que buscávamos em seus currículos. Acreditamos, ainda, como defende Machado, que “aprendemos os conteúdos de nossas áreas, conhecemos algumas ferramentas pedagógicas e metodológicas, mas estamos longe de pensar a realidade concreta da escola na qual iremos atuar, ao assumir um contrato temporário ou, mesmo, ao passar num concurso para cargos efetivos nas redes públicas de ensino” (p. 165).

Portanto, há ainda muito o que ser refletido e construído no âmbito do IFG, a fim de que os processos seletivos para a atuação docente cooptem pessoas com experiências tão ricas em ensino quanto na pesquisa e na vida acadêmica, tendo em vista que estes dois últimos requisitos se destacaram mais nos concursos mencionados.

5 | EVASÃO NOS CURSOS TÉCNICOS INTEGRADOS DE EJA VOLTADOS PARA AS CIÊNCIAS EXATAS

Na busca por compreender a relação que pode ser feita entre o perfil docente, o sucesso escolar e a permanência de jovens e adultos nos cursos técnicos integrados no âmbito do IFG, mais especificamente dos cursos ligados às ciências exatas, elencamos 3 Câmpus da região periférica de Brasília, a saber, Formosa, Luziânia e Valparaíso. Essa seleção se deu por conta da possibilidade de investigar cursos técnicos voltados para as ciências exatas e de estabelecer uma correlação de características do público atendido pelos Câmpus.

Quanto aos cursos técnicos oferecidos nos três Câmpus, todos têm um currículo centrado nas ciências exatas: o Câmpus Formosa oferta os cursos de Edificações e Manutenção e Suporte em Informática; o Câmpus de Luziânia, o curso de Informática para a Internet; o Câmpus de Valparaíso, por sua vez, o curso de Eletrotécnica. As disciplinas das áreas técnicas estão fortemente assentadas nas ciências exatas. Outras que são do currículo propedêutico como a Matemática e a Física estão fortemente interligadas às da área técnica e dão-lhe suporte.

No que se refere aos estudantes dos cursos mencionados são em sua maioria trabalhadores que se deslocam de suas cidades para trabalhar em Brasília e frequentam os Câmpus no horário noturno. Além disso, vivem em grandes periferias em condições sociais e econômicas de exclusão.

Os dados que coletamos buscam relacionar primeiramente a quantidade de evadidos com relação aos ingressantes em cada um desses cursos, desde que foram implantados, até o primeiro semestre de 2018.

Tabela3: Quantidade de evadidos em relação ao ingresso por Câmpus/Curso*			
Câmpus/Curso	Ingressantes	Evadidos	% de Evadidos
Formosa/Edificações	183	88	48%
Formosa/Manutenção e suporte em informática	176	73	41%
Luziânia/Informática para a internet	274	160	58%
Eletrotécnica	222	96	43%

*Dados retirados do sistema Visão-IFG

A evasão ocorre por múltiplos fatores que são externos e internos ao IFG. Quanto aos fatores externos, estão ligados às condições de permanência como transporte, relações familiares, trabalho entre outros, que dificultam a estadia dos estudantes na instituição. Já os fatores internos, são dados pelas relações de ensino e aprendizagem/professor-aluno, reprovações, inadequações dos currículos às especificidades da EJA etc.

Queremos destacar um desses fatores, que se vincula diretamente ao perfil docente, contudo sem desconsiderar que o contexto é complexo. Não há intenção de atribuir aos professores a exclusividade da responsabilidade pelo êxito dos estudantes, mas levantar questões relevantes que contribuam para pensar institucionalmente a necessidade de formação continuada.

É possível notar que os dados de evasão são bastante altos. Entre 41% e 58% dos estudantes que ingressam, deixam os Câmpus antes de concluir os cursos. Ao considerarmos as questões internas à instituição, é preciso mencionar que existem políticas de permanência e êxito, dentre elas auxílio financeiro para transporte, alimentação diária, estrutura predial e equipamentos condizentes, de modo geral, com as necessidades de cada curso e, ainda, uma equipe multidisciplinar que presta atendimento constante aos estudantes. Nesse sentido, precisamos refletir sobre os demais fatores internos que podem corroborar com as retenções em disciplinas e períodos e com a evasão, uma vez que temos pouco ou nenhum controle sobre os fatores externos aos Câmpus.

Acreditamos ser o perfil docente um dos fatores que interferem nesse contexto. Ao colocarmos em evidência a disciplina de Matemática, base para tantas outras dos cursos mencionados, fica evidente a necessidade de repensar o modo como conduzirmos nossas políticas curriculares, as relações de ensino e aprendizagem e, conseqüentemente o perfil docente que ingressa para o IFG. Com relação à Matemática, entre 5% e 13% dos estudantes que permanecem nos cursos mencionados estão retidos nessa disciplina. Estamos levando em consideração apenas os dados de reprovação constantes do Sistema Visão, que contém as informações sobre o desempenho acadêmico de cada estudante, dentre outras informações. Se considerássemos a reprovação nas disciplinas das áreas técnicas

que dependem da Matemática os números seriam certamente bem maiores. Esse é um tema que precisa ser explorado de modo aprofundado em trabalhos futuros, uma vez que o foco aqui são os docentes de Matemática em si.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo do perfil docente é apenas um dos elementos que devem ser estudados para compreendermos de modo aprofundado as relações de ensino e aprendizagem no âmbito do IFG. É importante levarmos em consideração que a formação inicial e, sobretudo, a continuada são um importante caminho no sentido de oferecer novos instrumentos para o trabalho com a EJA, que tenham impacto positivo no desempenho acadêmico e na permanência dos estudantes.

O olhar da educação matemática para o trabalho com a EJA parece-nos bastante assertivo para balizar o trabalho nesse cenário em que os estigmas estão enraizados na mentalidade coletiva, uma vez que o ensino tem como foco os estudantes em suas necessidades e heterogeneidade, o que é essencial para um trabalho profícuo com esse público.

Destacamos que os resultados aqui obtidos abrem a possibilidade de aprofundamento, a fim de que os sujeitos alvo dessa pesquisa possam se pronunciar quanto ao que ocorre no contexto do ensino de matemática, os desafios e as possibilidades que estão postos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.; CORSO, A. Educação de Jovens e Adultos: aspectos históricos e sociais. **Anais do XI Congresso Nacional de Educação – EDUCERE**, Curitiba, p. 1283-1299, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **CONFINTEA's – Breve Histórico**. Disponível em: <http://confinteabrasilmais6.mec.gov.br/images/documentos/breve_historico.pdf>.

_____. **Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012**. Dispõe sobre a estruturação do Plano de Carreiras e Cargos de Magistério Federal; sobre a Carreira do Magistério Superior; sobre o Plano de Carreira e Cargos de Magistério do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico e sobre o Plano de Carreiras de Magistério do Ensino Básico Federal; Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12772.htm>

_____. **Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm>

_____. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Parecer nº 11, de 10 de maio de 2000**. Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos. Disponível em: <<http://www.cne.gov.br>>.

_____. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/>

L9394.htm>.

DI PIERRO, Maria Clara; FREITAS, Maria Virgínia de; HADDAD, Sérgio. O ensino supletivo - função suplência no Brasil: indicações de uma pesquisa. **Rev. Bras. Estudos Pedagógicos**, Brasília, vol. 70, n. 166, p. 346-370, set/dez. 1989.

FANTINATO, Maria Cecília de Castello Branco. A construção de saberes matemáticos entre jovens e adultos do Morro de São Carlos. *Revista Brasileira de Educação*, v. 27, p. 109-124, 2004.

HADDAD, S.; DI PIERRO, M.C. Escolarização de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, n. 14, p. 108-130, maio/ago. 2000.

IFG. **Resolução CONSUP/IFG de nº 008 de 30 de março de 2017**. Disponível em: <<https://www.ifg.edu.br/servidor/61-ifg/pro-reitorias/ensino/2485-regulamento-academico-dos-cursos-tecnico-integrados-ao-ensino-medio-na-modalidade-de-educacao-de-jovens-e-adultos>>.

MACHADO, Maria Margarida. Formação de professores para EJA. Uma perspectiva de mudança. **Revista Relatos da Escola**, Brasília, v. 2, n. 2-3, p. 161-174, jan./dez. 2008.

SOARES, Leôncio José Gomes. As especificidades na formação do educador de jovens e adultos: um estudo sobre propostas de EJA. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v.27, n.2, p.303-322, ago. 2011.

_____. O educador de jovens e adultos e sua formação. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, n. 47, p. 83-100, jun. 2008.

STRELHOW, T. (2010) Breve História sobre a Educação de Jovens e Adultos no Brasil. **Revista HISTEDBR On-Line**, Campinas, nº 38, p. 49-59, jun. 2010.

CURRÍCULO E RECURSOS TECNOLÓGICOS: QUE RELAÇÕES?

Lilian da Silva Moreira

Universidade do Minho, Instituto de Educação,
Braga - Portugal

Maria Altina da Silva Ramos

Universidade do Minho, Instituto de Educação,
Braga - Portugal

José Carlos Morgado

Universidade do Minho, Instituto de Educação,
Braga – Portugal

RESUMO: Quando se reflete sobre o conceito de currículo pensa-se no “que ensinar”, “como ensinar”, “quando ensinar” e “como avaliar”. Raramente se pensa nos recursos que podem (ou não) ser utilizados para a consecução desses propósitos. Assim, partindo da distinção entre os conceitos de recursos educativos e recursos curriculares, bem como de recursos digitais e recursos multimodais, procuramos ao longo deste texto identificar as principais vantagens que resultam da utilização dos recursos tecnológicos na concretização e monitorização dos processos de ensino-aprendizagem na sala de aula, sobretudo se pretendemos que esses processos viabilizem, de fato, o envolvimento dos estudantes em aprendizagens mais significativas, capazes de estimularem a sua autonomia e o seu protagonismo nesse empreendimento educativo. Faremos, ainda, referência à importância da utilização de

recursos tecnológicos tanto no processo de formação (inicial e contínua) de professores, como na concepção e desenvolvimento de um currículo para o Século XXI.

PALAVRAS-CHAVE: Currículo. Ensino-aprendizagem. Recursos Tecnológicos. Inovação.

CURRICULUM AND TECHNOLOGICAL RESOURCES: WHAT RELATIONS?

ABSTRACT: When we reflect on the concept of curriculum, we think about: "what to teach", "how to teach", "when to teach" and "how to evaluate". Rarely we think about the resources that can or cannot be used to achieve this end. Thus, starting from the distinction between the concepts of educational resources and curricular resources, as well as digital resources and multimodal resources, we seek throughout this text to identify the main advantages that result from the use of the technological resources in the establishment and monitoring of teaching-learning processes in the classroom, especially if we want these processes to actually enable the students to achieve a meaningful learning experience, capable of stimulating their autonomy and their role in the educational process. We will also make reference to the importance of the use of technological resources in both the initial and ongoing training of teachers

and in the design and development of a curriculum for the 21st Century.

KEYWORDS: Curriculum, teaching-learning, technological resources, innovation

1 | INTRODUÇÃO

Por norma, quando se reflete sobre o conceito de currículo pensa-se no “que ensinar”, “como ensinar”, “quando ensinar” e “como avaliar” (COLL, 1997). Mas, raramente se pensa nos recursos educativos que podem (ou não) ser utilizados para a consecução desses propósitos.

Impõe-se, por isso, perguntar: a que nos referimos quando falamos de recurso educativo?

Entende-se por recurso educativo qualquer meio ou material que, no âmbito do processo de ensino-aprendizagem, é utilizado como auxiliar por se reconhecer que tem potencialidades didáticas, isto é, facilita o desenvolvimento de atividades formativas e contribui para a aprendizagem dos estudantes (FERNÁNDEZ, s/d; FERREIRA, 2007; RICOY & COUTO, 2009; GRAELLS, 2011). O mesmo se passa com os recursos didáticos, que se distinguem dos anteriores apenas por serem elaborados especificamente para ser utilizados no processo de desenvolvimento do currículo, como é o caso dos manuais escolares ou programas informáticos utilizados em laboratório (GRAELLS, 2011).

A abordagem dos conceitos de recursos educativos e de recursos didáticos compele-nos a esclarecer a que nos referimos quando utilizamos a expressão desenvolvimento do currículo. Numa acepção ampla, o desenvolvimento curricular define-se “como um processo dinâmico e contínuo que engloba diferentes fases, desde a justificação do currículo até à sua avaliação e passando, necessariamente, pelos momentos de concepção, elaboração e implementação.” (RIBEIRO, 1990, p. 6). Além disso, sendo o desenvolvimento curricular um processo que deve interligar teoria e prática, quando isso acontece corre-se o risco de privilegiar a primeira em detrimento da segunda, o que, em muitos casos, tem contribuído para empobrecer todo o processo.

Tendo em conta os recursos educativos e recursos didáticos existentes, onde se incluem os recursos digitais e os recursos multimodais, procuraremos ao longo do texto identificar as principais vantagens que resultam da utilização dos recursos tecnológicos na concretização e monitorização do processo de ensino-aprendizagem na sala de aula, sobretudo se pretendemos que esse processo viabilize o envolvimento dos estudantes em aprendizagens mais significativas, capazes de estimular a sua autonomia e o seu protagonismo na construção do conhecimento. Faremos, ainda, referência à importância da utilização dos recursos tecnológicos tanto no processo de formação (inicial e contínua) de professores, como na concepção e desenvolvimento de um currículo para o Século XXI.

2 | RECURSOS DIDÁTICOS E RECURSOS EDUCATIVOS

Como constatamos anteriormente, GRAELLS (2011) considera que os recursos didáticos fazem parte dos recursos educativos. Tais recursos, para além de viabilizarem a concretização do processo de ensino-aprendizagem, facilita o acesso à informação, a concretização de estratégias, o desenvolvimento de destrezas e habilidades, bem como de atitudes e valores.

Por isso, alguns autores consideram os recursos referidos como fazendo parte do que denominam como materiais curriculares, já que os consideram como instrumentos e meios elaborados com uma intenção didática, que orienta e facilita a planificação e o desenvolvimento do currículo (GRAELLS, 2011; FERNÁNDEZ, s.d; FERREIRA, 2007; RICOY & COUTO, 2009).

No domínio dos recursos didáticos podem distinguir-se as seguintes tipologias:

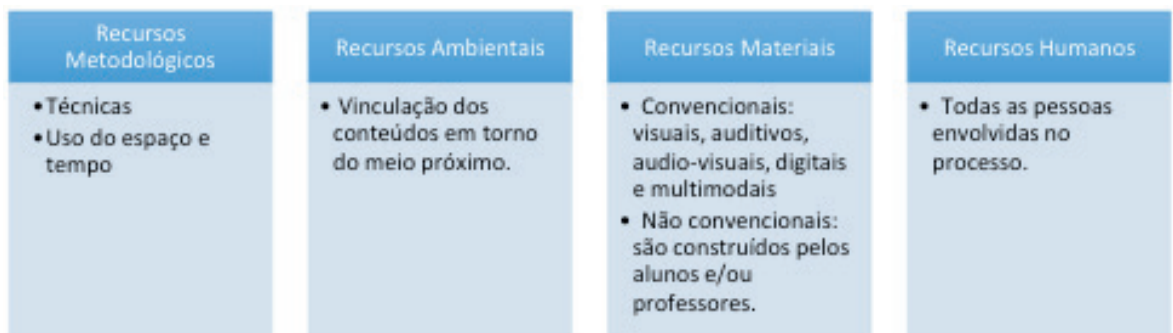


Figura 1: Tipos de recursos didáticos

A função dos recursos educativos é ajudar os professores a estabelecer a ligação com o currículo e a concretizar a sua prática pedagógica, de modo a tornar mais fácil a realização do processo de ensino-aprendizagem. Para que isto aconteça é preciso que o professor saiba selecionar os materiais e recursos adequados, devendo atender a critérios que tenham em consideração o contexto educacional, as características dos alunos e, sobretudo, as características dos professores que utilizam esses recursos.

Fernández (s.d) considera que existem cinco funções básicas para a utilização dos recursos educativos:



Figura 2: Funções básicas dos recursos educativos (Fernández, s/d)

Entre as várias funções citadas ressalta-se que na função inovadora há

a possibilidade de cada recurso gerar um novo tipo de interação de ensino-aprendizagem; na função motivadora o recurso escolhido deverá aproximar a aprendizagem da vida diária do aluno, o que gera motivação; na função estruturadora alerta-se para a possibilidade do recurso ser utilizado para auxiliar a estruturar a realidade, transformando conceitos abstratos em conceitos mais reais para os alunos. As duas últimas funções básicas apelam para o reconhecimento de que estamos perante a possibilidade dos recursos potencializarem a ação educativa numa lógica formativa, isto é, promovendo atitudes positivas e criadoras nos alunos.

Na escolha dos recursos didáticos, o professor deve considerar se são adequados, específicos, manejáveis, atrativos e indispensáveis. Os recursos devem ser sempre utilizados de forma a facilitar a aprendizagem dos alunos, bem como a prática pedagógica do professor.

Se pensarmos nos recursos digitais, constatamos que alguns deles têm subjacente um paradigma behaviorista, como é o caso de software do tipo tutorial que se limita a “ensinar” conteúdos ou a fazer perguntas muito elementares em que o aluno é compelido a repetir apenas o que já sabe. Quando isso acontece, os alunos desenvolvem comportamentos baseados apenas numa perspetiva de “estímulo-resposta”, atuando como sujeitos passivos no processo de ensino-aprendizagem.

Por outro lado, se o professor perfilhar um paradigma construtivista, onde o aluno é visto como protagonista de sua própria aprendizagem, pode utilizar software que implique que o aluno atue como sujeito ativo em todo processo de ensino-aprendizagem, construindo os saberes de maneira colaborativa, interativa e participativa. Sendo assim, o aluno constrói novos conhecimentos quando relaciona o que está aprendendo com a sua experiência e os saberes que possui, o que torna a sua aprendizagem significativa. Neste caso, o professor, bem como o software que utiliza, agem na zona de desenvolvimento proximal do estudante (VYGOTSKY, 1979), ou seja, o desenvolvimento ancora-se nas relações estabelecidas e viabiliza-se através do contato que o aluno tem com outras pessoas ou recursos com os quais é capaz de realizar aprendizagens que não conseguiria sozinho.

3 | RECURSOS DIGITAIS E MULTIMODAIS

Na opinião de Jonassen (2007), a tecnologia, como ferramenta cognitiva, deve ser utilizada transversalmente em todas as áreas curriculares, de modo que os alunos reflitam profundamente acerca do conteúdo dado. Convém não esquecer que o atual desenvolvimento da tecnologia tornou disponível, gratuitamente, uma grande variedade recursos digitais multimodais que podem ser utilizados não tanto para operações cognitivas elementares, como a memorização, mas também para desenvolver o pensamento crítico e criativo. Por exemplo, uma tarefa de pesquisa de informação pode ser elementar se o aluno apenas localizar a informação, mas

transformar-se-á numa tarefa exigente se, para além de selecionar a informação, for pedido ao estudante que a relacione com outros conhecimentos, bem como que analise e avalie o que está a aprender. Neste caso, Jonassen (2007) considera que o aluno desenvolve o seu pensamento crítico e poderá, se para isso for encaminhado pelo professor, chegar ao pensamento criativo.

Muitas competências do pensamento criativo estão intimamente relacionadas com as competências mais objetivas, tais como analisar e avaliar a informação usando critérios estabelecidos. O pensamento criativo, por outro lado, usa competências mais pessoais e subjetivas na criação de novo conhecimento e não na análise de conhecimento existente. Esse novo conhecimento também pode ser analisado usando competências de pensamento crítico, por isso, a relação entre pensamentos críticos e criativo é dinâmica. (JONASSEN, 2007, p. 42).

O mesmo autor advoga, ainda, que as tecnologias digitais devem ser integradas em atividades que impliquem operações cognitivas de pensamento elementar, crítico e criativo, como as que são exigidas, por exemplo, para a resolução de problemas. Em suma, ao utilizar os recursos digitais, o professor deve ter como objetivo fomentar estas competências nos alunos.

4 | TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Durante muito tempo, o professor era considerado um bom profissional se fosse capaz de transmitir o que estava previsto no currículo. Hoje, qualquer professor que exerça a sua profissão nessa perspectiva, é considerado desatualizado, uma vez que, se por um lado se exige que possua uma formação científica sólida, é necessário, por outro lado, possuir também competências pedagógicas e tecnológicas que lhe permitam estabelecer pontes entre os conteúdos curriculares e os significados e saberes que os estudantes devem construir a partir deles.

Não basta o professor implementar a utilização de tecnologias na sala de aula, sem mudar as suas metodologias de ensino. O professor não deve utilizar as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) como um mero recurso que favorece a transmissão dos conteúdos de forma tradicional, ou seja, trocando a lousa por uma apresentação de diapositivos (slides) ou pela exibição de um documentário. O professor precisa transformar a sua práxis, reinventar a sua identidade, melhorar as suas competências e rever os seus valores como docente. É necessário adequar-se aos novos tempos, aos novos desafios. Quando isso acontece, a Escola assume, integralmente, o compromisso político e social que lhe foi outorgado, já que os professores que ali trabalham, sem descurarem a necessidade de passar às gerações vindouras o legado cultural que a sociedade foi construindo, abandonam determinadas posturas, mais conformistas e reprodutoras, tomando decisões sobre o currículo que desenvolvem, de modo a conseguirem adaptá-lo às características, interesses e

ritmos de aprendizagem dos estudantes, de tal forma que o aluno seja protagonista e desenvolva a sua autonomia durante o processo de ensino-aprendizagem.

É neste âmbito que Morgado (2006) considera que os recursos tecnológicos podem fazer a diferença, sobretudo se forem utilizados como suporte que viabiliza o acesso à informação e estimula o envolvimento de diferentes atores escolares em torno de objetivos e finalidades comuns, eximindo-se assim das funções que, com alguma frequência, lhe têm sido consignadas, assumindo o papel de recursos inovadores que, na prática, contribuem apenas para manter determinadas rotinas e perpetuar velhas práticas.

5 | O MODELO TPACK NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

O modelo *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) foi apresentado por Mishra e Koehler (2006), investigadores da Michigan State University. Para entendermos o modelo TPACK é preciso sabermos que a atitude dos professores em relação às TIC pode ser apenas de conhecimento de conteúdo curricular, conhecimento pedagógico, conhecimento tecnológico, conhecimento tecnológico e pedagógico, conhecimento tecnológico e de conteúdo curricular ou, ainda, um conhecimento pedagógico e de conteúdo curricular, porém sem conhecimento tecnológico. Um professor que tem apenas, o conhecimento do conteúdo curricular e o conhecimento pedagógico adequado, como propunha Shulman (1986) ao definir o modelo *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), é um professor que possui um vasto conhecimento e uma boa pedagogia. Houve tempos em que este professor seria considerado um bom profissional, pois era um professor que sabia ensinar. Segundo Libâneo (2015), os cursos de formação inicial ainda não formam professores com conhecimentos pedagógicos aliados a conhecimentos do conteúdo curricular, o que faz com que os conhecimentos pedagógicos sejam apenas mais um conteúdo a ser aprendido.

Saliente-se que Libâneo (2015) não é o único autor a evidenciar a necessidade de os professores construírem a ponte entre o significado do conteúdo curricular e a construção desse mesmo significado realizado pelos alunos, desenvolvendo a competência de formular e representar o conteúdo, de tal forma que os mesmos possam compreender e aprender (GEDDIS et al, 1993; GROSSMAN, 1990; MARKS, 1990; SHULMAN, 1986, 1987).

Daí a importância do TPACK, uma vez que veicula a intersecção dos três tipos de conhecimento: conhecimento dos conteúdos curriculares, conhecimento dos métodos pedagógicos e, ainda, conhecimento tecnológico.

Na figura seguinte pode observar-se, graficamente, o que cada uma das áreas representa no saber do professor e onde cada um dos professores poderá se integrar, de acordo com este modelo teórico.

Mishra, P., & Koehler, M.J. (2006).
 Technological Pedagogical Content Knowledge : A
 new framework for teacher knowledge.
 Teachers College Record. 108 (6), 1017-1054.

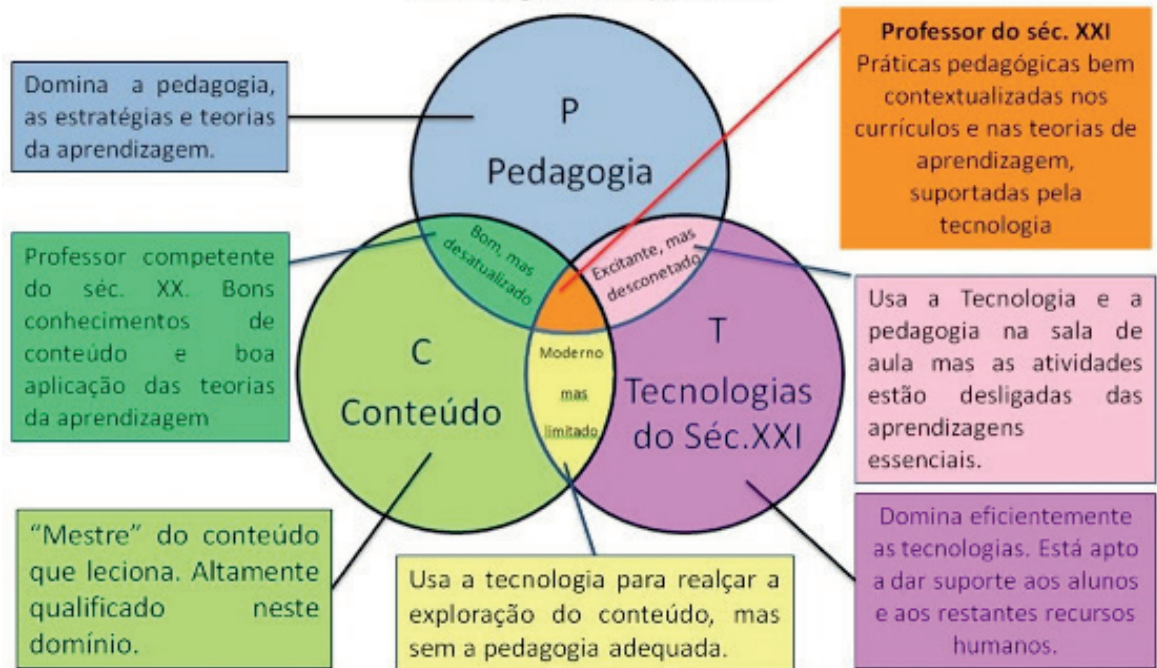


Figura 3: Interpretação do Referencial TPACK (adaptado de <http://www.tpack.org>)

Como podemos observar na figura anterior, a zona central deste referencial, representada pela cor laranja, é o que os autores do modelo consideram ser o professor ideal para o Século XXI, uma vez que incorpora novos conhecimentos que se diferenciam da simples aglutinação dos seus componentes – conteúdo curricular, pedagogia e tecnologia. Quando o professor chega à zona central do TPACK ele deverá assumir uma postura crítica sobre a sua ação pedagógica, bem como, uma reflexão crítica sobre a sua própria ação, onde esta ação deixará de ser embasada no paradigma tradicional e passará a ser permeada pelo paradigma construtivista.

6 | DESAFIOS PARA A ESCOLA E PARA OS PROFESSORES

A reflexão sobre as condições da sociedade e da escola contribui para aprofundar o conhecimento sobre as necessidades de cada sujeito envolvido no processo educativo e ajuda a Escola a dar resposta às novas exigências sociais, educativas e institucionais a que tem estado sujeita. A escola deverá pensar não apenas de modo local, mas também de modo global, a fim de fazer parte do processo de globalização e, deste modo, poder preparar os alunos para a sociedade globalizada em que vivemos (CHARLOT, 2008). É necessário ultrapassar as velhas barreiras que fomos criando ao longo de todo o nosso percurso profissional.

A esse respeito, Paulo Freire já dizia:

No exercício crítico de minha resistência ao poder manhoso da ideologia, vou

gerando certas qualidades que vão tirando sabedoria indispensável à minha prática docente. A necessidade desta resistência crítica, por exemplo, me predispõe, de um lado, a uma atitude aberta aos demais, aos dados da realidade; de outro, a uma desconfiança metódica que me defende de tornar-me absolutamente certo das certezas. Para me resguardar das artimanhas da ideologia, não posso nem devo me fechar aos outros, nem tampouco me enclausurar no ciclo da minha verdade. Pelo contrário, o melhor caminho para guardar viva e desperta a minha capacidade de pensar certo, de ver com acuidade, de ouvir com respeito, por isso de forma exigente, é me deixar exposto às diferenças, é recusar posições dogmáticas, em que me admita como proprietário da verdade (FREIRE, 1997, p. 151).

Nos pequenos atos dos atores – professores, diretores, coordenadores – que integram a Escola, tal como hoje a conhecemos, poderá estar a verdadeira mudança. Para isso, é necessário que haja vontade e um efetivo compromisso de cada um, rumo à mudança de paradigmas.

Segundo Cortella (2000), a crise na Educação não é uma fatalidade e tem saída. Para este autor (idem, p. 151), não adianta as pessoas ficarem a lamentar-se numa “nostalgia poética”. A Escola do passado era apropriada para a comunidade daquela época, o que não se verifica para as comunidades atuais. É preciso mudanças, até porque os alunos de hoje já não são os mesmos de outrora. Além disso, o apego ao passado dificulta uma visão clara dos problemas do presente e, por isso, alguns professores caem num círculo vicioso usando como desculpas: “eu faço o que posso”, “os alunos não são como antigamente”. Ora, é preciso um certo grau de ousadia para mudar esse conformismo. Uma das primeiras palavras que aprendemos quando crianças é o não (seja oral ou gestual). É a partir desse não, que construímos a nossa liberdade de escolha, a nossa capacidade de ultrapassar barreiras, de tentar, de inventar, e por que não de “quebrar” paradigmas e modelos preconcebidos (CORTELLA, 2000).

É através da Educação e da Escola que aprendemos a exercer o nosso poder de dizer não às injustiças, não ao poder, não ao saber apenas para alguns. Somos professores porque acreditamos na Educação, porque acreditamos nos direitos iguais para todos. Acreditamos num futuro melhor e lidamos com esse futuro todos os dias. Mas, será que percebemos isso? A criança de hoje é o nosso futuro. Se queremos um futuro melhor, temos de ousar, mudar sem medo, criar condições para que os nossos alunos desenvolvam um pensamento próprio, ensiná-los a utilizar as TIC de forma consciente, criativa e crítica.

Segundo Paiva (2007), o processo de integração das TIC na escola deve levar em consideração não apenas a sua complexidade, mas também toda a comunidade educativa envolvida no processo (professores, alunos, encarregados de educação, órgãos de gestão, etc.). Afinal, “as TIC podem inovar a escola, mas a escola dificilmente poderá incorporar as TIC se não se abrir à inovação” (PAIVA, 2007, p. 212).

Podemos concluir que a Escola deve conscientizar-se de que tem um compromisso político e social, tanto de caráter conservador como inovador, que se expressa (também) no modo como o conhecimento é compreendido, selecionado,

transmitido e recriado. Cabe a cada um dar o melhor de si para termos uma escola melhor.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, os professores estão conscientes dos grandes desafios que a sociedade do século XXI coloca à escola e a sua tarefa educativa. Por isso, os professores veem-se compelidos a desenvolver as competências tecnológicas, essenciais para complementarem e atualizarem as competências pedagógicas e de conteúdo curricular, entretanto já adquiridas. Nesse processo, os recursos educativos desempenham um papel determinante. Por isso, quando conseguirem utilizar os recursos de forma profícua, teremos professores mais capazes e mais aptos para propiciar uma formação mais completa aos seus alunos.

No entanto, não podemos esquecer que para um professor alcançar o centro do referencial TPACK não basta ter competências pedagógicas, de conteúdo e tecnológicas de forma equilibrada. É preciso que consiga romper com paradigmas transmissivos (tradicionais), que se renove em termos pessoais e profissionais, de forma a melhorar as estratégias de ensino-aprendizagem, diversificar as aulas e criar condições para obter melhores resultados dos alunos. Um processo que será facilitado se adquirir um melhor nível de autoconfiança, com reflexos na criação de rotinas de integração das TIC nas suas práticas. Porém, além de mudar o discurso é preciso mudar a prática e aprender a refletir sobre a ação, é preciso quebrar esse fosso entre o discurso e a prática. Já Paulo Freire (1997) afirmava que só pensando criticamente a nossa ação sobre a prática de hoje ou de ontem poderemos melhorar as nossas ações de amanhã. A este respeito, terminamos com uma citação de Choti (2013, p. 210): “como reagiria Paulo Freire diante de tantas mudanças ocorrendo nas escolas atualmente tanto a nível social (...) como por meio da utilização cada vez mais crescente das tecnologias de informação e comunicação?”

REFERÊNCIAS

CHARLOT, B. O professor na sociedade contemporânea: um trabalho da contradição. **Revista da Faeeba: Educação e Contemporaneidade**, v.17 n. 30, p. 17-32, 2008.

CHOTI, D. Traçando novos caminhos por meio das tecnologias de informação e comunicação norteadas pelo legado de Paulo Freire. In R. BARROS (Org.), **Abrindo caminhos para uma educação transformadora**. Lisboa: Chiado Editora, 2013. p. 207-235.

COHEN, L. & MANION, L. **Research Methods in Education**. 3. ed. London: Routledge, 1989.

COLL, C. **Psicologia e Currículo: uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar**. São Paulo: Editora Ática, 1997.

CORTELLA, M. S. **A Escola e o Conhecimento** 3. ed. São paulo: Cortez Editora, 2000.

FERNÁNDEZ, C. Temário coún de las oposiciones al Cuerpo de Profesores de Secundaria, **Materiales Curriculares y recursos didácticos: recursos materiales e impresos, audiovisuais e informáticos. Crítérios para su selección y utilización.** *Profes.net.*, s/d

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia.** São Paulo: Paz e Terra, 1997

FERREIRA, S. M. M. **Os recursos didáticos no processo de ensino-aprendizagem.** *Estudo de caso da escola secundária Cónego Jacinto.* Cabo Verde: Universidade Jean Piaget de Cabo Verde, 2007.

GEDDIS, A. N. Transforming content knowledge: Learning to teach about isotopes. *Science Education*, v. 77, n. 6, 1993. p. 575–591.

GRAELLS, P. (2011). **Los médios didácticos.** Disponível em: <http://peremarques.pangea.org/medios.htm> Acesso em: 15 fev 2018.

GROSSMAN, P. L. **The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education.** New York: Teachers College Press, 1990.

JONASSEN, D. H. **Computadores, Ferramentas Cognitivas - Desenvolver o pensamento crítico na escola.** Porto: Porto Editora, 2007.

KOEHLER, M. J. How do we measure TPACK? Let me count the ways. Em C. R. R. N. RONAU, **Educational technology, teacher knowledge, and classroom impact: A research handbook on frameworks and approaches.** Hershey, PA: IGI Global, 2012. p. 16-31

KOEHLER, P. M.; MISHRA, P. **Conferência SITE 08. Thinking Creatively: Teachers as designers of Content, Technology and Pedagogy** disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=fNoijjrPT8#t=12>, consultada em 15 de maio de 2019, 2008.

LIBÂNIO, J. C. Formação de Professores e Didática para Desenvolvimento Humano. **Educação & Realidade**, v. 40 n. 2, 2015. p. 629-650. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/2175-623646132> Acesso em 15 fevereiro de 2018.

MARKS, R. Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. **Journal of Teacher Education**, v. 41, 1990. p. 3-11.

MISHRA, P., & KOELHER, M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, 2006. p. 1017-1054.

MORGADO, J. C. Portefólio: caminho para transformar a avaliação ou mera legitimação de ‘velhas’ práticas? In L. R. OLIVEIRA & M. P. ALVES (Eds.), **Actas do 1º Encontro sobre e-Portefólio / Aprendizagem Formal e Informal.** Braga: Universidade do Minho / Revista Til – Fragmentos de Educação (CD-ROM), 2006. p. 200-209.

PAIVA, J. Expectativas e resistências face às TIC na escola. Em F. C. Costa, H. PERALTA & S. VISEU (Orgs.), **As TIC na Educação em Portugal. Concepções e prática.** Porto: Porto Editora, 2007. p. 203-213.

RIBEIRO, A. **Desenvolvimento Curricular.** Lisboa: Texto Editora, 1990

RICOY, M. C. & COUTO, M. J. V. S. As tecnologias da informação e comunicação como recursos no Ensino Secundário: um estudo de caso. **Revista Lusófona de Educação**, 14, 2009. p. 145-156.

SHULMAN, L. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational Research**, v. 15,

n. 2, 1986. p. 4-14.

SHULMAN, L. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n.1, 1987. p. 1-22.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in society**. Cambridge: Harvard University Press, 1979.

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

Grazielle Carolina de Almeida Marcolin

Terapeuta Ocupacional Educacional – Jeceaba - MG; UFMG.

Jeceaba – Minas Gerais

Luana Taik Cardozo Tavares

Terapeuta Ocupacional Clínica – Jeceaba - MG; FUPAC

Congonhas – Minas Gerais

Alan Rodrigues de Souza

Enfermeiro – Queluzito - MG; UFMG

Cristiano Otoni – Minas Gerais

Kíssia Kene Salatiel

Pedagoga/Gestora de Educação – Jeceaba - MG; UFOP

Jeceaba – Minas Gerais

Meiry Aparecida Oliveira Vieira

Professora – Entre Rios de Minas - MG; UFOP

Entre Rios de Minas – Minas Gerais

Lucilene Cristiane Silva Fernandes Reis

Pedagoga – Jeceaba - MG; PUC

Entre Rios de Minas – Minas Gerais

Érica Gonçalves Campos

Professora – Jeceaba - MG; UNIPAC

Jeceaba – Minas Gerais

Débora Paula Ferreira

Terapeuta Ocupacional – Belo Vale – MG; UNIPAC

Congonhas – Minas Gerais

Jéssica Aparecida Rodrigues Santos

Psicopedagoga – Jeceaba – MG; FASAR

Conselheiro Lafaiete – Minas Gerais

Rozangela Pinto da Rocha

Pedagoga – Congonhas/Jeceaba – MG; UFMG

Congonhas – Minas Gerais

Camila Neiva de Moura

Psicóloga – Belo Vale – MG; UFMG

Congonhas – Minas Gerais

RESUMO: O brincar no contexto hospitalar tem sido visto como uma técnica voltada ao tratamento da criança (dita normal ou deficiente) que padece de internação de longa permanência. Com o rompimento das atividades diárias, as crianças se veem em situações delicadas, que geram frustrações, medos e prejudicam seu desenvolvimento (que normalmente se dá por meio do brincar). Diante disso, o presente estudo apresentou por objetivo analisar a influência do lúdico na estimulação de crianças que se encontram em processo de hospitalização. Este estudo de revisão integrativa selecionou um montante de onze artigos publicados nos idiomas, inglês e português. Os resultados evidenciados pelos estudos identificaram que o brincar no ambiente hospitalar pode melhorar a exposição de sentimentos da criança, assim como seu humor, vínculo com as demais crianças e familiares. Além disso, pode fazer com que a criança apresente seus medos e frustrações ante o processo de internação, tratando

especificamente seus aspectos psicológicos e demandas peculiares envolvidas ao processo de saúde e doença que à internação se encontra atrelada.

PALAVRAS-CHAVE: Brincar. Hospitalização. Lúdico. Tratamento.

ABSTRACT: Playing in the hospital context has been seen as a technique aimed at the treatment of the child (called normal or deficient) who suffers from long stay hospitalization. With the disruption of daily activities, children find themselves in delicate situations, which generate frustrations, fears and impair their development (usually through play). Therefore, the present study aimed to analyze the influence of ludic in the stimulation of children who are in the process of hospitalization. This integrative review study selected eleven articles published in the languages, English and Portuguese. The results evidenced by the studies identified that the play in the hospital environment can improve the child's feelings exposure, as well as his humor, bond with the other children and relatives. In addition, it can cause the child to present their fears and frustrations before the hospitalization process, specifically addressing their psychological aspects and peculiar demands involved in the process of health and illness that the hospitalization is tied.

KEYWORDS: Play. Hospitalization. Ludic. Treatment.

1 | INTRODUÇÃO

Lúdico, advindo do latim “*ludere*”, que significa ilusão, é a capacidade diferente de delegar significados dados à imaginação durante o brincar. Trata-se de uma ferramenta importante que contribui de forma descontraída com o desenvolvimento típico da criança que se encontra em processo de hospitalização. O brincante dá sentido à brincadeira que está acontecendo, ou seja, brinca-se com um determinado sentido, mas somente quem brinca reconhece sua intencionalidade (CARVALHO et al., 2005).

Para os autores Azevêdo (2012); Batista (2007); Noda (2012); Sposito, Pfeifer e Santos (2012), o brincar auxilia no desenvolvimento da criança. Neste sentido, Takatori, Oshiro e Otashima (2004), ao analisarem os aspectos do contexto hospitalar, perceberam que este era um ambiente que obrigava os indivíduos a romperem com todas suas atividades sociais, fazendo com que estes ficassem longe de seus familiares e das pessoas que tanto sentem apreço. Este fato auxilia no rompimento e limitação dos laços sociais do sujeito hospitalizado, o que por sua vez modifica o cotidiano deste, além de serem desenvolvidos sentimentos confusos e dicotômicos na criança e na família como, cura e morte, alegria e tristeza, medo e confiança, o que faz com que o contexto hospitalar se torne um ambiente composto por experiências dolorosas e significativas que podem influenciar por toda vida da pessoa hospitalizada.

Segundo Aota (1994) apud Baridoti et al. (2009), a Terapia Ocupacional é a profissão que se utiliza terapêuticamente de atividades de cuidado pessoal, trabalho e

lazer, a fim de aumentar a independência das pessoas, ampliando seu desenvolvimento e prevenindo possíveis incapacidades. O brincar terapêutico direcionado por este profissional difere do brincar simples, uma vez que o brincar, com fins terapêuticos, influencia diretamente na expressão de sentimentos e anseios da criança. No âmbito hospitalar não é diferente, pois a criança, apesar de doente e hospitalizada, padece do desempenho de funções que contribuam efetivamente para a continuação de seu desenvolvimento típico

Analisando esse pressuposto, como base teórica utilizou-se a visão de autores como: AOTA (2009); Azevedo et al. (2008); Batista (2007); Carvalho et al. (2005); Frota et al. (2007); Kudo e Pierre (2008); Melro Filha (2008); Mesquita et al. (2002); Mitre e Gomes (2004); Noda (2012); Sposito, Pfeifer e Santos (2012); Takatori, Oshiro e Otashima (2004); Vasconcelos, Albuquerque e Costa (2006); Vilela et al. (2007).

Logo, o presente estudo teve por objetivo analisar a influência do lúdico na estimulação de crianças (deficientes e ditas normais), efetivada pelo Terapeuta Ocupacional, que se encontram em processo de hospitalização.

2 | METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, em que a busca dos artigos foram realizadas nas bases de dados eletrônicas da Pubmed, BVS, Medline, Bireme, Lilacs e Scielo. Os descritores “brincar”; “lúdico”; “ludoterapia”; “internação infantil”; “brinquedoteca hospitalar”; “terapia ocupacional”; e, “terapia ocupacional hospitalar” foram utilizados de maneira combinada, em português e inglês, incluindo estudos entre os anos de 2000 a 2017. A busca nas bases de dados resultou na obtenção de 58 materiais acadêmicos. No entanto, a amostra final foi constituída por 14 materiais acadêmicos que compuseram um quadro para compilação dos dados coletados.

3 | ANÁLISE E DISCUSSÃO

3.1 Amenizando os Efeitos da Hospitalização na Criança por Meio do Brincar

Após a análise dos artigos utilizados neste estudo, observou-se que o ambiente hospitalar normalmente é considerado um ambiente frio, onde as pessoas vêem seus sonhos limitados ou drasticamente interrompidos, devido às doenças que comprometem sua saúde e bem-estar. Neste ambiente, a pessoa tem consciência de que se encontra acometida por algum mal, e que devido a este motivo, precisa se “prender” a medicações e aparelhos com a finalidade de adquirir uma melhora significativa durante seu período de internação/tratamento, para então retornar à sua vida normal (VILLELA et al., 2007).

Villela et al. (2007) ainda ressaltam que a instituição hospitalar se preocupa diretamente com a reabilitação do indivíduo hospitalizado, tendo como finalidade

propiciar a continuidade de seu desenvolvimento saudável, porém é fundamental que o contexto hospitalar trabalhe em prol de cuidados mais humanizados que auxiliem num melhor tratamento destes indivíduos, levando em consideração os aspectos físicos e psíquicos dos mesmos, reconhecendo a importância do inter-relacionamento destes aspectos. Assim, quando o cuidado é direcionado ao aspecto psíquico, o tratamento hospitalar deve criar condições para que as pessoas hospitalizadas possam se expressar de forma espontânea, além de propiciar atividades que se contraponham à submissão dos procedimentos técnicos aplicados.

Pensando nisso, conforme analisa Melro Filha (2008) faz-se necessária a expressão de sentimentos da criança, pois este é um aspecto fundamental durante o período de internação dela. A autora menciona que o comportamento das crianças hospitalizadas se encontra diretamente relacionado à exposição de suas falas verbal e não-verbal, em que são apresentados seus sentimentos e anseios relativos à própria hospitalização. Além disso, a utilização de brinquedos como recurso terapêutico durante o tratamento da criança hospitalizada, possibilita análise dos sentimentos que envolvem as crianças durante o período de internação, de forma que estas demonstram e expõem seus sentimentos a partir de situações reais de sua própria vida.

A autora ressalta ainda que em muitos momentos as crianças expressam sentimentos de tristeza, solidão, medo e angústia, como também sentimentos de esperança, aumento de autoestima, diminuição de suas ansiedades e medos durante o período de tratamento. Torna-se visível na análise do estudo que os sentimentos das crianças oscilam significativamente durante o tempo de internação, e de acordo com o tipo de tratamento administrado a elas, apresentam ou não melhoras em seu quadro clínico. Porém, a atividade lúdica, quando associada ao brincar e ao brinquedo, traz benefícios para a criança mesmo no decorrer do processo de hospitalização, pois auxilia na expressão de sentimentos e proporciona prazer ao brincante (MELRO FILHA, 2008).

Por isso, o brincar no hospital deve considerar não somente o desenvolvimento da criança, mas a expressão dos sentimentos dela, possibilitando a expressão de anseios, medos/receios quanto ao processo de internação.

3.2 Ações do Terapeuta Ocupacional na Estimulação da Criança Hospitalizada Através do Lúdico

Dos estudos analisados, duas pesquisas, desenvolvidas por Mesquita et al. (2002) e Vasconcelos, Albuquerque e Costa (2006), avaliaram as contribuições e os efeitos da Terapia Ocupacional em determinados aspectos do comportamento infantil que interferem na adaptação da criança ao contexto hospitalar. Os principais resultados destes estudos demonstraram que a intervenção da terapia ocupacional

com atividades lúdicas, quando associada a outros tipos de intervenções médicas, pode minimizar aspectos negativos da hospitalização infantil, melhorando assim aspectos como a socialização, comunicação, iniciativa, brincar, deslocamento no ambiente e apatia das crianças hospitalizadas.

A terapia ocupacional no ambiente hospitalar pode ser utilizada para prevenir e tratar os problemas que interferem no desempenho funcional da criança hospitalizada. Pensando nisso, o Terapeuta Ocupacional neste ambiente se apropria do brincar como forma de tratamento da criança, fazendo com que através da utilização do brinquedo haja o estabelecimento de contato com o mundo externo, a recriação de situações desafiadoras, a satisfação da curiosidade da criança, além do desenvolvimento de um modo de vida pessoal que a ajude a desenvolver no ambiente hospitalar (KUDO; PIERRE, 1997 apud MELRO FILHA, 2008; MITRE; GOMES, 2006).

Dentre as possíveis estratégias que podem ser utilizadas para o enfrentamento do processo de hospitalização por parte da criança encontra-se o brincar e a leitura, as quais são consideradas práticas do próprio momento de vida da criança hospitalizada, pois nelas as crianças descobrem, experimentam, inventam, exercitam e conferem suas habilidades. Além disso, através da utilização destes recursos a criança estimula sua criatividade, iniciativa e autoconfiança, tornando-os fortes mecanismos para subsidiar sua troca com o meio em que se encontra inserida (FROTA et al., 2007).

Assim, os autores identificam que o Terapeuta Ocupacional no brincar da criança hospitalizada integra papel importante no desenvolvimento, tratamento e direcionamento de técnicas que sanem suas necessidades mais peculiares – constituídas em sua maior parte pelo desenvolvimento global e expressão de sentimentos singulares das crianças. Isso se dá pelo brincar no hospital direcionado por tal profissional, auxiliando efetivamente na conduta mais diretiva e assertiva para com estas crianças (MESQUITA et al., 2002; VASCONCELOS; ALBUQUERQUE; COSTA, 2006).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão integrativa da literatura mostrou que a estimulação propiciada pelo Terapeuta Ocupacional pode influenciar diretamente no desenvolvimento da criança. A inserção de atividades lúdicas com utilização de brincadeiras/do brinquedo/do brincar no contexto hospitalar pode proporcionar às crianças internadas certos benefícios, como, por exemplo, expressão de sentimentos e de vivências, aceitação do tratamento e de intervenções, e melhora no estado emocional. A Terapia Ocupacional e a vinculação do brincar no contexto hospitalar revestem o ambiente de alegria, descontração e tranquilidade, diminuindo as angústias/frustrações vividas pelas crianças. Além disso, o brincar direcionado no hospital proporciona um ambiente mais humanizado e agradável, o que de certa forma vincula a criança ao meio social em

que ela vive.

REFERÊNCIAS

- AOTA, Associação Americana de Terapia Ocupacional. Definição de terapia ocupacional, 1994. In: BARIDOTI, E. A.; BARRO, D. R. P.; PEREIRA, M. B.; SANT'ANNA, M. M. M. **Definições de terapia ocupacional**. São Paulo, ABRATO: 1-72, 2009.
- AZEVEDO, A. V. S. O brincar da criança com câncer no hospital: análise da produção científica. **Revista Estudos Psicologia**. Campinas, v.28, n.4: 1-12, 2011.
- BATISTA, C. V. M. **O lugar do brincar no hospital: o faz-de-conta**. Londrina, UEL: 1-56, 2007.
- CARVALHO, A. *et al.* **Brincar (es)**. Belo Horizonte, Editora UFMG: 1-55, 2005.
- FROTA, M. A *et al.* O Lúdico como Instrumento Facilitador na humanização do cuidado de crianças hospitalizada”. **Revista Cogitare Enfermagem**, v.12, n.1: 69-75, 2007.
- KUDO, A. M.; PIERRI, S. A. Terapia ocupacional com crianças hospitalizadas. In: MELRO FILHA, S. A. A criança e o brincar: a construção do fantoche como instrumento terapêutico aplicado às crianças hospitalizadas. **Revista Científica Psicologia**. Alagoas: v.1, n.2: 1-16, 2008.
- MELRO FILHA, S. A. A criança e o brincar: a construção do fantoche como instrumento terapêutico aplicado às crianças hospitalizadas. **Revista Científica Psicologia**. Alagoas, v.1, n.2: 1-14, 2008.
- MESQUITA, C. V. *et al.* Efeitos da terapia ocupacional na hospitalização infantil. **Revista Médica Minas Gerais**, v.12, n.4 :205-209, 2002.
- MITRE, R. M. A.; GOMES, R. A promoção do brincar no contexto da hospitalização infantil como ação de saúde. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, FIOCRUZ, v.9, n.1: 12-23, 2004.
- NODA, T. Y. **As contribuições do brincar para as crianças hospitalizadas com câncer**. Maringá, UEM: 1-35, 2012.
- SPOSITO, A. M. P.; PFEIFER, L. I.; SANTOS, J. L. F. Adaptação transcultural da escala lúdica pré-escolar de Knox – Revisada para uso da população brasileira. **Revista Interação Psicológica**. Curitiba, v.16, n.2: 102-115, 2012.
- TAKATORI, M.; OSHIRO, M.; OTASHIMA, C. O hospital e a assistência em terapia ocupacional com a população infantil. In: DE CARLO, M. M. R. P.; LUZO, M. C. M. **Terapia Ocupacional – Reabilitação Física e Contextos Hospitalares**. São Paulo, Roca: 256-275, 2004.
- VASCONCELOS, R. F. F.; ALBUQUERQUE, V. B.; COSTA, M. G. Reflexões da clínica terapêutica ocupacional junto à criança com câncer na vigência da quimioterapia. **Revista Brasileira Cancerologia**, v.52, n.2:129-137, 2006.
- VILLELA, F. C. B. *et al.* **Efeitos terapêuticos da música em uma brinquedoteca hospitalar**. III Encontro de Iniciação Científica e II Encontro de Extensão Universitária - ETIC. São Paulo, UNESP, v.3, n.3: 17-29, 2007

PRODUÇÃO DE NARRATIVAS ALIMENTARES COMO METODOLOGIA EM CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA

Luiz Fernando Santos Escouto

Faculdade de Tecnologia de Marília

Marília - SP

RESUMO: A memória gustativa é uma forma de memória que representa no nível individual o valor de permanência de vestígios passados. A memória pode ser entendida como capacidade de relacionar um evento atual, com um evento passado do mesmo tipo, portanto, como uma capacidade de evocar o passado através do presente. Isso é bastante perceptível quando temos experiência de um sabor ou cheiro que percebíamos ou tínhamos enquanto crianças, mais tarde quando adultos ao sentirmos o cheiro ou sabor somos remetidos, voltamos ao passado e invocamos essa lembrança. O objetivo do estudo foi analisar as respostas/narrativas a pergunta sobre a importância de se escrever uma biografia alimentar na aula de gastronomia a partir de textos biográficos. A interpretação de narrativas alimentares dos sujeitos ocorre através de suas histórias de vida. A partir disto, para o resgate destas experiências, utilizou-se a memória como recurso humano da lembrança, sendo essencial para que o passado se torne presente nas narrativas dos indivíduos. Com a pergunta e a adoção de textos biográficos publicados na literatura gastronômica brasileira foram gerados textos de caráter autobiográfico.

A discussão dos resultados revelou que a comida tem uma dimensão comunicativa e que, constitui assim um veículo para manifestar significados, emoções, visões do mundo e identidades. Concluiu-se que quando os acadêmicos foram estimulados com a idéia de rememorar, relembrar, os mesmos teceram teias de relação do comer com os textos analisados, partilha da comida com o outro, períodos de dificuldades financeiras, desafios vividos, enfim a história de vida.

PALAVRAS-CHAVE: biografia, gastronomia, tecnólogo

ABSTRACT: The gustatory memory is a type of memory that represents, at an individual level, the values and meanings attributed to past memories. Memory can be described as the ability to connect a current event with a similar past event; therefore, it can be defined as the ability to evoke the past through the present. This is quite notice able when we are exposed to a taste or smell that we once knew from childhood. When we experience those tastes and smells later in adult life, we are transported back and those memories are revived. The aim of this study was to analyse the answers/narratives to questions about how important it is to write a food biography in gastronomy classes from biographical texts. The interpretation of the individuals' food narratives occurs through their

life histories. With this in mind, in order to bring back those experiences, memory was used as a human resource of remembrance, which was essential to make the past become present in the narratives of each individual. By using questions and adopting biographical texts published in the Brazilian gastronomic literature, it was possible to write texts of autobiographical character. The discussion of the results showed that food has a communicative dimension and, thus, constitutes a vehicle for expressing meaning, emotions, worldviews and identities. It was concluded that when scholars were stimulated with the idea of remembering and recollecting, they were able to connect eating with the analysed texts, food sharing, periods of financial difficulties, challenging events and their life story as a whole.

KEYWORDS: biography, gastronomy, technologist

INTRODUÇÃO

A gastronomia segundo Savarin (1989) é um estilo de vida, o resumo do mundo, é a diferença entre o prazer de comer e o prazer da mesa. Segundo Braune (2007), gastronomia é uma arte ou ciência que exige conhecimento e técnica de quem a executa e formação do paladar de quem a aprecia.

A gastronomia antes reservada ao recinto das cozinhas e a publicações, especializações, hoje já frequenta livremente todos os espaços do nosso cotidiano, a tal ponto que atraindo o interesse de um público cada vez maior e dos meios acadêmicos, foi parar nas salas de aulas de cursos superiores (SILVA, 2005).

Comer junto está profundamente associado aos laços afetivos entre os membros de uma família (ASSUNÇÃO, 2008). A memória gustativa é uma forma de memória que representa no nível individual o valor de permanência de vestígios passados (FLANDRIN & MONTANARI, 1998; CORÇÃO, 2006)

A memória pode ser entendida como capacidade de relacionar um evento atual, com um evento passado do mesmo tipo, portanto, como uma capacidade de evocar o passado através do presente (JAPIASSÚ, 1996). Isso é bastante perceptível quando temos experiência de um sabor ou cheiro que percebíamos ou tínhamos enquanto crianças, mais tarde quando adultos ao sentirmos o cheiro ou sabor somos remetidos, voltamos ao passado e invocamos essa lembrança.

Existem lugares da memória, lugares particulares ligados a uma lembrança, que pode ser uma lembrança pessoal, mas também pode ter apoio no tempo cronológico. Pode ser, por exemplo, um lugar de férias na infância, que permaneceu muito forte na memória da pessoa, muito marcante, independente da data real em que a vivência se deu (POLLAK, 1992). A memória é a forma mais alta da imaginação humana, e não a simples capacidade de recordar. Se a memória se dissolver, conseqüentemente o homem se dissolve.

O Centro Paula Souza instalou uma Faculdade de Tecnologia (FATEC) em Marília, visando qualificar os trabalhadores que atuam no mercado de alimentos e

abrindo novas oportunidades a todos que buscam ensino público com qualidade. O curso foi criado em 02 de Março de 2006, através do Decreto nº 50.575, pelo Governador Geraldo Alckmim e iniciou suas atividades acadêmicas em 22 de março de 2006 com o curso de Tecnologia em Alimentos e possui instalações próprias. Sua missão é “Formar profissionais competentes e éticos, capazes de enfrentar desafios na busca do desenvolvimento tecnológico, social e econômico”. Neste sentido é o projeto pedagógico que articula e integra todas as atividades de ensino, pesquisa e extensão do curso, evitando a fragmentação de disciplinas. Assim integra professores e cria conteúdos mais consistentes; permite também avançar na interdisciplinaridade, pois os conteúdos disciplinares passam a refletir aspectos da dialogicidade de forma a evitar a compartimentalização.

A idéia da presença da disciplina “Gastronomia” na grade do curso de Tecnologia em Alimentos na Fatec/Marília fez parte do conjunto dos últimos ajustes com relação a entrada de novas disciplinas, que compunha a tarefa de reestruturar e propor o novo currículo do curso. A principal alegação no período era de que a presença da disciplina poderia contribuir para, ao mesmo tempo, gerar uma atualização no currículo, o que favoreceria o diálogo de disciplinas classificadas como básicas e tecnológicas, e porque sendo a gastronomia uma disciplina que vinha de outro eixo tecnológico (hospitalidade, turismo e lazer) estaria em elaboração, numa perspectiva interdisciplinar, um novo olhar sobre o alimento e a alimentação bem como sobre as práticas de consumo, além disso motivar e atrair interessados em prestar o vestibular e, posteriormente, depois de percorrerem as nuances teórico e práticas do curso de tecnologia em alimentos poderiam seguir estudos tecnológicos em nível de extensão e pós-graduação, no Brasil e no exterior.

A disciplina GASTRONOMIA é recente no curso de Tecnologia em Alimentos na Fatec/Marília e data de fevereiro de 2012. Em sua ementa o curso visa preparar os acadêmicos para perceberem a GASTRONOMIA como área interdisciplinar e de interface com a ciência, a tecnologia e a arte, e por conseguinte, como marco referencial na geração de conhecimentos e saberes correlacionados a cultura alimentar e a educação do gosto. Tem por objetivo oportunizar ao tecnólogo em alimentos a possibilidade de construir uma visão gastronômica amparada nas expressões mais significativas da cultura contemporânea a saber: as ciências humanas, as técnicas culinárias e a arte cinematográfica. Assim os conteúdos são trabalhados e agrupados colecionando encontros que tratam de leituras da GASTRONOMIA através dos aspectos histórico-antropossociológicos e filosóficos. A coleção de encontros favorece a construção de leituras de si a partir da elaboração de biografias alimentares, leituras do outro que tem por base a linguagem do cinema por meio de filmes com foco gastronômico e leituras técnico-culinárias que subsidiam o desenvolvimento e acompanhamento das práticas gastronômicas.

O objetivo do estudo foi analisar as respostas a pergunta sobre a importância de se escrever uma biografia alimentar na aula de gastronomia a partir de textos

biográficos.

MATERIAL E MÉTODOS

Aos acadêmicos foi proposta a questão “Qual a importância de se escrever uma biografia alimentar na aula de gastronomia?” O procedimento para a seleção dos textos foi o sorteio aleatório e, foram selecionados 6. Os nomes dos acadêmicos são fictícios.

A análise narrativa dos textos gerados foi baseada nas leituras expressas por Amon & Menasche (2008) e Figueiredo (2011), que auxiliaram na construção de uma perspectiva sobre a narrativa “alimentar”, e as leituras de Carvalho (2003), Reis & Antonello (2006) e Santos & Dalto (2012) que discutiram a análise narrativa como metodologia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultura pode ser entendida como a compreensão das ações humanas, ou ainda, o sentido das ações sociais. Sentido pensado e subjetivo da conduta alimentar. Portanto, não se trata da ação objetiva do comer, mas dos significados atribuídos pelos sujeitos sobre sua comida e seu corpo. Cultura é o conjunto de sentidos ou significados da conduta humana em qualquer que seja a sociedade. Em resumo, a cultura é baseada em símbolos, integrada aos grupos sociais, dinâmica, se adapta; se modifica (Geertz, 1989). Cultura alimentar é apreensão de sentidos ou de significados do alimento no mundo cotidiano; considera ritos e crenças, valores diversos sobre o comer, os alimentos e a nutrição (Contreras, 2011). Assim, a relação humana com o alimento é antes de tudo afinidade com significados que o sujeito se refere sobre o comer. Nesse aspecto, o alimento não é somente matéria bioquímica, mas é, principalmente, símbolo.

A expressão ou narrativa sobre o comer possibilita a compreensão da experiência alimentar no mundo da vida cotidiana. Então, experiência é um aspecto da cultura e para compreender a complexidade da cultura alimentar a pesquisa qualitativa, com estudos etnográficos e análises de narrativas dos significados expressos por sujeitos sobre sua condição alimentar, suas crenças que envolvem os alimentos e implicações para o corpo são sugeridos (FREITAS; MINAYO, 2011). A compreensão e a interpretação de uma narrativa sobre o que se come, como se come, o que gostaria de comer etc. podem ser analisadas conjugando aspectos subjetivos implícitos na linguagem. Esta, manifesta a relação entre os significados do mundo real e a subjetividade dos atores. Como estes se sentem ao comer, ou não, tais alimentos, é parte da cena histórica de seu grupo social.

Garnica (apud Santos & Dalto, 2012) afirma que a narrativa:

“expressa o que é possível dizer, num mundo onde esses ditos ressoam. As narrativas, registros da ação, permitem compreender algumas das crenças segundo as quais as pessoas agem. Permitem compreender que não há manutenção eterna nem alteração frequente: mostram que mantemos hábitos no esforço de rompê-los, que afirmamos querer romper hábitos para que possamos mantê-los. Ao fim e ao cabo, mostram que vivemos num mundo no qual esses discursos têm lugar e, de um modo ou outro, fazem sentido.”

O modo narrativo de produzir conhecimento segundo Bolívar (apud Santos & Dalto, 2012) funciona

“por meio de uma coleção de casos individuais nos quais passa-se de um para outro, e não de um caso específico para uma generalização. A preocupação não é identificar cada caso em uma categoria geral; o conhecimento vem por analogia, de onde um indivíduo pode ou não ser similar a outros. O que importa são os mundos vividos pelos entrevistados, os sentidos singulares que expressam e as lógicas particulares de argumentação que apresentam.”

Segundo Bolívar (apud Santos & Dalto, 2012) ao analisar narrativas na área da educação matemática afirmou que o objetivo da análise narrativa é produzir uma narrativa que apresenta sutilezas, singularidades dos dados que são produzidos por meio de um relato que oferece detalhes e peculiaridades do modo como os alunos produzem significados e constituem objetos que não podem ser expressos em definições, enunciados factuais ou proposições abstratas, como é o raciocínio lógico formal. Para Bolívar (apud Santos & Dalto, 2012) a narrativa se caracteriza como:

“a qualidade estruturada da experiência entendida e vista como um relato; por outro (como enfoque de investigação), as diretrizes e formas de construir sentido, a partir de ações temporais e pessoais, por meio da descrição e análise de dados biográficos.”

Segundo Carvalho (2003) o auto-relato pode ser tomado como um *locus* privilegiado do encontro entre a vida íntima do indivíduo e sua inscrição numa história social e cultural. A biografia, ao tornar-se discurso narrado pelo sujeito autor e protagonista, instaura sempre um campo de renegociação e reinvenção identitária. Diz a autora que cultural ou individualmente o relato biográfico como ato narrativo proporciona ao sujeito sempre uma nova oportunidade de se apresentar, recontar e reposicionar-se, tecendo e retecendo a *intriga*, sob os limites da discordância do destino, do tempo e do desconhecimento de si mesmo.

Ao contar as suas histórias, as pessoas podem expressar sua identidade, relações e emoções. Além disso, podem ordenar e orientar eventos da vida e, em alguns casos, obter uma nova perspectiva desses eventos e podem resolver, freqüentemente, problemas. Assim, a comunicação de histórias reveladoras é considerada um impulso humano natural. Seja qual for a abordagem utilizada, a função da análise narrativa é considerar o potencial das histórias para dar significado às vidas das pessoas e o tratamento dos dados como histórias (TORODE, apud Reis & Antonello, 2006).

Segundo Figueiredo (2011) o contar histórias é uma das formas pelas quais os sujeitos e as comunidades compreendem seu passado, seu presente e seu futuro. Nessa discussão da narrativa suscitam questões de como as narrativas sobre a comida (re) constroem a vida dos sujeitos, o que complexifica a questão, pois requer outro tipo de abordagem.

O processo de organização do material coletado se estruturou em torno de produções escritas e, assim, houve a construção de uma narrativa que articulou características, particularidades e sutilezas sobre a forma como os acadêmicos refletiram a partir da questão proposta na aula de gastronomia. Na sequência são apresentados fragmentos de breves textos narrativos que foram selecionadas para análise.

Para Valenciano a importância de escrever uma biografia alimentar consegue:

“[...] trazer a lembrança do passado para o presente em pequenos detalhes, que vão desde uma simples refeição, [...] um bate-papo onde está reunida toda a família em volta de uma mesa farta ou não. Mas a simplicidade de se fazer um bom prato com toque simples é que fica na memória para sempre e, quando lembramos nos enche de emoção e alegria. Tempos que não voltam mais.”

A importância de escrever reside na capacidade de revisitar o passado, que atualizado está presente em breves porções junto à família em torno da mesa, porque enquanto se delicias fortalecem os vínculos, ao conversarem refazem o memorial narrativo do simples e seus nuances. Por isso para Bernardo (1998) a narrativa é a expressão da memória, (...) e elementos novos são constantemente incorporados tornando-se próprios de uma determinada narrativa, muitas vezes, a narrativa vai além, incorporando como memória, situações vividas ou imaginadas pelo “outro” e narradas como se as tivesse vivido, uma vez que há concordância e coerência com os seus pensamentos, pois a narrativa não se interessa pelo puro em si como a informação, e sim por essas construções de si que o sujeito faz bem como da representação de sua identidade. Do mesmo modo para Figueiredo (2011) o ato de comer junto - é um comportamento não automático que se liga de modo muito íntimo à nossa sobrevivência e às nossas emoções. Mesmo por circunstâncias impositivas os hábitos alimentares continuam sendo veículos de profunda emoção e carregada de profundos laços afetivos que podem ser levados na memória.

Para Souza a importância de escrever uma biografia alimentar reside:

“[...] na descrição das sensações e lembranças que se teve e ressaltar os hábitos, costumes e a questão cultural que vem se perdendo ao longo do tempo, já que muitos alimentos e preparações vêm sendo substituídos por industrializados pela facilidade e acessibilidade, levando-se em consideração que nós temos cada dia menos tempo para nos dedicar à cozinha.”

Para Silveira a importância de escrever uma biografia alimentar é:

“[...] uma forma de resgatar lembranças muitas vezes perdidas, trazer a memória momentos em família, conversas, uma forma de resgatar a história, infâncias, momentos únicos e bons. Saber de onde veio e lembrar o porquê de certas características pessoais.”

Em ambos os relatos, ao narrarem a importância da lembrança para a memória, nos escritos ganham valor hábitos e costumes que tentam resgatar a história singular vivida da infância à vida adulta em família, contudo, a comida moderna parece já não mais servir como espelho. Assim, segundo Amon e Menasche (2008) a relação que se estabelece entre a comida e a memória estão fundamentadas na ideia de que a comida tem uma dimensão comunicativa. A comida constitui assim um veículo para manifestar significados, emoções, visões do mundo e identidades. Para Bernardo (apud Figueiredo, 2011) lembrar e narrar são ações que ocorrem simultaneamente. Em outras palavras elas são indissociáveis.

Para Santos a importância de escrever uma biografia alimentar é:

“[...] que ela traz momentos inesquecíveis onde a família está presente a mesa, com variados cardápios e com a simplicidade de cada prato. Momentos que ficam na memória para sempre.”

A acadêmica relata que escrever passa pelo lembrar momentos em família à mesa, no consumo de comidas simples que ficaram na memória. DaMatta (1987) afirma “que saudade de falar aquela língua que é como o ar que eu respiro e de comer aquela comida que, além de me nutrir, traz à tona gostos e cheiros que estão enfiados dentro do meu ser”.

Para Azevedo a importância de escrever uma biografia alimentar se traduz num:

“[...] conhecimento do seu próprio eu, de suas lembranças. Saber profundamente o que se está comendo em uma refeição”.

Ao relatar sobre o saber o que se come numa refeição relacionada ao conhecer-se, fica nítida a importância do escrever como tradução da construção subjetiva da identidade. Para Pollak (1992) há uma relação entre memória e a própria identidade, sendo a memória um fenômeno construído consciente ou inconsciente, como resultado do trabalho de organização individual ou socialmente. Do mesmo modo Carlos (2009), define a identidade como uma imagem que a pessoa adquire ao longo da vida referente a ela mesma, a imagem que ela constrói e apresenta a outros e a si própria, onde o sujeito acredita na sua representação e também da percepção que este quer que os outros tenham de sua vida e identidade.

A comida é uma linguagem que agrega representações que retrata a família, principalmente a mulher como mãe e dona-de-casa, repleta de simbolismos presente nas formas de comer (RIBEIRO, apud Figueiredo, 2011).

Para Santos a importância de escrever uma biografia alimentar está nos:

“[...] relatos ligados à degustação que foram percebidos, embora o tempo possa querer amortecer essas lembranças, a documentação é algo que possa ser relatada e que quando lida, irá trazer à tona aqueles momentos passados.”

No relato do acadêmico a importância de escrever parte do que se percebe na degustação, e que por meio do registro de lembranças como documento de história de vida, faz ressurgir o passado através de momentos. Assim Ackerman (apud Figueiredo, 2011) e Demeterco (1998) afirmam que a comida é "grande fonte de prazer, um mundo complexo de satisfação, tanto fisiológica quanto emocional, que guarda grande parte das lembranças de nossa infância”.

Para Lima a importância de escrever uma biografia alimentar se deve ao fato:

“[...] de nos remeter, principalmente, às lembranças do passado, coisas comuns como almoço em família, cada vez mais raro, e que nos permite refletir sobre nossas atitudes e comportamentos nos dias atuais. Resgatar valores, princípios, cultura e tradição familiar fazem parte de uma boa biografia alimentar e fortalecem os sentimentos e a memória.”

Segundo o relato, a importância de escrever contempla ao mesmo tempo as lembranças de um passado que já não mais existe e faz parar e pensar o que aconteceu com o comportamento alimentar não só daquilo que pode ser percebido no imediato, mas toda a cultura e nela a herança culinária, tradição e memória que puderam ser trazidos à consciência. Segundo Bosi (apud Figueiredo, 2011) a memória aparece como uma força subjetiva ao mesmo tempo profunda e ativa, latente e penetrante, oculta e invasora. Para Figueiredo (2011) o caldo básico da relação entre comida e memória é a cultura. Desta maneira podemos compreender que os alimentos não são apenas comidos, mas também pensados.

Assim para Neto (apud Figueiredo, 2011) o resgate do passado pela memória é o ponto de partida para o conhecimento. Produzir uma história de vida, e dar a ela a forma de uma biografia não se limita somente ao ato de registrar uma narrativa. Esse talvez seja o que há de mais visível ao se narrar uma vida. Ao narrar sobre a vida, toca-se em questões profundas, pois, mesmo sem perceber e sem conhecer os domínios ou os seus modos de uso, nos sentimos intuitivamente confrontado a alguma coisa que se diz respeito à esfera íntima e privada.

A partir da análise dos dados biográficos pode-se observar que a comunicação de histórias reveladoras é considerada um impulso humano natural (TORODE, apud Reis & Antonello, 2006). Independente de qual seja a abordagem utilizada, a função da análise narrativa é considerar o potencial das histórias para dar significado às vidas das pessoas e o tratamento dos dados como histórias.

Amon & Menasche (2008) argumentam que a voz da comida cotidiana, em contraposição à comida dos rituais, narra negociações de sentido e afirma a identidade de uma comunidade tanto quanto as suas transformações, em decorrência da convivência com outros grupos sociais. As histórias que a comida de um outro lugar

conta no lugar que a hospeda resgatam a memória do lugar de origem. Ao mesmo tempo em que reafirmam e reconstróem essa memória para gerações futuras da comunidade, as narrativas da comida podem incorporar novos traços à memória. As narrativas da comida sedimentam e transformam a identidade, o sistema de pertencimentos e as visões de mundo da comunidade no novo contexto. Tratamos, portanto, da memória social e daquilo que a memória singular pode resgatar dela.

Segundo Bacich & Moran (2018) ao discutirem sobre metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda, destacam que a aprendizagem é ativa desde que nascemos e, ao longo da vida se estrutura como um processo de aprendizagem ativa, de enfrentamento de desafios cada vez mais complexos. Neste sentido, as metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida, e dentro deste contexto, podem ser individual, grupal e tutorial. Segundo os autores, as instituições mais inovadoras desenham uma política clara de personalização da aprendizagem em torno do projeto de vida do aluno, e um caminho interessante para o projeto de vida é a construção de narrativas, em que cada aluno conta a sua história utilizando as diversas tecnologias disponíveis e vai construindo o seu e-portfólio com todo o percurso de aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma característica presente nas produções como a singularidade e as maneiras de lidar com o enunciado da pergunta, se transformou em uma estratégia pessoal para responder e abordar sobre o tema.

Descritas pelos acadêmicos, as narrativas representaram uma leitura do modo como se produziu o significado para essa parte do enunciado, e a um só tempo responderam a pergunta e construíram um modo particular de pensar com foco na sutileza.

A análise narrativa se apresenta como uma estratégia metodológica em trabalhos de análise de produção escrita. Os trabalhos encontrados que analisaram produções escritas de acadêmicos, por meio dessa abordagem, ressaltaram que cada acadêmico tem um modo idiossincrático de lidar com o enunciado proposto.

Construiu-se um relato a respeito das particularidades de alguns acadêmicos por meio de uma leitura de sua produção escrita tendo como foco as singularidades, as particularidades, as lógicas particulares de cada produção.

Por fim, a forma expressa nas respostas narradas à pergunta sobre a importância de se escrever a biografia alimentar representou um modo particular de como o processo pedagógico, que procurou ser sensibilizador, foi realizado em nível de sala de aula, e como por meio das lembranças alimentares, os acadêmicos inscreveram na memória gustativa suas histórias de vida.

A metodologia de produção de narrativas alimentares poderá (e deverá) ser

reproduzida com pessoas de qualquer área de formação profissional, em especial com acadêmicos e profissionais das áreas de alimentos, gastronomia, nutrição e saúde (nível técnico, tecnológico, bacharelado e pós-graduação) entre outros.

REFERÊNCIAS

AMON, Denise; MENASCHE, Renata. Comida como narrativa da memória social.

Sociedade e cultura, Goiânia, v. 11, n. 1, p. 13-21, jan./jun. 2008.

ASSUNÇÃO, Viviane Kraieski de. Comida de mãe: notas sobre alimentação, família e gênero.

Caderno Espaço Feminino, Uberlândia, v. 19 n. 01, jan./jul. 2008.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 238p, 2018.

BERNARDO, Teresinha. **Memória em branco e negro: olhares sobre São**

Paulo. São Paulo: EDUC: Fapesp, 1998.

BRAUNE, Renata; FRANCO, Silva C. (2007). **O que é Gastronomia**. São Paulo. Brasiliense, 2007.

BRILLAT- SAVARIN, Jean- Anthelme. **A fisiologia do gosto**. Trad. Enrique Raul Renteria Guimarães. Rio de Janeiro: Salamadra, 1989.

CARLOS, Suely Alves de. **Identidade, memória e gênero nas obras literárias de Orlanda Amarílis e Clarice Lispector**. 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado em Letras) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

CARVALHO, I. C. M. Biografia, identidade e narrativa: elementos para uma análise hermenêutica.

Horizontes Antropológicos. Porto Alegre, ano 9, n. 19, p. 283-302, 2003.

CONTRERAS, Jesus; GRACIA, Mabel. **Alimentação, sociedade e cultura**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2011.

CORÇÃO, M. **Memória gustativa e identidade: de Proust à cozinha contemporânea**. Curitiba, UFPR, 2006. Artigo.

DAMATTA, Roberto. Sobre o simbolismo da comida no Brasil. **O correio**, Rio de Janeiro, v. 15 n. 7, 22. jul. 1987.

DEMETERCO, S. M. da S. **Doces lembranças: cadernos de receitas e comensalidade**, Curitiba: 1900-50. 1998. 190 f. Dissertação (Mestrado em História do Brasil) - Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998. 190 f.

FIGUEIREDO, Samira Coutinho. **Comida como narrativa: histórias de vida sobre experiências alimentares ao longo da vida**. 2011. 118 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Escola de Nutrição, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

FLANDRIN, Jean-Louis; MONTANARI, Massimo (Dir.). **História da alimentação**. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.

FREITAS, MCS; MINAYO, MCS. Sobre o campo da Alimentação e Nutrição na perspectiva das teorias compreensivas. **Ciênc. Saúde coletiva** vol.16 no.1 Rio de Janeiro Jan. 2011.

GEERTZ, C. **A interpretação das culturas**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 1989.

JAPIASSÚ, Hilton; MARCONDES, Danilo (1996). **Dicionário básico de filosofia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996.

POLLAK, Michael. Memória, esquecimento e silêncio. **Estudos históricos**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 3, 1992.

REIS, D. G. dos. & ANTONELLO, C. S. Ambiente de mudanças e aprendizagem nas organizações: contribuições da análise da narrativa. São Paulo. **Gestão.org**, v. 4, n. 2, p. 1-18, 2006.

SANTOS, J. R. V. dos & DALTO, J. O. Sobre análise de conteúdo, análise textual discursiva e análise narrativa: investigando produções escritas na Matemática. Rio de Janeiro. **ANAIS DO V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**. p. 1 – 20, 2012.

SILVA, Paula Pinto e. **Farinha, feijão e carne seca**: um tripé culinário no Brasil colonial. São Paulo: Senac, 2005.

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

Wanessa David Canedo Melo

Universidade Estadual do Maranhão-UEMA,
Departamento de Física, São Luis-MA

Leonardo Madeira dos Santos

Universidade de Brasília –UNB, Departamento de
Engenharia Mecânica- Brasília-DF

Pedro Henrique da Conceição Silva

Instituto Federal do Tocantins –IFTO,
Departamento de Ciências da Natureza, Paraíso
do Tocantins-TO

Raffael Costa de Figueiredo Pinto

Pontifícia Universidade Católica de Goiás –
PUC Goiás, Escola de Ciências Exatas e da
Computação- ECEC, Goiânia-GO

Wanderson Nunes Santana

Pontifícia Universidade Católica de Goiás –
PUC Goiás, Escola de Ciências Exatas e da
Computação- ECEC, Goiânia-GO

Maria José P Dantas

Pontifícia Universidade Católica de Goiás –
PUC Goiás, Escola de Ciências Exatas e da
Computação- ECEC, Goiânia-GO

Vanda Domingos Vieira

Pontifícia Universidade Católica de Goiás –
PUC Goiás, Escola de Ciências Exatas e da
Computação- ECEC, Goiânia-GO

RESUMO: As nossas investigações foram realizadas no período de 2015 à 2016 através de questionário de sondagem aplicados aos alunos dos cursos de Engenharia e Licenciatura,

que estavam cursando as disciplinas de Física Básica, oferecidas pela Escola de Ciências Exatas e da Computação - ECEC, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, com o objetivo de caracterizar as dificuldades enfrentadas pelos alunos nessa disciplina, a qual é umas das que promove um retenção significativa e as sucessivas reprovações em disciplinas do núcleo básico podem acarretar em evasão do curso ou até mesmo ensino superior. Esse estudo nos revela que um dos fatores que comprometem a aprendizagem de Física e Cálculo é devido a formação básica insuficiente e falta de dedicação do aluno. E que os alunos de maneira independente, estão inserindo a tecnologia para auxiliá-los em seu processo de aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: Evasão, retenção, aprendizagem de Física

ABSTRACT: The investigations of the our research were performed in the period from 2015 to 2016 through a survey questionnaire applied to the students of the Engineering and Licenciatura courses, who were who were studying the Basic Physics courses offered by the School of Exact Sciences and Computing in the Pontifical University Catholic University of Goiás, in order to characterize the difficulties faced by students in this Physics courses , which are that those that promotes a significant

retention and successive failures in basic subjects can lead evasion course dropout or even higher education evasion. This study reveals that one of the factors that compromise the learning of Physics and Calculus is due to insufficient basic formation and lack of dedication of the student. And that students are independently using technology to helps them in their learning process

KEYWORDS: Evasion, retention, learning of physics

1 | INTRODUÇÃO

A evasão e retenção nas Instituições de Ensino Superior (IES) Brasileiras é uma problemática relevante, a qual não é exclusiva apenas do Brasil, podendo ser considerada a evasão no ensino superior um fenômeno contemporâneo, haja vista, que Latiesa (1992), nos apresenta em suas investigações do desempenho de Universidades Norte-Americanas e Européias no período de 1960 à 1986, sendo que nesses últimos 30 anos as taxas de evasão foram de cerca de 50% nos EUA, na França na década de 80 foram de cerca de 60% a 70% em algumas universidades e de 43% na Áustria.

Apreocupação com a extensão do problema da grande evasão nas Universidades Brasileiras resultou na criação da Comissão Especial de Estudos sobre Evasão no ano de em 1995, cujo intuito, foi de caracterizar a problemática da evasão, cujos os fatores levantados pela mesma, por serem responsáveis pela desistência do aluno nesse estudo foram classificados em três categorias:

Aos relacionados ao próprio estudante, ao curso e a instituição, e aos fatores sócio-culturais e econômicos externos.

Habilidade de estudo formação progressa, são exemplos de fatores relacionados estudante, os fatores associados à instituição e ao curso são àqueles que se relacionam às normas de funcionamento dos cursos e às características de seus currículos, e o reconhecimento social da carreira e dificuldades financeiras podem ser citados como fatores sócio-culturais e econômicos externos respectivamente.

Embora, o objeto de estudo dessa Comissão tenha sido apenas as Instituições de Ensino Superior Públicas, teve grande utilidade, pois foi uma pesquisa à nível nacional, reunindo dados acerca do desempenho da tais Universidades em relação aos seus índices de diplomação, retenção e evasão dos estudantes de seus cursos de graduação, que foi de grande importância para orientar políticas institucionais e públicas que pudessem contribuir de maneira mais eficaz para melhorar a qualidade do ensino de graduação (MEC, 1996).

Políticas públicas foram implantadas para garantir a permanência dos alunos nas Instituições de Ensino Superior Brasileiras, no âmbito público podemos citar o REUNI (Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais) criado em 2007 e PNAES (Plano Nacional de Assistência Estudantil), criado em 2010, cuja finalidade é de auxílio aos alunos presenciais da graduação

que possuem baixa renda, com moradia estudantil, alimentação, transporte, saúde, inclusão digital, cultura, esporte, creche e apoio pedagógico. E na esfera privada temos o programa de bolsas PROUNI (Programa Universidade para Todos) que foi criado em 2005 e de FIES (Fundo de Financiamento Estudantil), criado em 2010, em que o primeiro concede bolsas e o segundo financiamentos para que alunos em Instituições de Ensino Superior Privadas acabem tendo o Governo Federal como mantenedor dos mesmos. O reflexo desses programas pode ser o aumento significativo de ingressantes no ensino superior, que pode ser visto na Figura 1.1, que embora tal fato seja notório, observamos na mesma fonte que a taxa de sucesso precisa ser melhorada, indicando uma grande taxa de evasão (Lima, 2018).

Ano/Situação	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Ingressantes	2.196.822	2.359.409	2.756.773	2.749.803	3.114.510	2.920.222
Concluintes	980.662	1.022.711	1.056.069	994.812	1.030.520	1.150.067
Taxa de Sucesso ⁽¹⁾	45%	43%	51%	45%	44%	42%

Tabela 1. Taxa de sucesso, total de ingressantes e concluintes do ensino superior de 2010 a 2015.

Notas: (1) A taxa de Sucesso representa o percentual de estudantes que concluiu o curso dentro do prazo regular de duração do mesmo, em média 4 anos.

Fonte: Lima (2018)

O estudo realizado por Souza et al (Souza, 2012), abrange o problema da evasão de uma maneira geral, traçando um panorama do problema através de levantamento de produções científicas através do site de Capes no período de 2000 a 2011, no qual se aponta os seguintes fatores que poderiam contribuir para a evasão do ensino superior:

- Condições financeiras baixas;
- Insuficiência da intervenção dos gestores em ações de permanência;
- Falta da criação de um diferencial nos cursos;
- Influência familiar;
- Falta de vocação para a profissão;
- Qualidade do curso escolhido;
- Localização da IES;
- Condições relacionadas ao trabalho,
- Idade do aluno

- Repetência em disciplinas que envolvem o conhecimento matemático.

De acordo com Queiroz (2006) a evasão escolar que, não é um problema restrito, mas é uma questão nacional que vem ocupando de forma alarmante um relevante papel nas discussões e pesquisas educacionais no cenário brasileiro.

Disciplinas como Física e Cálculo, são consideradas de disciplinas do núcleo básico dos cursos de ciências exatas, as quais são apontadas na literatura como àquelas que as que a taxas de reprovação são as mais preocupantes, pode-se constatar isso nas pesquisas que foram conduzidas com alunos de engenharia por Rios *et. al.* (Martins, 2014) na Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

A constatação desse alto índice de reprovação em disciplinas que necessitam de conhecimento matemático e sendo o mesmo considerado como uma das causas que podem contribuir de maneira significativa para evasão e retenção no ensino superior, e não diferentes das Instituições que foram relatadas sofrer como tal problema, esse também é um problema enfrentado pelos alunos da PUC Goiás. Assim, o que realizamos foi uma sondagem para termos uma dimensão acerca das dificuldades enfrentadas pelos alunos da PUC Goiás, no período de 2015 a 2016, que estavam cursando as disciplinas de Física Básica com a finalidade de caracterizar o problema, propor e direcionar ações para que consigam melhorar as taxas de êxito nessas disciplinas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados foram obtidos por meio de um questionário aplicado no segundo semestre do ano de 2015 e primeiro semestre de 2016, numa amostragem de 501 alunos, que pertencem aos cursos de Engenharias, Licenciaturas e Ciência da Computação que estavam cursando as disciplinas de Física Geral e Experimental I (Física 1), Física Geral e Experimental II (Física 2) e Física Geral e Experimental III (Física 3), que são oferecidas pela Escola de Ciências Exatas e da Computação (ECEC) da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC - Goiás). O tratamento estatístico dos dados foi realizado por meio do software Microsoft Excel com aplicação dos gráficos de pizzas e de barras. A seguir estão algumas das questões do questionário, de um total de 30 questões foram tratadas nos neste capítulo apenas algumas perguntas sendo usadas neste trabalho as perguntas numeradas abaixo na sequência correta de uso, cujos resultados de sua sondagem são apresentados posteriormente:

1. Qual curso você pertence?.
- 3.O que influenciou na escolha do seu curso?
- 5.Os recursos financeiros para manter seu curso serão mantidos por?
6. Após quanto tempo terminar o ensino médio você ingressou na universidade?

7.O ensino fundamental e médio foram cursados em escolas públicas ou privadas?

11. Você teve muita dificuldade nas primeiras disciplinas do curso.

12. Você reprovou ou correu o risco de reprovar em suas disciplinas nos seus primeiros períodos, se sim marque quantas?

13. Cite as disciplinas que você apresenta mais dificuldade.

22. Em relação a sua metodologia de estudo

3 I RESULTADOS

O início de nossa análise se inicia através da caracterização do público de nossa amostragem, apresentando as percentagens das contribuições de cada curso (Figura 3.1), sendo que podemos notar que os alunos de Engenharia Civil (46%), correspondem à maioria da população da nossa amostra.

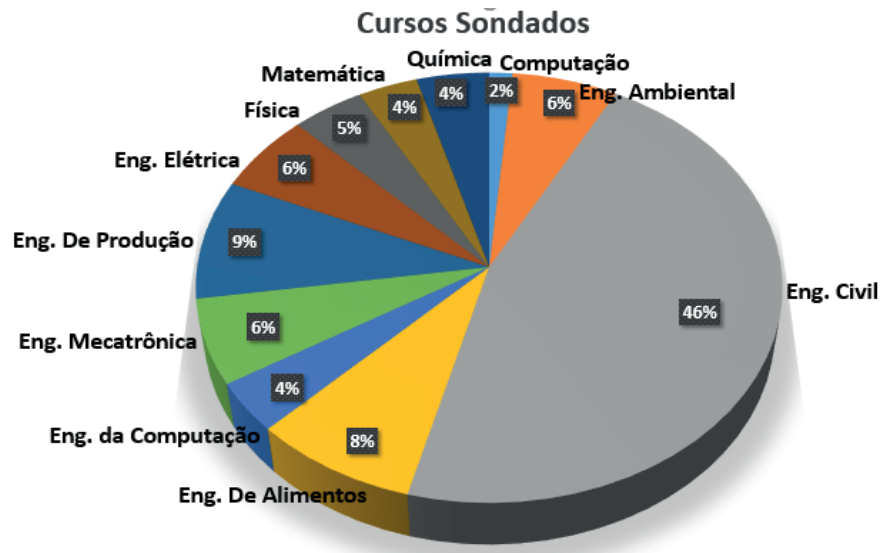


Fig. 3.1: Porcentagem da Contribuição de cada curso sondado.

Notamos que nossos resultados revelam que a maior parte dos alunos sondados são do turno matutino 66% (Fig. 3.2), e composta de alunos que estão cursando a disciplina de Física 1 (Figura 3.3).

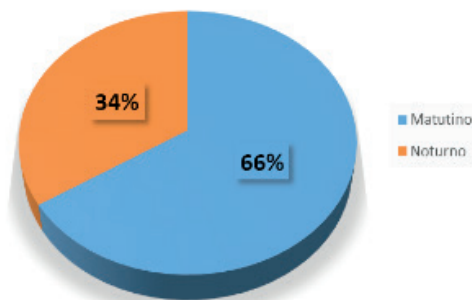


Fig. 3.2: Porcentagem turno dos alunos Percentual da Amostragem por Turno

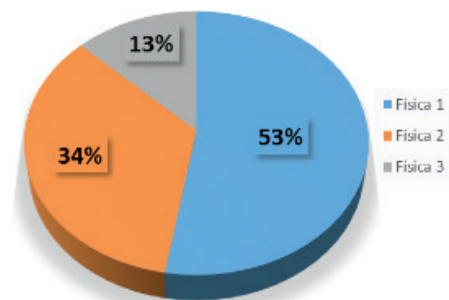


Fig. 3.3: Amostragem das disciplinas sondadas. Percentual da Amostragem por Disciplina

Outro aspecto importante para traçarmos o perfil do aluno, sendo os mesmos pertencentes a uma IES privada, é sondar acerca origem dos recursos financeiros que o ajudarão a manter o curso, no qual, para os alunos de Engenharia como podemos observar, são provenientes de familiares e dos de Licenciatura principalmente por algum programa de bolsas (Figura 3.4).

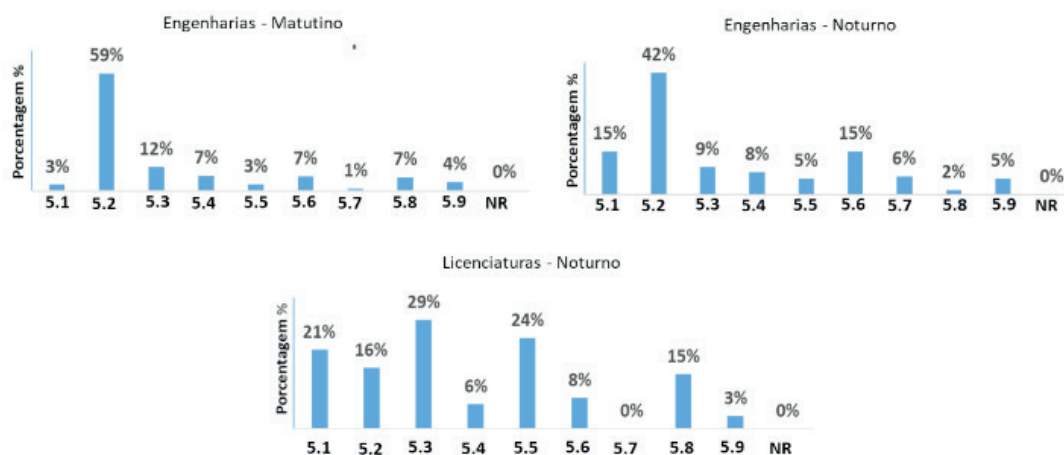


Fig. 3.4: Questão 5 do questionário que pergunta acerca da origem dos recursos financeiros para manter o curso

5.1: Você Próprio; 5.2: Seus familiares; 5.3: Bolsa; 5.4: Financiamento Estudantil; 5.5: Você Próprio e por Bolsa; 5.6: Você Próprio e pelos seus familiares; 5.7: Você Próprio e por Financiamento Estudantil; 5.8: Seus familiares e por Bolsa; 5.9: Seus familiares e por Financiamento Estudantil; NR: Não Responderam

No tocante a escolha do curso, independente do grupo, a mesma foi motivada principalmente pela afinidade com área e pelo mercado de trabalho (Figura 3.5).

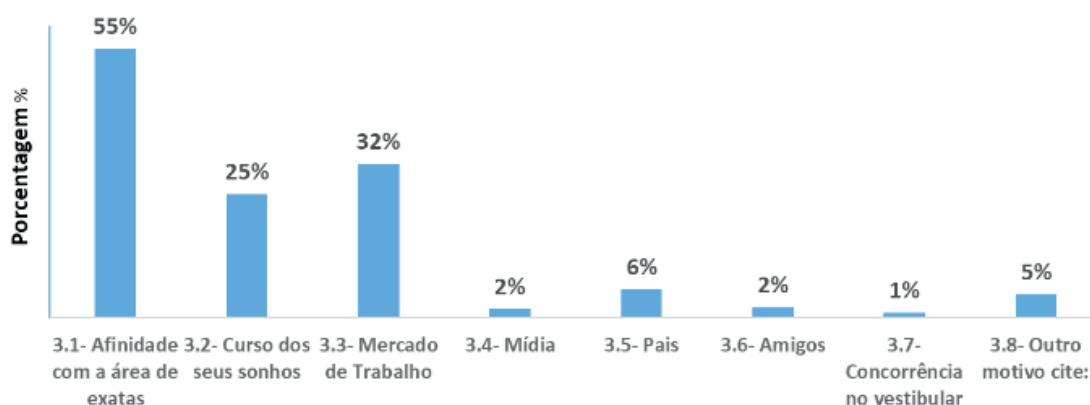


Fig. 3.5: Questão 3 do questionário que pretende levantar os principais fatores que os influenciaram na escolha de seus cursos.

Os resultados obtidos nos mostram que esse aluno ingressou logo na IES assim que terminou o ensino básico, o qual foi cursado em sua maior parte na rede particular de ensino, com exceção aos alunos de Licenciatura que possui um perfil um pouco diferente quando levantamos essas duas questões na sondagem, pois, são alunos que em sua maior parte são provenientes da rede pública de ensino e mostram que uma parcela significativa se sua amostragem estava a um certo tempo sem estudar

antes de ingressarem na IES (Figura 3.6 e 3.7).

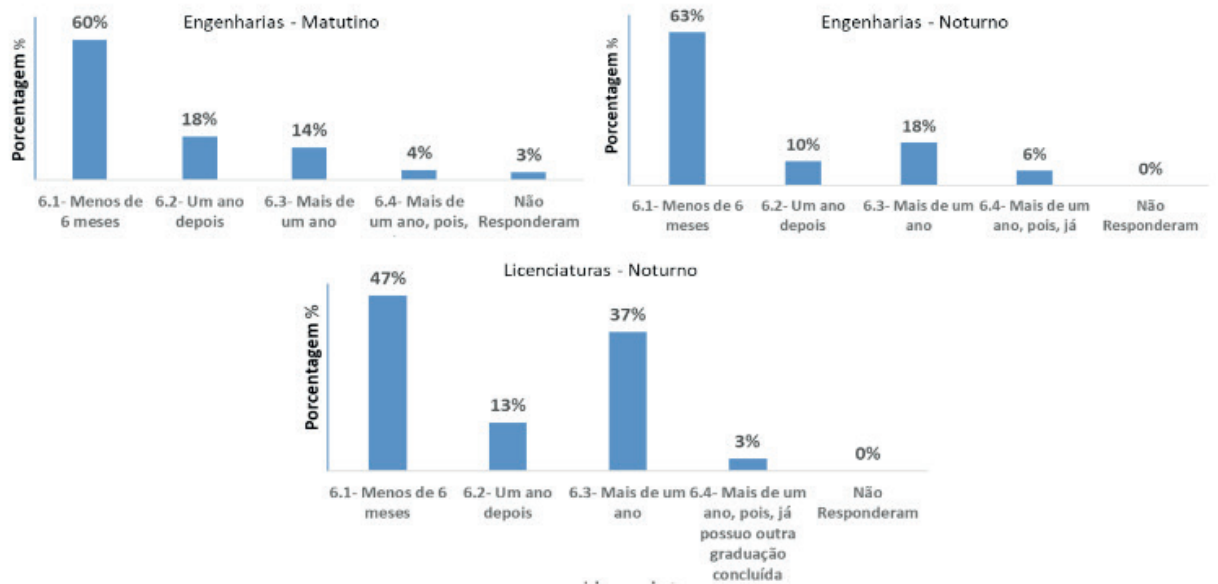


Fig. 3.6: Questão 6 do questionário que pergunta sobre o intervalo de tempo entre o término do ensino médio e a entrada no ensino superior.

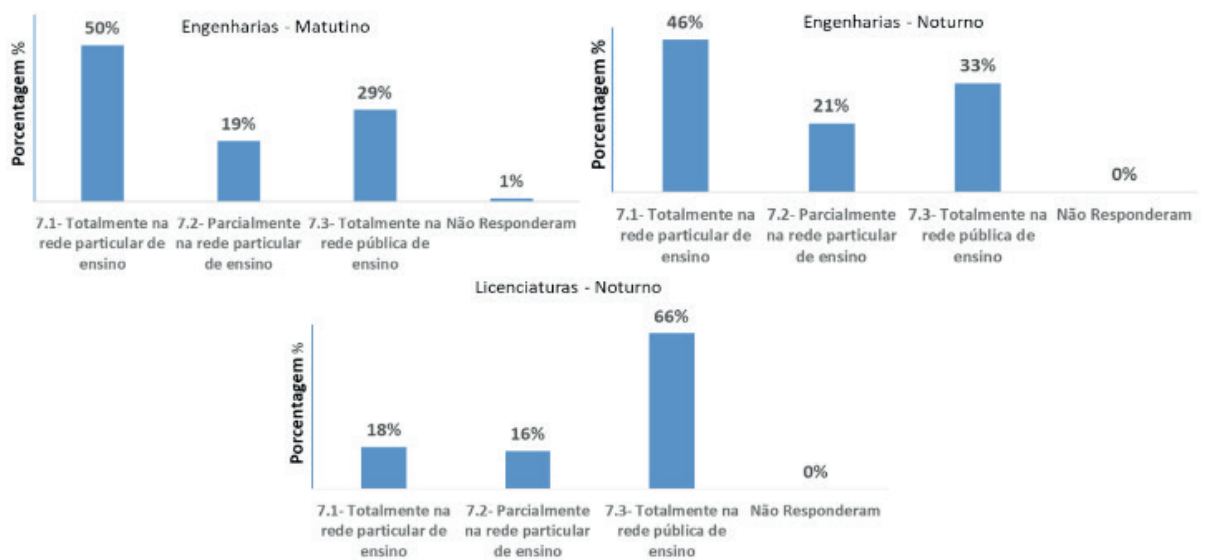


Fig. 3.7: Questão 7 do questionário que investiga qual foi a natureza da instituição que os alunos cursaram seus ensinos fundamental e médio

Observa-se que esse aluno teve uma grande dificuldade nas disciplinas iniciais, as quais ele atribui principalmente a uma formação básica deficiente e dedicação insuficiente dos mesmos (Figura 3.8), e que tais dificuldades os reprovaram ou os deixaram na iminência de reprovação (Figura 3.9), sendo que as disciplinas que os mesmos mais enfrentaram dificuldades foram as de Cálculo e Física (Figura 3.10).

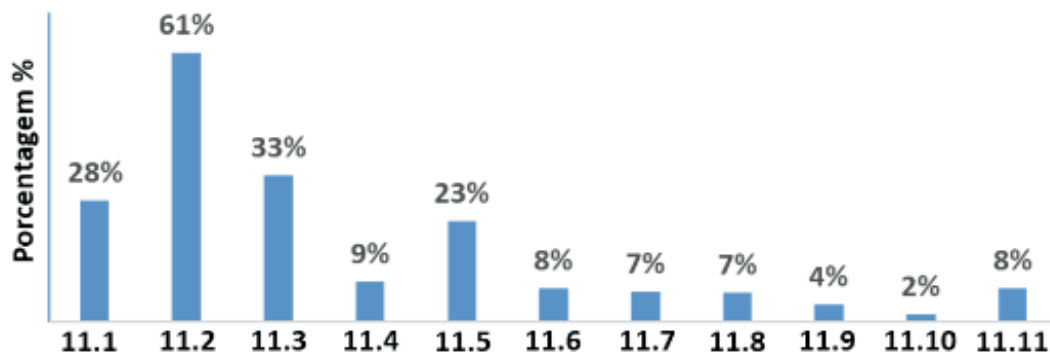


Fig. 3.8: Questão 11 que pergunta sobre as dificuldades dos alunos nas disciplinas iniciais.

Contudo, nessa questão se solicita ao aluno para citar as disciplinas que os mesmos apresentam mais dificuldade, notamos uma diferença de padrão nas respostas entre alunos de disciplinas diferentes, por esse motivo apresentamos também os resultados separados por grupos (Figura 3.11).

O último resultado apresentado é sobre a metodologia de estudo utilizada pelo aluno, que revela que esse aluno revisa o conteúdo através das anotações e notas de aula, assistindo aulas no Youtube e utiliza o livro texto adotado (Figura 3.12).

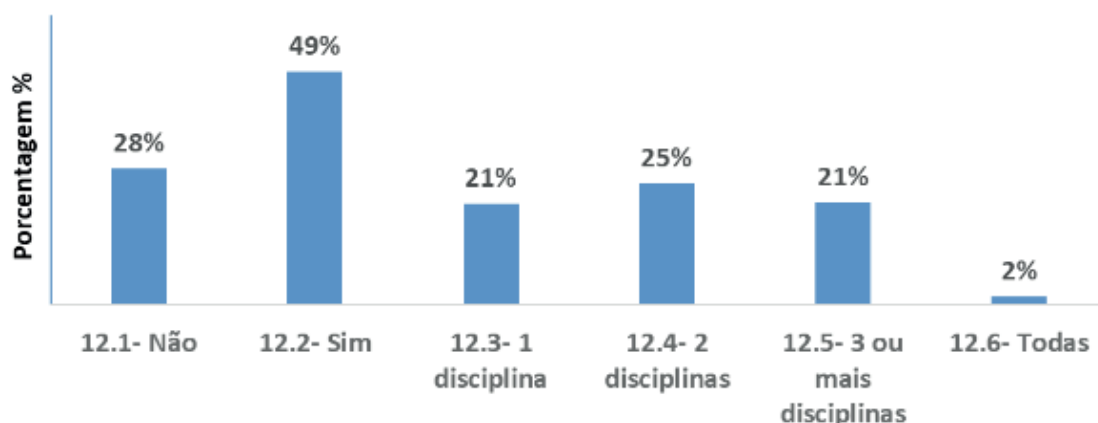


Fig. 3.9: Questão 12 do questionário pergunta se os entrevistados reprovaram ou se correram o risco de reprovarem nas disciplinas de seus primeiros semestres.

11.Não; 11.2 Sim; 11.3 Ao iniciar a disciplina eu não possuía a formação básica necessária para alcançar um bom desempenho; 11.4 As Metodologias utilizadas nas disciplinas não favorecem o ensino-aprendizagem; 11.5 Porque sinto que não me dediquei o bastante; 11.6 Falta de exercícios de revisão; 11.7 Falta de monitoria para tirar dúvidas; 11.8 Falta de contextualização com os conteúdos das disciplinas mais específicas do curso; 11.9 As avaliações adotadas nas disciplinas não são compatíveis com o seu conteúdo; 11.10 A organização dada aos conteúdos da disciplina facilita a sua compreensão; 11.11 Não me sinto motivado porque não vejo a utilidade de algumas disciplinas para cursar as outras disciplinas bem como a importância das mesmas.

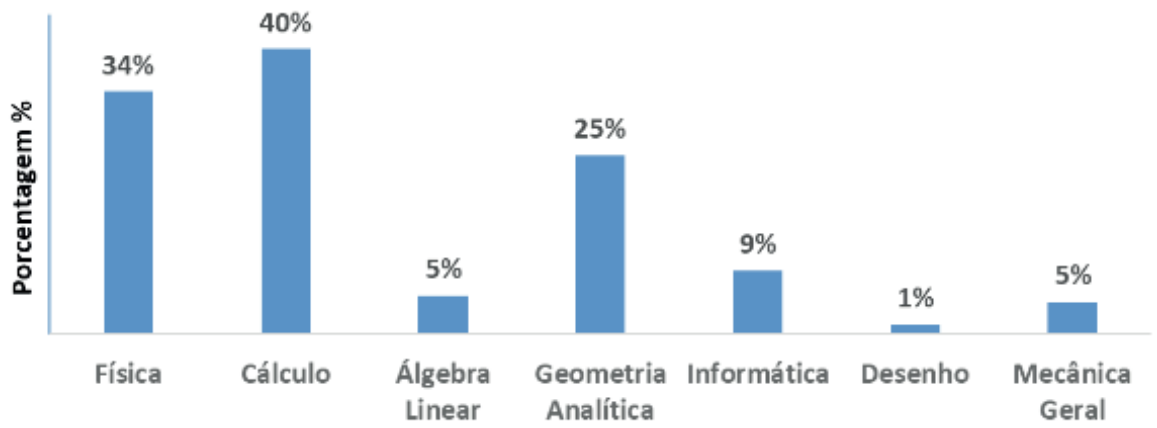


Fig. 3.10: Questão 13 do questionário em que se solicita que os alunos citem as disciplinas que apresentaram mais dificuldade.

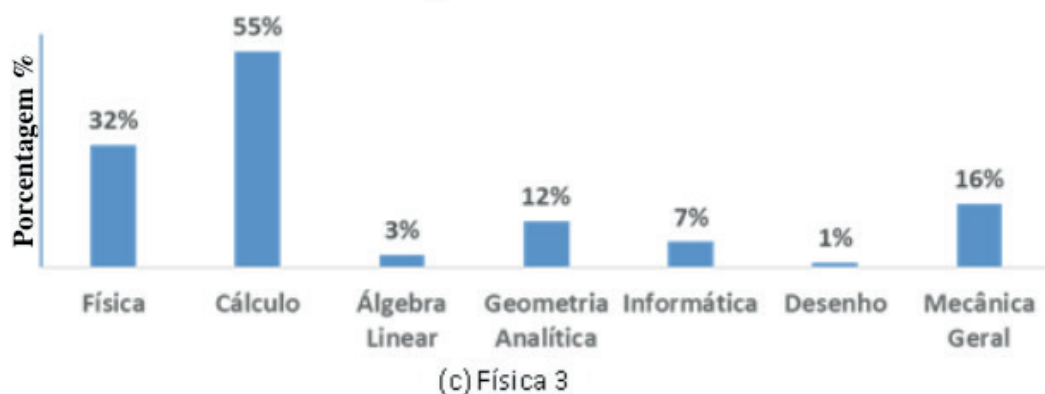
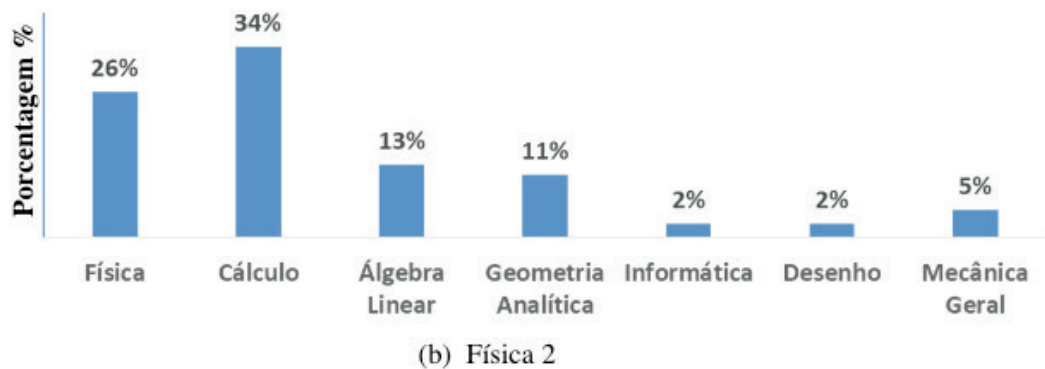
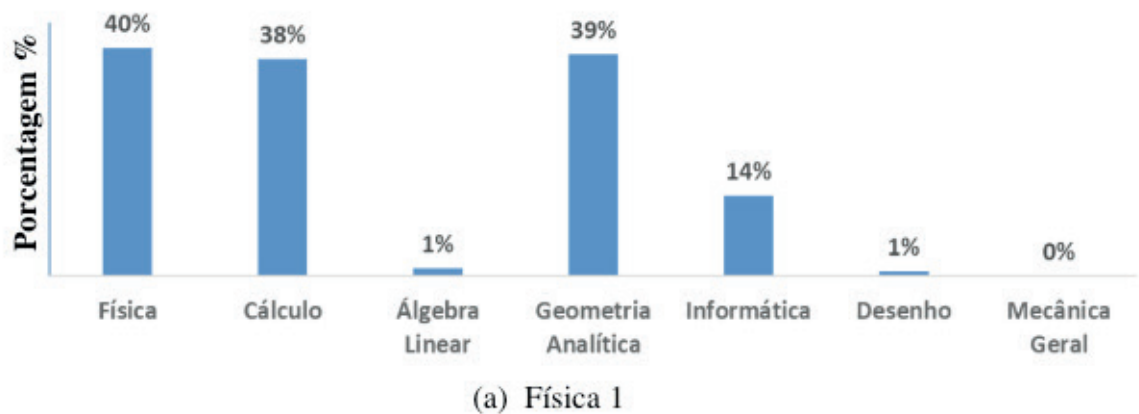


Fig. 3.11: Questão 13 do questionário em que se solicita que os alunos citem as disciplinas que apresentaram mais dificuldade, porém, apresentando as estatísticas individuais dos alunos de cada tipo de disciplina, sendo (a) Física 1, (b) Física 2 e (c) Física 3

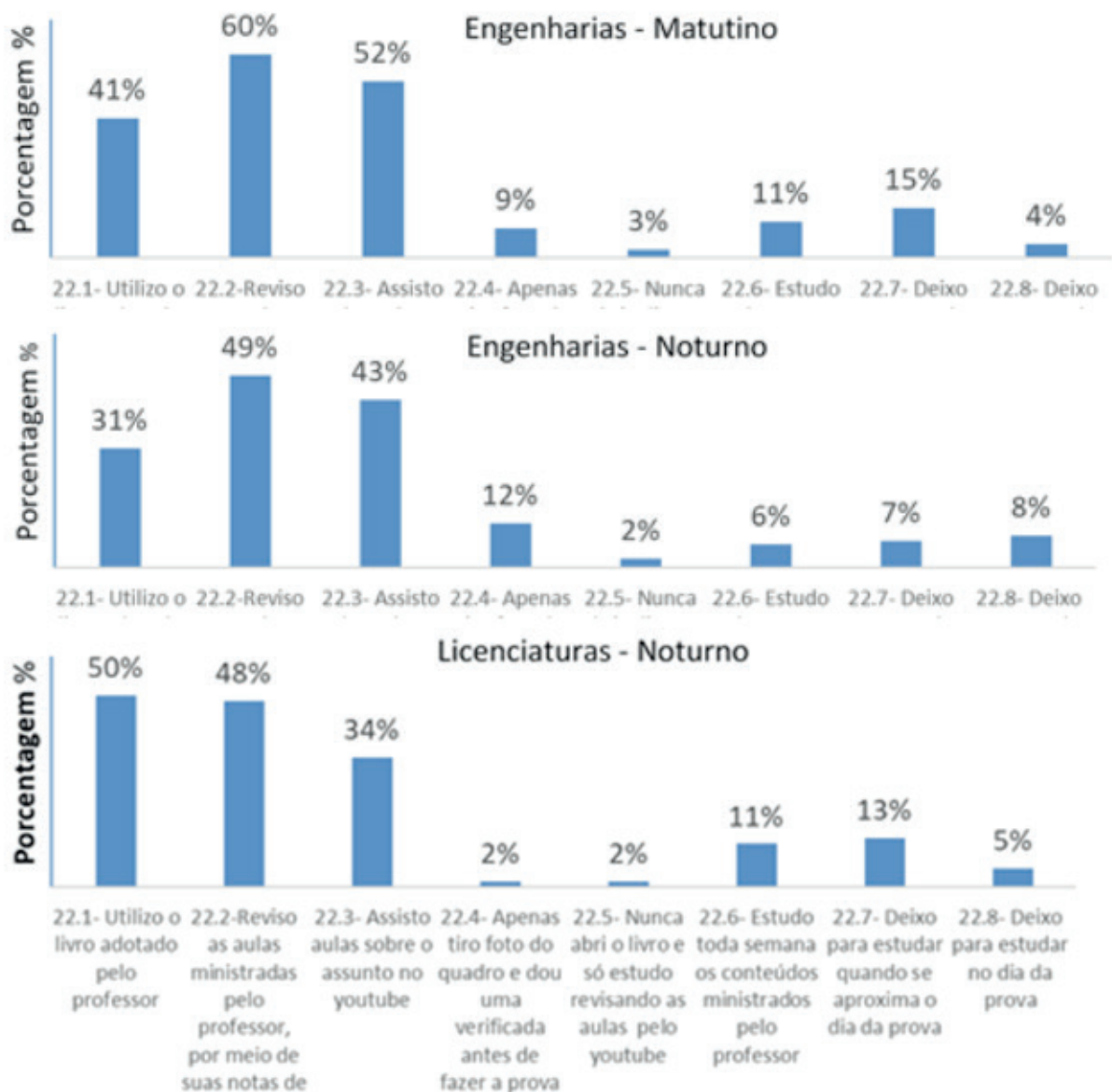


Fig. 3.12: Questão 22 do questionário em que se pretende definir a metodologia de estudo praticada pelo aluno.

4 | DISCUSSÕES

Em nossas investigações, podemos notar que a maior parte dos alunos sondados são alunos da Engenharia Civil (Figura 3.1), e de alunos recém-chegados na IES, fato esse comprovado, pelo percentual de 53% de alunos que estão matriculados na disciplina de Física 1, que é uma disciplina pertencente ao primeiro ano dos cursos de ciências exatas.

O grande número de ingressantes pode ser devido às políticas públicas voltadas para garantir a permanência de alunos nas IES privadas, o que implicou no aumento da quantidade de ingressantes nesse período (Lima, 2018). E o percentual expressivo de aluno nos cursos de Engenharia Civil, pode ser reflexo da retomada de crescimento da construção civil no período 2010 a 2014, que foi impulsionado por políticas públicas tais como, o Minha Casa Minha Vida (Breitbach, 2009) e devido aos investimentos

em infraestrutura e obras demandados pela Copa do Mundo de 2014 e Olimpíadas em 2016, cujo Brasil foi país sede desses eventos. E sendo o mercado de trabalho uma questão que pode influenciar na escolha de um curso, então isso poderia ser um possível fator que explica a maior procura do curso da Engenharia Civil.

Esse quantitativo também pode ser explicado, devido ao fato que, até dentre as outras modalidades de Engenharia, a de Engenharia Civil é a mais procurada, pelo fato que sendo a Civil a primeira modalidade a ser criada, o que a confere o status de Engenharia mais tradicional e consolidada, isso não quer as demais modalidades Engenharias não sejam cursos bem estruturados e consolidados. As outras modalidades de Engenharia, tais como a Elétrica, Química, de Telecomunicações, de Aviação, de Produção surgem após a Segunda Revolução Industrial. Já as Engenharias Eletrônica, da Computação, de Software, de Controle e Automação, Aeroespacial, dentre outras, surgem na era da informação e a preocupação com o meio ambiente leva a criação das Engenharias Ambiental e Florestal.

A Engenharia Civil surgiu no séc. XVIII, na França, na École Nationale des Ponts et Chaussées e no Brasil, os cursos de Engenharia surgem no ensino militar, em foi 17 de dezembro de 1792, com a criação da Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, na cidade do Rio de Janeiro conforme registram os autores Pardal (1986) e Telles (1994). Contudo, o curso de Engenharia Civil como conhecemos, desvinculado do Ensino militar, surge em 1874, sendo ministrado na Universidade Federal do Rio de Janeiro, a qual é considerada a primeira escola de Engenharia das Américas e sendo a Engenharia da UFRJ, modelo de referência para as escolas de engenharia do país (Rocha, 2007).

O perfil da nossa amostragem é de um público, cujos fatores que mais influenciaram na escolha do curso são a afinidade com a área de exatas e o mercado de trabalho, em que a maioria dos alunos está matriculada no turno matutino (66%), afirma que os recursos para manter as despesas de seus cursos é proveniente da família, ingressaram na IES assim que terminaram o ensino médio o qual cursaram em sua maioria totalmente ou parcialmente na rede particular de ensino.

Contudo, o processo de aprendizagem não pode ser unilateral, o perfil dos alunos do noturno em especial das Licenciaturas, que na amostragem desse grupo observamos uma quantidade expressiva de alunos provenientes da rede pública de ensino e que não ingressaram assim que o terminaram na IES, também nesse universo temos um percentual de 29% de bolsistas, sendo isso reflexo tanto de política pública e institucional de incentivo às Licenciaturas, como a de bolsas do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) oferecidas pelo Governo Federal (CAPES, 2013) e o Vestibular Social, programa da PUC Goiás que oferece bolsas de 50% aos contemplados no programa.

Observamos que independente de disparidades de perfis, quando os alunos expressam sobre suas dificuldades nas disciplinas iniciais, todos apresentaram respostas com o mesmo padrão, sendo que 61% dos alunos apresentaram

dificuldades nas disciplinas iniciais e que entre os itens mais assinalados que poderiam representar as possíveis causas dessas dificuldades, foram os itens 11.3, em que 33% dos entrevistados acreditam que não apresentavam a formação básica necessária para alcançar um bom desempenho na disciplina e o item 11.5, que 23% dos alunos afirmaram que não se dedicaram o bastante.

A questão da formação básica desnecessária dos alunos é algo que foi apontado nos estudos da Comissão Especial de Estudos sobre Evasão (MEC, 1996, Pág. 31 “A precária formação escolar de muitos dos universitários, devida à desestruturação do sistema de ensino de primeiro e segundo grau do país, é fator determinante das dificuldades por eles enfrentadas”) e que persiste, pois, num estudo realizado no ano de 2014, com alunos de engenharia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Martins et. al. (Martins, 2014) isso também é levantado.

As disciplinas citadas como as quais os alunos enfrentam mais dificuldade foram, Cálculo (40%), seguida da Física (34%) e depois da de Geometria Analítica (25%) e as demais disciplinas citadas, que foram Álgebra Linear, Informática, Desenho e Mecânica Geral que apareceram em percentuais menores (Figura 3.10).

Contudo, ao observamos a estatística por disciplina, a disciplina de Cálculo é a que tem o maior percentual de atribuições dos entrevistados como àquela que os alunos enfrentam maior dificuldade, porém, os alunos da Física 1 relataram que a disciplina que os mesmos apresentam maior dificuldade é a de Física, tal fato pode ser compreendido, porque a disciplina de Física é cursada concomitantemente com a de Cálculo, e o bom desempenho da mesma é atingido se os alunos possuírem conhecimentos de Cálculo e Geometria Analítica bem consolidados.

Uma questão interessante é que a percentagem de alunos que afirmam apresentar dificuldades na disciplina de Geometria Analítica ter diminuído significativamente entre os alunos das disciplinas de Física 2 e Física 3, pode ser atribuído ao fato que nessa fase, o aluno geralmente já cursou Geometria Analítica e deve ter aprimorado sua visão espacial, a qual provavelmente no ensino médio foi trabalhada de maneira deficiente, acarretando a dificuldade nessa disciplina para os alunos de Física 1.

Um estudo realizado por (Fernandes Filho, 2001), encontra um comportamento semelhante ao que observamos na nossa sondagem, o qual observa que os alunos ao ingressarem na IES, possuem um desenvolvimento cognitivo muito baixo, não possuindo um pensamento hipotético-dedutivo bem estruturado, cuja consequência é alto índice de reprovação que os alunos apresentam nas disciplinas da área de matemática. Todavia, à medida que os alunos melhoravam seu desenvolvimento cognitivo, ocorria a diminuição dos índices de reprovação nessas disciplinas.

A dificuldade nas disciplinas associadas à Informática é também apresentada com um percentual maior pelos alunos de Física 1 em relação aos alunos das demais Físicas, isso provavelmente, se deve porque essa geração de alunos, apesar de utilizarem a tecnologia constantemente, estando sempre atualizados em relação a infinidade de “Apps” (aplicativos) que surgem no mercado, geralmente utilizam a

tecnologia de forma demasiadamente passiva : e não conseguem nem sequer ler um texto, e separar dados de uma pergunta simples. Os Apps, são muito usados, mais a leitura, acaba sendo deixada de lado.

A questão do uso da tecnologia por esse aluno fica claro em uma das perguntas que foram realizadas, que pretendia investigar a metodologia de estudo praticada pelo aluno (Figura 3.13), e notamos a mistura do tradicional com o novo, sendo que os mesmos afirmaram que ainda revisam as aulas ministradas pelo professor, e também assistem aulas sobre o assunto abordado em sala de aula.

Contudo, o registro da aula ministrada na maioria das vezes, não é mais realizado numa cópia feita em seus cadernos, mas em muitas situações que são realizadas muitas vezes através de uma foto tirada do quadro, Que em grandes e repetitivos momentos nós docentes já ouvimos o pedido: “Prof. o Sr. poderia por favor se afastar um pouquinho para eu tirar uma foto do quadro?”

Os vídeos do youtube são um suporte muito bom, entretanto, alguns alunos acham que os mesmos podem substituir a aula do docente, existem, conteúdos excepcionais na rede, de fontes seguras, oferecidos por universidades e profissionais capacitados. Porém, o preocupante é que os alunos não possuem maturidade intelectual para distinguir se o conteúdo que está sendo transmitido trata-se de uma informação correta. A liberdade, desburocratização e rapidez da transmissão do conhecimento algo fantástico que muitas vezes pode ser transformado em uma armadilha perigosa para àqueles que não sabem filtrar o que é bom e o que ruim, e um indivíduo que está passando pela construção de um determinado pensamento não está apto na maioria das vezes para fazer esse tipo de análise.

O nosso estudo revela que as disciplinas de Física e Cálculo são consideradas como àquelas que os alunos mais enfrentam dificuldades, e a reprovação é a consequência dessas dificuldades, sendo esse problema é uma constante nas demais IES do país, podendo ser constatados em vários estudos existentes na literatura que demonstram que essas disciplinas apresentam altos índices de reprovação (2001, Fernandes, Filho), (Rios, 2000), (Silva, 2006), (Zimmermann, 2011), (Wisland, 2014), (Rocha, 2013), (Nascimento, 2018).

Fatores como os quais já discutimos, como a deficiência na formação básica dos alunos, afeta de maneira significativa a aprendizagem nessas disciplinas, mas, observamos que uma parcela considerável dos alunos sondados possui tempo disponível, mas, em contrapartida, também reconheceram que não se dedicaram o suficiente, e a dedicação insuficiente tanto pode estar relacionada à falta de tempo como também a falta de motivação ou de ambos.

Na literatura, aponta-se que o ensino das disciplinas associadas à Matemática, assim como o Cálculo, pode estar associado à utilização de uma metodologia de ensino muito abstrata para ministrá-las, sem relacioná-las com o campo de atuação profissional (SANTOS, 2015) e mecanicista, direcionando o ensino apenas para a memorização de fórmulas (FRESCKI E PIGATTO, 2009).

Essa maneira de se ensinar tais disciplinas, ocorre de maneira semelhante nas disciplinas de Física, pois, quando é proposta pelo docente a discussão de problemas, o sentido físico das fórmulas nem sempre é explorado de forma eficiente, para que promova uma aprendizagem significativa, sendo que é comum ouvir de alguns alunos a seguinte frase ou com conotação semelhante: “Física é só fórmula”.

5 | CONCLUSÃO

Em nosso estudo, fica claro que a dificuldade dos alunos pertencentes a qualquer curso da área de ciências exatas é um problema sistêmico e contemporâneo, que atinge todos os alunos independente de seus cursos.

Notamos que as dificuldades enfrentadas pelos nossos alunos entrevistados é comum a tanto outros e em diferentes IES, sejam elas públicas ou privadas, seja esse aluno proveniente da rede pública ou particular de ensino, são devidas a uma formação básica precária, falta de dedicação, motivação e conscientização do aluno.

A formação básica precária é algo que compete às políticas públicas que precisam urgentemente promover uma reforma dessa educação básica, pois, a mesma não está propiciando ao aluno uma formação de base bem estruturada e o resultado disso é tão desastroso que está ficando evidente e comprometendo a aprendizagem no ensino superior.

O papel da IES é que embora, não seja sua responsabilidade, mas de alguma forma tentar minimizar esse “estrago” feito educação básica, promovendo ações que auxiliem os alunos conseguirem diminuir suas deficiências básicas, para conseguirem se inserir de fato no ensino superior, pelo fato que o aluno que não se sente inserido no sistema, após as inúmeras reprovações isso os desmotivam, acarretando na evasão dos cursos e também do ensino superior.

A conscientização do aluno, quanto ao seu papel enquanto profissional compete a IES, e isso deve ser promovido de forma contundente assim que o aluno ingressa na Instituição, pois, em um trabalho publicado por (Fernandes Filho, 2001), essa discussão é levantada, afirmando que o aluno de Engenharia não tem consciência do que é ser um engenheiro de fato e de quais habilidades e competências são indispensáveis a sua formação, sendo uma delas, o um conhecimento científico bem estruturado tanto na área de Matemática quanto na de Física, porque, como se diz: a Engenharia nada mais é do que a Física Aplicada.

As investigações que fizemos corroboraram os estudos existentes na literatura, que mostram as disciplinas de Física e de Cálculo, como aquelas que os alunos enfrentam mais dificuldade, tal fato, deve nos inquietar e levarmos à reflexão do que pode ser realizado para melhorarmos os índices de sucesso nessas disciplinas, além da melhoria da formação básica, que é indispensável para cursá-las, será que a metodologia utilizada pelo docente não precisaria ser analisada e reformulada?

O perfil do aluno que estamos trabalhando é diferente, isso fica claro em nossa investigação, quando constatamos que os alunos estão utilizando os recursos tecnológicos em seus processos de aprendizagem naturalmente, os procurando de maneira independente sem qualquer direcionamento de um docente. Assim, tanto as IES quanto os docentes precisam se adequar a essa nova realidade, o que não significa, abandonar o ensino tradicional, mas o aliando com os recursos tecnológicos e as novas metodologias que os envolvem havendo uma simbiose entre o tradicional e o contemporâneo com o objetivo de aumentar a aprendizagem das disciplinas do núcleo básico.

REFERÊNCIAS

- BRAGA, M. M.; MIRANDA-PINTO, C. O. B.; CARDEAL, Z. L. **Perfil socioeconômico dos alunos, repetência e evasão no curso de química da UFMG**. Química Nova. Belo Horizonte, 1997
- BREITBACH., ÁUREA CORRÊA DE MIRANDA. **Indústria da Construção Civil - A Retomada**. Revistas Eletrônicas FEE. V. 37, N. 2, 2009.
- CAPES, **Edital_066_2013: Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência para a Diversidade - PIBID DIVERSIDADE**
- DE OLIVEIRA, Vanderlí Fava. **Crescimento, evolução e o futuro dos cursos de engenharia**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 24, n. 2, 2008.
- Fernandes Filho, O. P. **O Desenvolvimento Cognitivo e a Reprovação no Curso de Engenharia**. PUCRS - Porto Alegre/RS: XXIX COBENGE, 2001.
- FRESCKI, F. B.; PIGATTO, P. **Dificuldades na aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral na Educação Tecnológica: proposta de um Curso de Nivelamento**. I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. UTFPR. Ponta Grossa, 2009.
- https://www.capes.gov.br/images/stories/download/editais/Edital_066_2013_Pibid-Diversidade-692013.pdf . Acesso:16/04/2019
- LATIESA, M. **LA DESERCIÓN Universitária, Desarrollo de la escolaridad en la enseñanza superior. Exitos y fracasos**. Centro de Investigaciones Sociologicas, Siglo XXI de España Editores. Madrid, 1992.
- LIMA, FRANCIELE SANTOS DE, ZAGO, NADIR. **Desafios Conceituais e Tendências da Evasão no Ensino Superior: A Realidade de Uma Universidade Comunitária**. Rev. Inter. Educ. Sup, v.4, n 2, 366-386, Campinas, 2018.
- MARTINS, T. A.; BITENCOURT; L. C.; BARBOSA, M. L.; SANTOS, L. R. **Avaliação das Condicionantes de Retenção dos Alunos de Engenharia da UTFPR: Bases para Propostas Interventivas**. Medellín: IV CLABES, 2014.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO. **Diplomação, Retenção e Evasão nos Cursos de Graduação em Instituições de Ensino Superior Públicas**. Brasília, 1996.
- Nascimento, K. S.; Fonseca, R. F.; Dantas, J. S. C.; Sousa, D. F. M. **Análise do Índice de Reprovação e Evasão na Disciplina de Cálculo Diferencial e Integral da UFCG-Cuité**. Campina Grande-PB III CONAPESC, 2018.

QUEIROZ, Lucileide Domingos. **Um estudo sobre a evasão escolar: para se pensar na inclusão escolar.** *Rev Bras Estudos Pedag*, v. 64, n. 147, p. 38-69, 2006.

RIOS, J. R. T.; SANTOS, A. P.; NASCIMENTO, C. **Evasão e Retenção no Ciclo Básico dos Cursos de Engenharia da Escola de Minas da UFOP.** Ouro Preto: XXVIII COBENGE, 2000.

Rocha, F.A et al. **Análise da evasão e retenção no curso de engenharia elétrica do IFBA, campus Vitória da Conquista.** XVIII Encontro Nacional do grupo PET ENAPET. Recife: UFRPE/UFPE, 2013.

Rocha, Ana Júlia Ferreira; Silva, Gilberto Teixeira da; Marmo, Ana Maria C. Babbini; Duro, Magda Aparecida Salgueiro; Miranda; Leila Figueiredo de; Oliveira, Yara Maria Botti Mendes de. **Engenharia, Origens e Evolução.** XXXV COBENGE, 2007

SANTOS, R. S.; NICOLETT, A. S. **Disciplinas Matemáticas em Cursos Superiores de Engenharia da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da PUC/SP.** São Paulo, 2015.

Silva, R.R.C.M, Mainieri, F.B & Passos, F. B . **A contribuição da disciplina de introdução a engenharia química no diagnóstico da evasão.** *Ensaio: Avaliação, políticas públicas e educação*, 14 (51), 261-277, 2006.

SOUZA, Clair Teresinha de,;PETRÓ, Caroline da Silva; GESSINGER, Rosana Maria. **Um Estudo Sobre Evasão no Ensino Superior do Brasil nos Últimos Dez Anos.** Porto Alegre: II CLABES, 2012.

Wisland, B.; Freitas, M. C. D.; Ishida, C. Y. **Desempenho Acadêmico dos Alunos em Curso de Engenharia e Licenciatura na Disciplina de Cálculo I.** *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, Florianópolis, SC, Brasil, v. 6, n. 11, p. 94-112, 2014.

Zimmermann, C. C.; Bastos, L. C.; Buttchevitz, A. W.; Ribas, C. Y. **Análise Estatística dos Fenômenos de Reprovação e Evasão no Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.** Blumenau-SC: XXXIX COBENGE, 2011.

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

Mike Ceriani de Oliveira Gomes

Faculdade Marechal Rondon

São Manuel – São Paulo

Guilherme Henrique Ferraz Campos

Faculdade Marechal Rondon

São Manuel – São Paulo

Willian Felipe Antunes

Faculdade Marechal Rondon

São Manuel – São Paulo

Érica Fernanda Paes Cardoso

Faculdade Marechal Rondon

São Manuel – São Paulo

Benedita Josepetti Bassetto

Faculdade Marechal Rondon

São Manuel – São Paulo

Edivaldo Adriano Gomes

Faculdade Marechal Rondon

São Manuel – São Paulo

RESUMO: Considerando a propagação de ideias sustentáveis para incrementar programas de treinamento e desenvolvimento, pessoal e organizacional, torna-se necessário muitas vezes o diálogo entre áreas técnicas e acadêmicas. Esse diálogo possibilita tornar o ambiente empresarial, este por vezes sendo considerado como um segundo lar, um ambiente propício também para a aprendizagem e crescimento pessoal. Compreende-se

este crescimento pessoal como o que por consequência traz também o crescimento Organizacional. Diversas competências que não são desenvolvidas no ambiente escolar durante o ginásio e ensino médio, muitas vezes requisitadas no ambiente empresarial, como a comunicação em língua inglesa como segunda língua, podem ser desenvolvidas neste ambiente de modo a garantir tal crescimento pessoal e, conseqüentemente, o desenvolvimento organizacional.

PALAVRAS-CHAVE: Treinamento e Desenvolvimento; Ambiente Empresarial; Língua Inglesa.

ABSTRACT: Considering the propagation of sustainable ideas to increase training and development programs, personal and organizational, it is often necessary to dialogue between technical and academic areas. This dialogue makes it possible to make the business environment, sometimes considered a second home, an environment conducive to learning and personal growth. This personal growth is understood as the consequence of organizational growth. The research seeks to draw attention to the various skills that are not developed in the school environment during high school and high school, often required in the business environment, such as English language communication as a second

language, can be developed in this environment to ensure such personal growth and, consequently, organizational development. All the findings are due to the consultation of a main article that comes in convergence with another bibliographical reference, being able to configure in parallel the topic approached. As closure, it is proposed the analysis in the interaction of pedagogical and business agents as a strategy in organizational growth in a socially sustainable way.

KEYWORDS: Training and Development; Business Environment; English Language.

1 | INTRODUÇÃO

Ao ingressar o ginásio e ter os primeiros contatos com a disciplina Inglês, muitos acreditam que esta seja a primeira oportunidade de se adquirir habilidades que possam ser úteis na construção profissional. Por outro lado, tão comum quanto é a desilusão quando se iniciam as primeiras aulas, e no fim de um ciclo escolar, o desejo de se tornar fluente na língua inglesa torna-se o desejo de finalizar uma disciplina.

Os principais diagnósticos até então foram acerca de fatores pedagógicos e motivacionais. Houve então a necessidade do educador aderir a abordagens que induzissem a motivação pela aprendizagem, muitas vezes para tratar temas mais maçantes, principalmente como alternativa ao clássico ensino da gramática. Não entrando na discussão da eficácia desta abordagem no ambiente escolar, é possível perceber o aumento nas expectativas de que muitos estudantes buscam a aprendizagem da língua inglesa por vias alternativas, porém, não necessariamente contando com metodologias eficazes para a aprendizagem, como ocorre com muitos estudantes autodidatas.

É comum na aprendizagem de uma língua estrangeira a perda da motivação ao passo que se perde a necessidade de utilização. Envolver a meritocracia como justificativa em um processo seletivo de candidatos que exclui não falantes de inglês, para assumir esta função longo prazo após a contratação, desconsidera fatores sociais preponderantes de más condições para a aprendizagem de outros candidatos que não obtiveram o êxito. Propor a aprendizagem em processos de desenvolvimento organizacional interno seria o que se considera por uma via justa, na hipótese desta função ser necessária em longo prazo.

Com embasamento em fatores culturais responsáveis pela aprendizagem de crianças, jovens e adultos brasileiros que adquirem assim a língua inglesa como segunda língua, a pesquisa tem como objetivo a observação desta abordagem como via de ensino e aprendizagem nas empresas através de programas de desenvolvimento pessoal e organizacional. Os leitores, sendo gestores ou não, podem compreender os fatores pedagógicos em programas de desenvolvimento pessoal e organizacional, como também os fatores econômicos e de sustentabilidade social com foco em redução de desigualdade e aumento de oportunidades a quem detém menor acessibilidade.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A princípio, foi entendido que através de observações da atuação de subáreas pôde-se chegar às mesmas áreas e a uma grande área, processo esse que Gil (2008, p. 10) chama de metodologia indutiva. O objetivo da pesquisa, porém, busca alcançar uma nova subárea, sendo ela inédita. Para isso, após a realização do método indutivo desde pequenas áreas até uma área geral, houve a necessidade da aplicação de um segundo método, o qual se pode perceber maior evidência na pesquisa.

A pesquisa posteriormente se sustenta na metodologia dedutiva que, Gil (2008, p. 9) aponta como um método baseado na dedução de premissas em diversos níveis para a obtenção de uma conclusão pelo afunilamento das informações analisadas.

3 | ANÁLISE E DISCUSSÃO

3.1 Cultura organizacional

Para iniciar a discussão acerca da cultura intrínseca nas organizações, é importante ter em mente que esta pode ser um fator de influências positivas e negativas em resultados. Isso ocorre porque a cultura organizacional tem como responsabilidade a moldagem dos colaboradores que atuam na organização.

Ao tratar a cultura organizacional, é importante observar e compreender as pessoas impactadas para reduzir suas preocupações e medo com a mudança, ajudando-se a mover com a equipe por meio de um ambiente aberto e colaborativo (PENHALBEL et al. 2016, p. 164).

Tendo em mente o investimento em capital humano, ou seja, pessoas, diversos fatores além dos interesses exclusivos da organização devem ser considerados, começando pelo alinhamento dos funcionários às necessidades da organização, ou seja, os mesmos devem ter pleno conhecimento da razão que os leva a desenvolver novas habilidades e competências nas organizações.

Ainda se permeiam diversas confusões acerca dos temas Treinamento e Desenvolvimento, que, Chiavenato (1997, p. 22) separa em dois grupos: o grupo não gerencial e o grupo gerencial, sendo o treinamento destinado ao não gerencial e o desenvolvimento ao gerencial.

Ao mencionar um método utilizado como agregação à cultura organizacional, trata-se de treinamento, que Chiavenato (1997, p. 23-24) aponta como objetivo as mudanças no comportamento, ocorrendo por:

- I) Transmissão de informações: a cultura que trata da divulgação de todas as características da empresa (ambiente interno) no convívio entre os próprios colaboradores.
- II) Desenvolvimento de habilidades: treinamento orientado para o trabalho do cargo exercido pelo colaborador. Este normalmente pode desenvolver essas habilidades através de colegas do mesmo setor com maior experiência nas

funções que este exerce.

III) Desenvolvimento ou modificação de atitudes: diretamente relacionado à sinergia na organização, ou seja, o comportamento de cada colaborador, devendo este estar de acordo com a postura que é exigida.

IV) Desenvolvimento de conceitos: ao abordar o tema treinamento, não é tratado apenas a aprendizagem e aquisição de novas habilidades técnicas que o colaborador necessita para exercer determinada função. Desenvolver conceitos, então, tem como objetivo dar ao colaborador uma roupagem desenvolvida, crescendo não apenas como profissional, mas como pessoa na organização.

Com o estudo realizado acerca dos temas treinamento e desenvolvimento, é possibilitada a compreensão de que estes podem também ocorrer através da cultura organizacional. A mesma cultura organizacional que, como aponta Chiavenato (1997) pode ser a também propagadora de conhecimento e desenvolvimento social interno, a que fideliza o cliente interno quando neste investe, promovendo também o crescimento coletivo.

3.2 O aproveitamento da cultura na abordagem interdisciplinar

Antes de aprofundar o assunto, é preciso saber que a interdisciplinaridade passou por diversas modificações, tanto no quesito conceitual quanto na aplicabilidade. Algumas dessas modificações explicam a ideia principal da interdisciplinaridade que, Fazenda (2006, p. 65-70) aponta diversos fundamentos, sendo os quatro principais:

I) Movimento dialético: trata-se do aperfeiçoamento da interdisciplinaridade por intermédio de reciclagens. Sua explicação é que com o passar do tempo, muitos métodos de ensino e aprendizagem temporais exigem mudanças, “necessidade de substituir o velho pelo novo”, como Fazenda define.

II) Memória: trata-se de um momento de manutenção da aprendizagem interdisciplinar em que é exigida a aprendizagem, na maior parte do tempo de forma teórica, ocorrendo o registro de informações através da leitura de livros, revistas, artigos, participação de palestras, workshops, etc.

III) Parceria: este fundamento ocorre através da vivência. Por “parceria” é entendido o aprendizado que ocorre através de trocas de experiências entre membros das mais diversas áreas de conhecimento, possibilitando então a fusão e colaboração entre eles.

IV) Docência: este fundamento trata-se da disseminação da prática de interdisciplinaridade no ambiente de aprendizagem. Em uma sala de aula, seria o professor interdisciplinar que integra História e Sociologia; Matemática e Física; entre outras possibilidades.

Entre esses quatro fundamentos destacados de Fazenda, em um ambiente empresarial, um pouco mais livre de questões teóricas como conceitos e

fundamentações, tornam-se mais notórios o terceiro e o quarto fundamento, isso porque um trabalha a vivência e o outro a forma de gerenciar esta vivência. O gestor da interdisciplinaridade, portanto, deverá deter conhecimentos específicos acerca dos fundamentos um e dois, mesmo que seus colaboradores não os percebam. Quando o gestor, o detentor de conhecimento, vai elaborar uma maneira de se aproveitar a interdisciplinaridade para que através de várias competências ele desenvolva um segundo idioma, ele deve estudar primeiro a cultura, não a que vai servir de objeto para este empreendimento, mas a cultura vivencial dos colaboradores.

Torna-se necessário e possível, nesse quadro de realidade, trabalhar a interdisciplinaridade como um processo que leva em consideração a cultura vigente e a sua transformação, como condição fundamental para que promova os princípios interdisciplinares. Em primeiro lugar, é necessário que se dê importância a esses princípios, como orientadores da prática e não como parte de um corpo conceitual que se deve integrar logicamente (LÜCK, 2013, p. 24). Através daí, consta-se que, trazer a interdisciplinaridade à organização também demanda atendimento personalizado ao público interno, ou seja, aos colaboradores da organização, considerando as muitas diferenças comportamentais de um colaborador para outro no aspecto da cultura vivencial. Essa explicação a princípio pode dar a entender que há uma divisão entre o estudo da cultura organizacional e a pessoal de cada colaborador, dissociando uma coisa da outra, mas, a ideia é que, ainda voltando ao pensamento de Chiavenato (1997), sejam moldadas as características do colaborador para atender as exigências da organização, ou no caso, de um projeto de treinamento preestabelecido.

3.3 Discussão

Tendo em conta uma liderança motivacional no ambiente corporativo, é possível compreender a mesma regra como alternativa viável à busca por resultados satisfatórios, visto que, assim como no ambiente social, ou mesmo na vida pessoal de qualquer indivíduo, o que leva à aprendizagem de algum colaborador no ambiente corporativo também é a motivação, seja pelo aumento da bagagem cultural ou intelectual, seja pelo anseio de crescimento profissional, dentre outros motivos.

Todas as variedades nos campos motivacionais, já identificadas fora do campo corporativo, devem ser compreendidas dentro também. Se fora do ambiente corporativo a aprendizagem também depende de fatores motivacionais, mesmo dentro do ambiente corporativo a regra se mantém a mesma. Não necessariamente tratando os anseios profissionais, mas também as características pessoais, ainda é válido o apontamento feito por Fernandes et al (2013, p. 102) de que a aprendizagem é motivada pelas características de quem a busca, sendo estas um fator considerável na implementação de um método eficaz de aprendizagem.

Ao considerar características pessoais de colaboradores em programas corporativos do tipo, o primeiro passo ocorreria pelas delimitações. Quando o fator religião é considerado nas organizações para criar um ambiente propício para a

inclusão de funcionários, espera-se que diversas exigências possam ser atendidas para que este não trabalhe em um ambiente que atente contra sua filosofia.

Quando se fala em aquisição de cultura, se fala em música, literatura, cinema, teatro, etc. Essa se apontou no estudo como uma abordagem viável que introduz um indivíduo à aprendizagem de uma segunda língua. Trabalhando em grupo, porém, exige de quem está trabalhando na implementação do projeto as noções necessárias de seleção de material cultural, começando pelo que pode ser consumido em determinado setor, a partir daí, afunilando até às características pessoais dos colaboradores.

Acerca das medições de treinamento, foi visto a importância das avaliações dos programas de treinamento, o que, no caso, pode se deduzir que aconteça pela observação, em alguns aspectos, e pela análise de comprovação numérica.

Por observação pode acontecer de formas aparentemente simples, como a demonstração de um colaborador de uma proximidade à língua estrangeira, o que já tem validade se este for uma considerável hipótese a se candidatar a um curso intensivo de língua inglesa para fins de secretariado, trabalhos com exportação e importação, diversas áreas em relações internacionais, etc. Se a introdução ao idioma, proposta pelos meios descritos no trabalho apontarem um bom candidato na aprendizagem, são minimizados os riscos de perda ao se investir neste candidato para a participação de outros programas para aprendizagem, no caso, em longo prazo, possivelmente.

A mensuração de resultados por números, poderia então ocorrer de uma forma menos complexa. Assim como em muitos cursos, seria este um teste de conhecimentos acima do texto abordado, aonde se vê se o colaborador submetido a esta abordagem pedagógica no ambiente de trabalho pôde absorver conhecimento. Importante salientar que, para maiores possibilidades de análises, focando também as perspectivas dos que se submetem a ela, deve-se considerar na avaliação o nível de satisfação dos colaboradores submetidos.

Se um programa de aprendizagem de Língua Inglesa conta com altos investimentos financeiros, o programa de treinamento simplificado, além de proporcionar um robusto ambiente de aprendizagem na corporação, pode também dizer se altos investimentos se tornarão perdas ou não, isso ocorre porque o programa de treinamento simplificado, tendo como base principal a propagação cultural, não demanda grandes esforços dos avaliados, de modo que estes muitas vezes podem ser avaliados sem saber que estão, naturalmente, muitas vezes com base no comportamento de cada indivíduo perante a aceitação ou não desta nova via de propagação cultural. Passar nesta avaliação, ou seja, realizar uma absorção satisfatória da cultura propagada indica então se o perfil do avaliado é o mais indicado para a submissão dos programas mais completos, que podem vir a envolver outros investimentos.

4 | CONCLUSÕES

O estudo pode deixar também como sugestão a análise das novas propagações de conhecimento, considerando diversos outros métodos já abordados em que a aprendizagem de diversos temas ocorre por intervenções culturais, com o apoio da tecnologia, muitas das vezes. Sabendo que a modernização na propagação do conhecimento ocorre em forte intensidade, há de fato uma necessidade de se livrar de muitos sistemas pedagógicos que hoje já são compreendidos como arcaicos: as apostilas, quadro negro e giz, professores que explicam a aula, aplicam provas e no dia seguinte repetem o mesmo ciclo acerca de outro tema de seu conteúdo programático.

Diversas teorias pedagógicas que buscam comprovar eficácia na aprendizagem são testadas e comprovadas e, já que a tecnologia avança o estudo dessas metodologias também deve acontecer com maior intensidade, também para que não ocorra uma autogestão do conhecimento sem controle e desgovernada que venha a trazer prejuízos, no campo acadêmico ou corporativo.

REFERÊNCIAS

CHIAVENATO, Idalberto. **Recursos humanos na empresa**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1997.

FAZENDA, Ivani. **Interdisciplinaridade: qual o sentido?** 2ª ed. São Paulo: Paulus, 2003.

FERNANDES, E. C. S.; EIRÓ, J. G. (2013) Experiências interculturais e aquisição de língua estrangeira e/ou segunda língua. **Diversidade cultural e ensino de língua estrangeira** (97-110). In: BRAWERMAN-ALBINI, A.; MEDEIROS, V. S. (Org.). Pontes, São Paulo.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas. 2008.

LÜCK, Heloísa. **Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológicos**. 18ª ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

PENHALBEL, V. B. M.; CODECCO, M. H. **A transformação por processos centrada nas pessoas e absorvida pela cultura organizacional – um estudo de caso**. Revista Inovações Projetos e Tecnologias – IPTEC, v. 4, n. 2, p. 160-173, 2016.

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

Marcus Vinícius Pascoal Ramos

Centro Universitário SENAI CIMATEC
Salvador - Bahia

Guilherme Oliveira de Souza

Centro Universitário SENAI CIMATEC
Salvador - Bahia

RESUMO: Durante a geração de trajetórias de ferramenta utilizando softwares CAM, maiores cuidados devem estar voltados à precisão destas trajetórias. Esta precisão possui relação direta com a tolerância CAM, que, assim como outros fatores, relacionados à diâmetro da ferramenta, penetração de trabalho e profundidade de usinagem, deve ser parametrizada nestes softwares. Em operações de microfresamento, uma das grandes preocupações é a de que os softwares CAM gerem trajetórias de ferramenta capazes de garantir a precisão requerida pelo processo. Neste contexto, este trabalho possui como objetivo avaliar a influência dos fatores raio de curvatura convexa da superfície usinada, diâmetro da ferramenta e tolerância CAM, no desvio médio das trajetórias de ferramenta geradas por dois softwares CAM comercialmente disponíveis. Para isto, foram criados modelos CAD e trajetórias CAM representativas desta escala, calculados os desvios de trajetória de ferramenta, resposta desta pesquisa, em seguida, estes desvios

foram avaliados sob o ponto de vista estatístico. Para os fatores, raio da geometria e diâmetro da ferramenta, não foram identificadas diferenças significativas para estes fatores e suas interações, entretanto, a tolerância CAM foi o fator mais influente. A tolerância de 0,01 mm apresentou o maior desvio de trajetória, já para as tolerâncias de 0,001 e 0,0001 mm, não foram encontradas diferenças significativas nas análises, indicando irrelevância estatística e demonstrando não existir distinção entre os softwares adotados ao trabalharem nestas escalas.

PALAVRAS-CHAVE: Microfresamento; CAM; Tolerâncias; Trajetória de ferramenta.

ABSTRACT: During the tool path generation using CAM software, greater care should be given to the accuracy of these trajectories. This precision is directly related to the CAM tolerance, which, as well as other factors related to tool diameter, stepover and depth of cut, should be parameterized in these softwares. In micromilling operations, one of the main concerns is that CAM software generate tool trajectories capable of guaranteeing the precision required by the process. In this context, this work aims to evaluate the influence of the factors of curvature of convex curvature of the machined surface, tool diameter and CAM tolerance, in the average deviation of the tool trajectories

generated by two commercially available CAM software. For this, CAD models and CAM trajectories were created that were representative of this scale, calculated the tool trajectory deviations and the response of this research, then evaluated from the statistical point of view. For the factors, radius of the geometry and diameter of the tool, no significant differences were identified for these factors and their interactions, however, the CAM tolerance was the most influential factor. The tolerance of 0.01 mm presented the greatest deviation of trajectory, already for the tolerances of 0.001 and 0.0001 mm, no significant differences were found in the analyzes, indicating statistical irrelevance and demonstrating that there was no distinction between the software adopted when working on these scales.

KEYWORDS: Micromilling; CAM; Tolerances; Tool Path.

1 | INTRODUÇÃO

A usinagem é um dos principais processos de fabricação utilizados para a fabricação de micropeças e, em particular, o microfresamento vem recebendo destaque. Sua vantagem mais atraente advém da capacidade de fabricação de geometrias tridimensionais complexas, em vários materiais, formas e interfaces funcionais, além da possibilidade da usinagem de materiais com elevada razão de esbeltez (CHOI; JERARD, 2012) (GHERMAN et al., 2017) (POPOV et al., 2006).

Este processo, devido à escala micro e à complexidade das geometrias processadas, necessita de suporte computacional para a sua realização, o que é feito por meio de tecnologias CNC (Comando Numérico Computadorizado) e CAM (*Computer Aided Manufacturing*). O papel desta última tecnologia é o de gerar trajetórias de ferramenta que serão posteriormente transformadas em programas CN (Comando Numérico) para serem executados em máquinas CNC.

As trajetórias de ferramenta são calculadas a partir de um modelo geométrico 3D gerado em um software CAD em um processo conhecido como *Tool Path Generation* (Geração de Trajetória de Ferramenta). Para isto, os sistemas CAM disponibilizam rotinas parametrizáveis que, além do modelo geométrico da peça, levam em consideração outras informações, como as da geometria de ferramenta, do padrão de movimentação a ser adotado, das grandezas de penetração a_p (profundidade de usinagem) e a_g (penetração de trabalho) e da tolerância geométrica. Este último parâmetro deve informar o quanto é tolerável que a trajetória de ferramenta calculada pelo CAM se afaste da geometria de referência, o modelo CAD da peça e, portanto, tem forte relação com a precisão da operação de fresamento que utilizará o programa CN gerado.

O que resulta desse processo é um arquivo nativo, conhecido como CLDATA (*Cutter Location Data File*) que consiste basicamente de uma sucessão de pontos de localização de ferramenta, conhecidos como CL (*Cutter Location*), pelos quais a ferramenta deve passar. O programa CN é criado a partir do arquivo CLDATA

na etapa de pós-processamento, que traduz a trajetória de ferramenta para uma linguagem apropriada para o CNC da máquina em que a operação será executada (THEPSONTHI; ÖZEL, 2014).

No que se refere ao microfresamento, ainda que o mercado de softwares CAM seja altamente fragmentado e competitivo, poucos softwares comercialmente disponíveis assumem ser dedicados ou possuem módulos especiais voltados às operações em microescala. Sob esse aspecto, um software CAM para operações de usinagem em escala convencional nem sempre apresentará resultados satisfatórios em operações de microescala (CHOI; JERARD, 2012).

Uma das principais preocupações é com a precisão das trajetórias de ferramenta geradas, que precisa atender aos requisitos de precisão micrométricos e submicrométricos de operações de microfresamento. Neste sentido, este artigo tem como objetivo verificar se as proporções da geometria a ser usinada e da fresa a ser utilizada possuem influência na precisão das trajetórias de ferramenta geradas. Para tal, foi analisada a influência dos fatores, raio de curvatura convexa da superfície a ser usinada, diâmetro da fresa e tolerância CAM, sobre o desvio médio calculado das trajetórias de ferramenta geradas por dois softwares CAM comercialmente disponíveis, um que se propõe a gerar trajetórias para microfresamento e outro que não.

2 | METODOLOGIA

A influência dos fatores geométricos de peça e ferramenta sobre a precisão das trajetórias de ferramenta foi analisada estatisticamente e o experimento foi delineado como fatorial completo, com 4 fatores de controle em 2 e 3 níveis, conforme informado na Figura 1. Para determinar a precisão das trajetórias de ferramenta, foram calculados os desvios das trajetórias com relação a um modelo analítico de referência. Estes desvios foram, portanto, as respostas do experimento utilizadas na análise estatística.

Fatores de controle	Níveis	Respostas
Raio da geometria (RG)	0,5 mm; 1 mm; 10 mm	Desvios das trajetórias da ferramenta
Diâmetro da ferramenta (DF)	0,1 mm; 0,5 mm; 1 mm	
Tolerância (TOL)	0,01 mm; 0,001 mm; 0,0001 mm	
Softwares CAM (CIM ou HSM)	Cimatron; Inventor HSM	

Figura 1. Fatores de controle, níveis e respostas da pesquisa.

Dois sistemas CAM comercialmente disponíveis foram utilizados nesta pesquisa. O primeiro, o software *Cimatron E14*, do fabricante *3D Systems*, é o único software comercial que anuncia capacidade de gerar trajetórias de ferramenta para microfresamento através de um módulo específico integrado, e o *Inventor HSM Ultimate*, versão 2017, da *Autodesk*, que disponibiliza licença sem custo para

estudantes e instituições de ensino. Foram geradas 27 trajetórias para cada sistema CAM e os arquivos CLDATA foram utilizados para o cálculo e análise dos desvios.

Para o cálculo dos desvios, pontos de referência foram calculados utilizando o software *Microsoft Excel 2017*, que dispõe de uma resolução de 15 dígitos. Os cálculos utilizados para a determinação do desvio (Δ_{cl}), obedeceram às relações representadas na Figura 2. A seguir, são listadas as considerações fundamentais para este cálculo:

- as superfícies usinadas foram cilíndricas, com raio conhecido (0,5, 1 e 10 mm) e modeladas em torno do eixo Y;
- essas superfícies constituíam modelos CAD nativos, ou seja, foram modeladas em arquivos separados para cada superfície diretamente nos módulos CAD dos softwares adotados;
- as trajetórias de ferramenta foram compostas de passes paralelos com direção de avanço perpendicular ao eixo de simetria da superfície cilíndrica;
- a curva composta pelos pontos de contato (CC), ou tangência, da ferramenta com a superfície cilíndrica eram arcos de raio conhecido e igual ao da superfície em usinagem R_g (0,5, 1 e 10 mm), com centro em $(X; Z) = (0;0)$ e contidos em planos paralelos ao plano XZ;
- para cada trajetória de ferramenta, os desvios foram calculados apenas para um trecho de 1 passe (1 arco), considerado do primeiro ao último ponto em que havia contato, ou seja, desconsiderando movimentos de engajamento e saída.

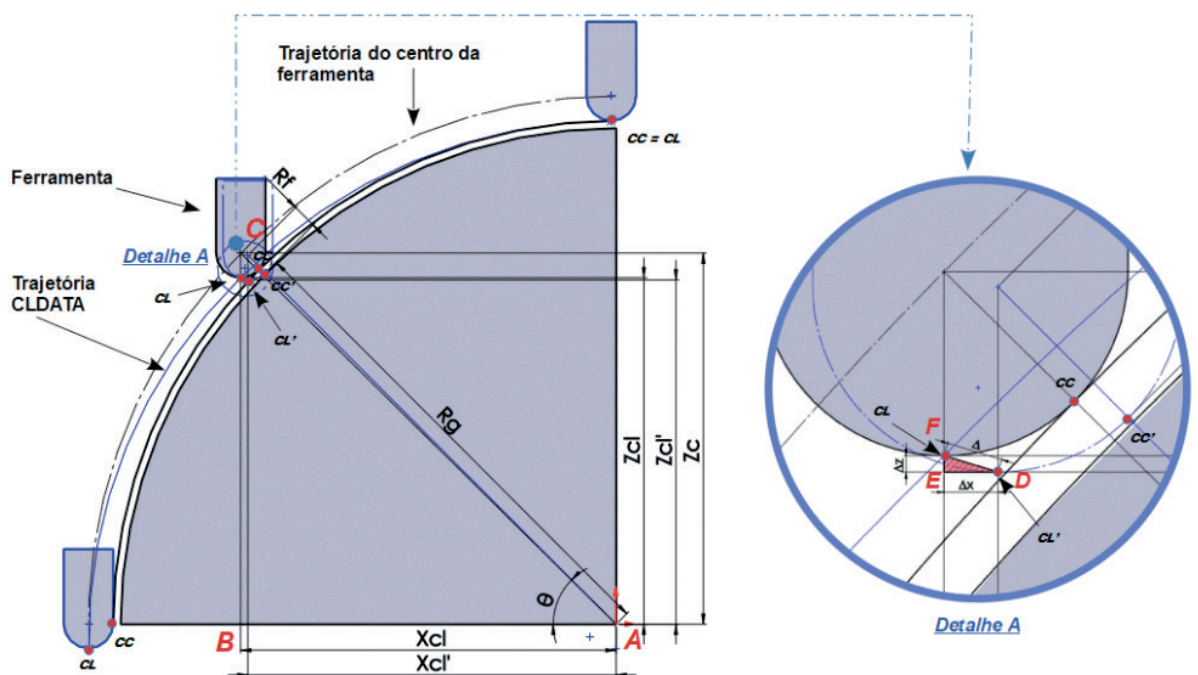


Figura 2. Representação geométrica para o cálculo dos desvios de trajetória.

Desta forma, a partir da posição em Z do arquivo CLDATA (Z_{cl}) e conhecendo o raio (R_f) da ponta da ferramenta de topo esférico, foi possível encontrar a coordenada Z do centro da esfera (Z_c) para cada ponto e determinar a trajetória do centro da ferramenta, conforme Equação 1.

$$Z_c = Z_{cl} + R_f \quad (1)$$

Com a determinação da posição do centro da ferramenta, assumindo que a posição em X (X_{cl}) permanece a mesma, da relação trigonométrica observada a partir do triângulo *ABC* da Figura 2, foi possível determinar o ângulo de posição da ferramenta (θ) para cada ponto CL das trajetórias (Equação 2):

$$tg \theta = \frac{Z_c}{X_{cl}} = \frac{Z_{cl} + R_f}{X_{cl}} \rightarrow \theta = arctg\left(\frac{Z_{cl} + R_f}{X_{cl}}\right) \quad (2)$$

Na sequência, cada ângulo de posição (θ) foi utilizado para calcular um Ponto de Referência ($X_{cl'}$; $Z_{cl'}$), determinado considerando novamente a relação trigonométrica do triângulo *ABC*, além da informação do raio da superfície cilíndrica (R_g) através das Equações 3 e 4.

$$sen \theta = \frac{Z_c}{R_g + R_f} = \frac{Z_{cl'} + R_f}{R_g + R_f} \rightarrow Z_{cl'} = sen \theta \cdot (R_g + R_f) - R_f \quad (3)$$

$$cos \theta = \frac{X_{cl'}}{R_g + R_f} \rightarrow X_{cl'} = cos \theta \cdot (R_g + R_f) \quad (4)$$

O Ponto de Referência ($X_{cl'}$; $Z_{cl'}$) corresponde à posição da ferramenta, para um determinado ângulo de posição θ , calculado por um modelo analítico. Ou seja, essas seriam as coordenadas da posição da ferramenta para um determinado ângulo de posição θ , caso a trajetória da ferramenta fosse calculada utilizando um modelo analítico. Logo, os desvios de posição das coordenadas foram encontrados a partir da diferença entre a posição calculada pelos softwares CAM (X_{cl} e Z_{cl}) e a posição das coordenadas calculadas a partir do modelo analítico ($X_{cl'}$ e $Z_{cl'}$), descrita nas Equações 3 e 4. Portanto, as Equações 5 e 6, determinam a variação dos desvios de posição para as coordenadas X (Δ_x) e Z (Δ_z).

$$\Delta_x = X_{cl'} - X_{cl} \quad (5)$$

$$\Delta_z = Z_{cl'} - Z_{cl} \quad (6)$$

Por fim, o *Detalhe A* da Figura 2 ilustra, na forma de linhas tracejadas da ferramenta e trajetória, o desvio (Δ_{cl}) encontrado entre a trajetória gerada pelos softwares CAM e a trajetória calculada analiticamente, sendo assim, atendendo a relação trigonométrica do triângulo *DEF* gerado nesta nova posição pelos pontos de localização esperada da ferramenta (CL') e de localização CLDATA (CL), foi possível determinar os desvios entre trajetórias (Equação 7):

$$\Delta_{cl} = \sqrt{(\Delta_x^2 + \Delta_z^2)} \quad (7)$$

A significância dos fatores foi analisada mediante o gráfico de Pareto e o de efeitos principais, para isso, utilizando a versão de avaliação do software estatístico *Minitab 18*. Todos os testes foram realizados adotando um nível de confiança de 95% para todos os intervalos, o que corresponde a um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 apresenta o gráfico de Pareto dos efeitos para os fatores: raio da geometria (A), software CAM (B), diâmetro da ferramenta (C) e tolerância de trajetória (D), individuais e combinados, sobre o desvio de trajetória médio.

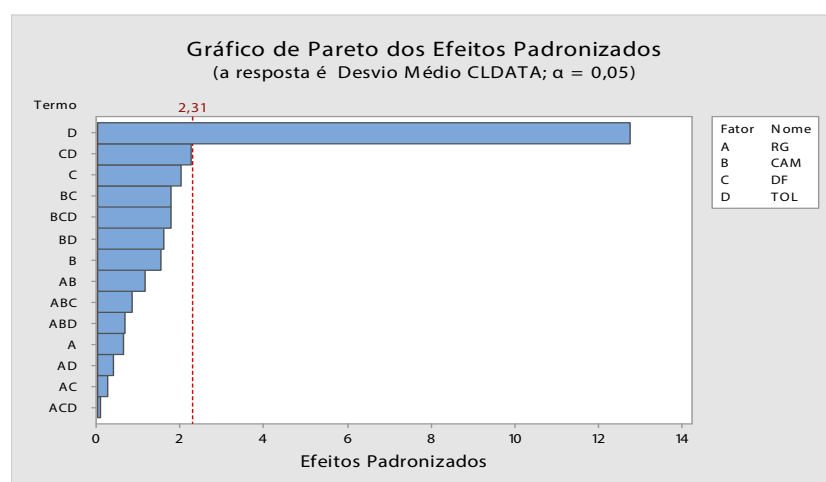


Figura 3. Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados dos fatores analisados sobre o desvio de trajetória médio.

Conforme análise do gráfico, as barras que cruzam a linha de referência (em 2,31), são consideradas estatisticamente significativas. Nesse caso, observa-se que os fatores avaliados não apresentam influência significativa no desvio médio das trajetórias (com 95% de confiança), com exceção da tolerância (D). Isto significa que não há relevância estatística nos desvios em decorrência da variação o raio da geometria (A), diâmetro da ferramenta (C), software CAM (B) e na interação entre eles. Portanto, enfatiza-se que a variável mais influente entre os fatores no desvio da trajetória é a tolerância.

Como o gráfico de Pareto exhibe o valor absoluto dos efeitos, é possível determinar quais fatores, ou combinação destes, possui maior influência do desvio médio das trajetórias, no entanto, não é possível determinar de modo específico quais efeitos possuem influência no aumento ou redução dos desvios de trajetória. Assim sendo, para apoiar adequadamente as considerações aqui descritas, o gráfico de efeitos principais foi investigado. As avaliações gráficas estabelecidas pela análise dos efeitos principais em torno das médias, caracterizando a influência de cada fator isoladamente no desvio médio para as trajetórias da ferramenta geradas a partir do

arquivo CLDATA, podem ser feitas a partir da Figura 4.

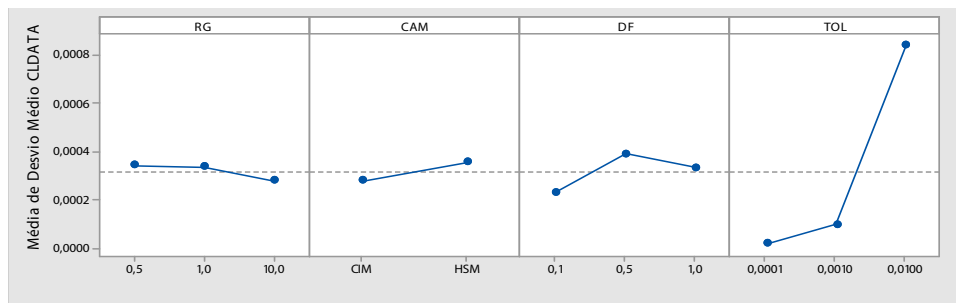


Figura 4. Gráfico de efeitos principais para o desvio médio gerado a partir do CLDATA.

Assim como analisado no gráfico de Pareto, o gráfico de efeitos principais mostra que a tolerância apresentou maior variação em torno da média e distanciamento entre os níveis e, portanto, exerce maior influência nos desvios médios das trajetórias, quando comparada com os outros fatores. Considerando os efeitos individuais dos níveis no fator tolerância, pode-se observar que os maiores desvios de trajetória foram encontrados para a tolerância de 0,01 mm. Percebe-se, entretanto, que não existem diferenças estatísticas para as tolerâncias de 0,001 mm e 0,0001 mm. Nestes casos, a faixa de variação destes desvios é extremamente pequena.

Visando avaliar o comportamento dos desvios médios das trajetórias dentro das faixas de tolerâncias, em especial para a tolerância de 0,0001 mm, indicada para o microfresamento, foram verificadas as posições destes desvios dentro da banda de tolerância estabelecida nos softwares CAM, conforme Figuras 5 e 6 a seguir.

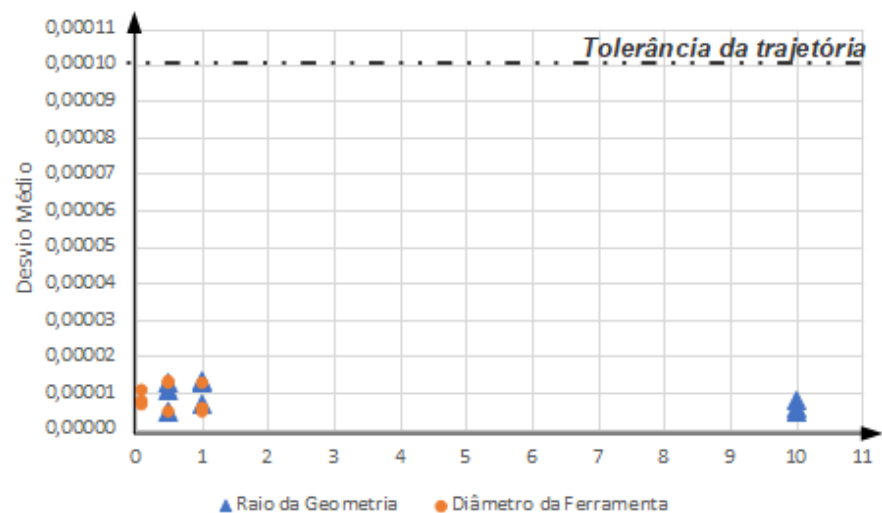


Figura 5. Gráfico representativo dos pontos de desvios médios para a banda de tolerância de 0,0001 mm do CLDATA do Inventor HSM.

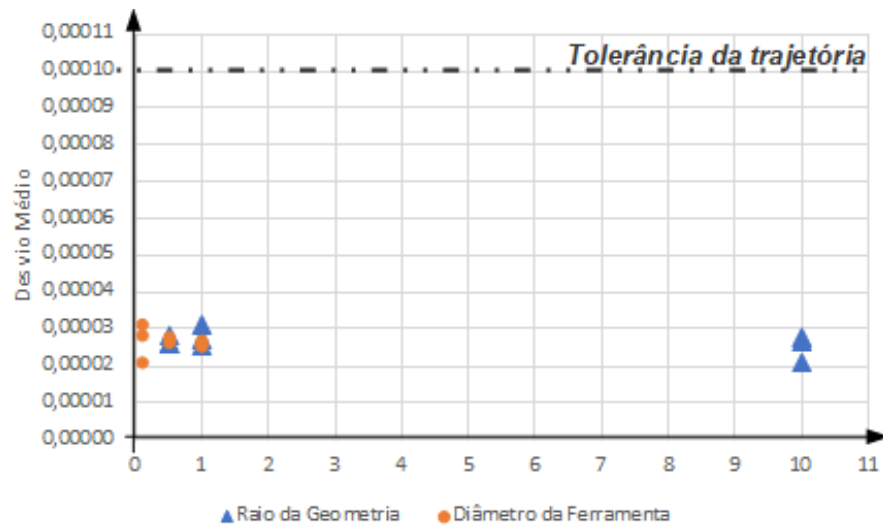


Figura 6. Gráfico representativo dos pontos de desvios médios para a banda de tolerância de 0,0001 mm do CLDATA do Cimatron.

Da análise das figuras, foi possível inferir que, para as trajetórias geradas, os dois softwares CAM apresentaram desvios dentro da banda de tolerância estabelecida nas configurações de trajetória destes softwares (0,0001 mm) e, portanto, apresentam precisão de cálculo adequada para aplicações de microfresamento.

4 | CONCLUSÃO

A análise do gráfico dos efeitos principais e de Pareto permitiu avaliar que os fatores, raio de geometria, diâmetro da ferramenta e software CAM, não possuem influência significativa nos desvios gerados das trajetórias dos softwares CAM, individualmente, ou quando se relacionam, indicando irrelevância estatística. Por outro lado, foi possível apreciar que o fator que apresentou maior influência nos desvios de trajetórias da ferramenta, individualmente e nas interações com outros fatores, foi a tolerância.

Os maiores desvios de trajetória encontrados estão relacionados com a tolerância de 0,01 mm. Para tolerâncias na faixa micrométrica (0,001 mm) e submicrométrica (0,0001 mm), os desvios não são considerados significativos para os diversos fatores e suas interações. Sendo assim, no que tange à utilização dos softwares estudados, não foi evidenciada significância estatística que os diferencie.

A análise de posição dos desvios médios das trajetórias dentro da banda de tolerância de 0,0001 mm (Figuras 5 e 6), configurada nos softwares CAM e recomendada para o microfresamento, corrobora a conclusão de que, em termos de precisão dos cálculos matemáticos de geração de trajetórias, não foram encontradas diferenças entre os dois softwares avaliados para a geração de trajetórias com tolerâncias recomendadas para aplicações em microfresamento. O que é uma conclusão importante, uma vez que aponta para a possibilidade de gerar trajetórias de microfresamento em softwares CAM que não têm módulos dedicados a estas

aplicações.

Por fim, é importante mencionar que a metodologia do cálculo empregado neste trabalho avalia de forma individual o desvio de trajetória de ferramenta na condição em que existam pontos em desvio entre a posição local ao longo da trajetória e o ponto ideal local, que por sua vez, resultaria em tangência com a superfície da peça, não levando em consideração os pontos de desvio que estejam entre a posição ideal local (tangência) e a posição local, que resultaria em invasão da ferramenta sobre a peça (desvio cordal).

REFERÊNCIAS

CHOI, B. K.; JERARD, R. B. **Sculptured surface machining: theory and applications**. Springer Science & Business Media, 2012.

GHERMAN, L.; GLEADALL, A.; BAKKER, O. RATCHEV, S. **Manufacturing Technology: Micro-machining**. In: FASSI, I.; SHIPLEY, D. (Ed.). **Micro-Manufacturing Technologies and Their Applications: A Theoretical and Practical Guide**. Cham: Springer, 2017. Cap. 4. p. 97-127.

POPOV, K.; DIMOV, S.; PHAM, D.; IVANOV, A. **Micromilling strategies for machining thin features**. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, v. 220, n. 11, p. 1677–1684, 2006.

THEPSONTHI, T.; ÖZEL, T. **An integrated toolpath and process parameter optimization for high-performance micro-milling process of Ti-6Al-4V titanium alloy**. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 75, n. 1–4, p. 57–75, 2014.

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

Guilherme Dirksen

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE –
Joinville – SC

Ademir Jose Demetrio

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE –
Joinville – SC

Altair Carlos da Cruz

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville – SC

Claiton Emilio do Amaral

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville - SC

Custodio da Cunha Alves

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville - SC

Emerson Jose Corazza

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville - SC

Eveline Ribas Kasper Fernandes

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville - SC

Fabio Krug Rocha

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville - SC

Gilson Joao dos Santos

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville - SC

Paulo Roberto Queiroz

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville - SC

Renato Cristofolini

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–

Joinville - SC

Rosalvo Medeiros

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville - SC

RESUMO: A concorrência presente na indústria, faz com que as empresas busquem novos métodos e tecnologias para desenvolver produtos de ótima qualidade e que são capazes de atender o cliente com baixo custo. Deste modo, pode-se observar a necessidade de softwares CAE (Computer Aided Engineering), os quais tornam as produções mais eficazes e, simultaneamente, aumentam a resistência e robustez do produto final de maneira otimizada. Tendo em vista essa necessidade mercadológica, o presente artigo tem por objetivo verificar e analisar se o dimensionamento atual aplicado na estrutura das bases fundidas de ferramenta de estampagem está corretamente dimensionado, propondo uma pesquisa voltada para as análises necessárias referente a resistência mecânica destas estruturas. Sendo assim, geometrias são propostas para análise e com o auxílio do software Ansys, foi possível determinar a estrutura que apresenta maior eficiência. Além disso, o software Autoform é capaz de demonstrar todos esforços provenientes da operação de estampagem, fornecendo com precisão dados necessários.

Por fim, houve também levantamento das propriedades mecânicas do material estudado. Por meio das pesquisas e das simulações, observou-se um superdimensionamento da estrutura hoje utilizada, assim permitindo que haja a realização de uma otimização no dimensionamento da estrutura.

PALAVRAS-CHAVE: Análise estrutural, Ferramenta de Estampagem, Simulação numérica, Elementos Finitos.

ABSTRACT: The competition in the industry nowadays, makes companies look for new methods and technologies to develop high quality product, that can provide the costumer the lowers costs. Thus, the need for CAE (Computer Aided Engineering) software was considered, that becomes the production much more effective and, simultaneously, the product resistance and robustness are enhanced in an optimized way. In view of this market need, the present article has the objective to verify and analyses if the current dimensioning applied in the structure of the die casting tool bases is correctly dimensioned, proposing a research focused on the necessary analyzes regarding the mechanical strength of these structures. Thus, geometries were proposed for analysis and with an aid of software Ansys, it is possible to determine the structure that presents the highest efficiency. Besides that, the software Autoform can demonstrate all the efforts coming from a die tool, providing with precision all the necessary data. Finally, there was also a survey of the mechanical properties of the studied material. By the researches and the simulations, it can be observed that there is an oversizing of the structures used today, thus allowing an optimization in the dimensioning of the structure.

KEYWORDS: Structural analysis; Die tool; Numerical simulation; Finite elements.

1 | INTRODUÇÃO

As ferramentas de estampagem empregam diversas operações de conformação mecânica. Os materiais empregados na estrutura da ferramenta, devem apresentar as propriedades mecânicas necessárias para suportar todos os esforços do processo, de modo a manter a integridade e a durabilidade.

O desenvolvimento das estruturas dessas bases ocorre muitas vezes através do conhecimento empírico do projetista, e não há um estudo para validar se o projeto apresenta a resistência necessária para suportar os esforços. Desta maneira são projetadas estruturas demasiadamente robustas para que não ocorra nenhuma falha durante a sua vida útil.

Tendo em vista estas situações, o uso de softwares CAE (*Computer Aided Engineering*), se faz de extrema importância, pois é possível criar em um ambiente virtual com todas as situações que podem afetar a estrutura, deste modo prevenindo as possíveis falhas e dimensionando a estrutura com o intuito de manter sua robustez de modo otimizado.

Este artigo apresenta um estudo relacionado a ferramentas de estampagem

com objetivo de verificar e analisar se o dimensionamento atual aplicado na estrutura das bases fundidas de ferramenta de estampagem está corretamente dimensionado.

Para atingir o objetivo geral, são traçados os objetivos específicos para realização do estudo, tais como, calcular os esforços de estampagem através de um software de simulação para um determinado produto afim de especificar a prensa de trabalho; verificar qual o material é indicado para estas estruturas; fazer um comparativo das propriedades mecânicas confrontando a norma e o material físico; submeter a estrutura a aplicação dos esforços em um ambiente virtual; determinar um critério de análise para simulação.

2 | REFERÊNCIAL TEÓRICO

Neste artigo serão abordados os conceitos em estampagem, caracterização de materiais, análise estrutural, simulação numérica e aspectos de projetos.

2.1 Estampagem

Constitui de um processo tecnológico de conformação plástica de chapa, com o qual é possível obter grande variedade de peças com relevante complexidade e ocas (WENNER, 2005).

Segundo Ferreira (2010), a conformação da chapa para esses processos, ocorrem através de dobramentos e estiramentos sucessivos, resultando em esforços de tração e compressão, em todos os seus elementos de volume nas três direções principais, tais como, radial, axial e circunferencial.

2.1.1 Estrutura da ferramenta

Para ferramentas de grande porte utilizam-se geralmente ligas de materiais fundidos que correlacionando com Bresciani et al. (2011), a Figura 01 destaca os principais componentes do ferramental que caracteriza o processo de estampagem profunda.

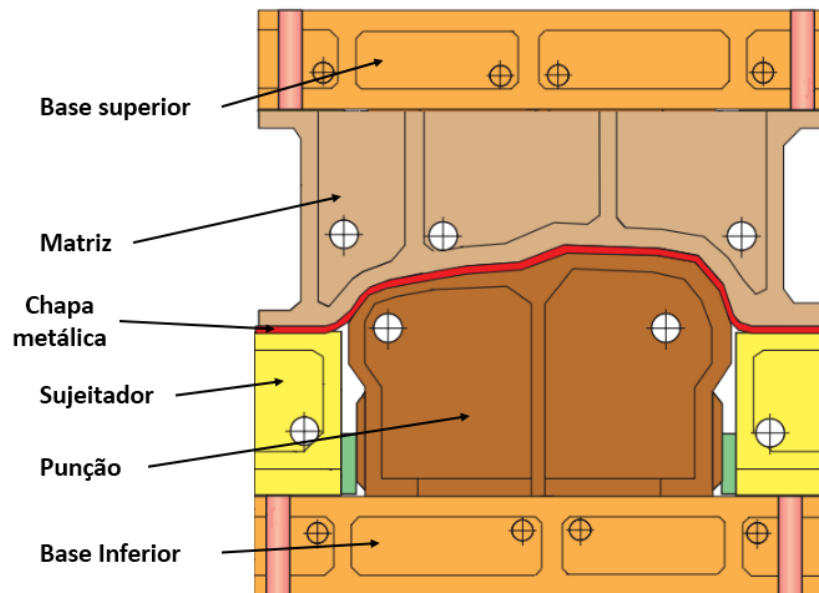


Figura 01 – Principais componentes para uma ferramenta de estampagem

Fonte: Adaptado de Altan, 1998.

Conforme a Figura 01 demonstra, as bases têm a função de fixar os componentes e são projetadas para suportar todos os esforços resultantes do processo de estampagem.

2.2 Caracterização do material

Segundo Altan (1998), o material aplicado tanto na base inferior como na base superior é o ferro fundido cinzento, classe GG-25. Souza (1982), define o ferro fundido cinzento como um material frágil e que apresentam tensões diferentes quando exigidos a tração e a compressão, conforme Figura 02.

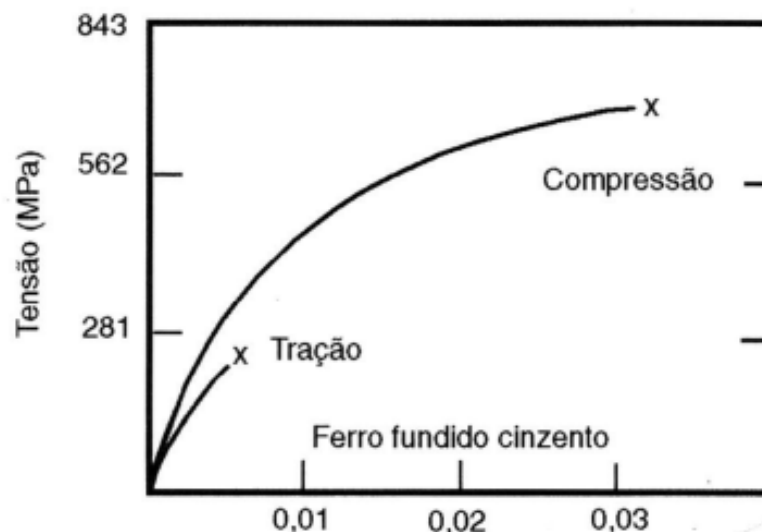


Figura 02 – Tensão x Deformação do ferro fundido cinzento.

Fonte: GARCIA et al., (2000).

O ferro fundido cinzento apresenta maior resistência a compressão (GARCIA et

al., 2000).

Segundo Chiaverini (1996), o valor de resistência a compressão é uma propriedade importante comercial, onde seu valor é de 3 a 4,5 vezes superior ao da resistência a tração. As propriedades mecânicas do ferro fundido cinzento, são verificadas no Quadro 01.

Resistência a tração (N/mm ²)	Resistência a compressão (N/mm ²)	Resistência a flexão (N/mm ²)	Resistência ao cisalhamento (N/mm ²)	Módulo de Elasticidade (kN/mm ²)
250 - 350	840	340	290	103 - 118

Quadro 01 – Propriedades Mecânicas do ferro fundido cinzento.

Fonte: Adaptado da norma EN 1561, (1997).

As propriedades descritas no Quadro 01 são obtidas a partir da norma DIN EN 1561, e suas propriedades são importantes para as análises estruturais.

2.3 Análise estrutural

Segundo Hibbeler (2010) uma estrutura poder estar sujeita a aplicação de uma carga concentrada, ou um carregamento distribuído. Beer et al. (2015), afirma que essas cargas geram tensões em toda a estrutura podendo ser direcional ou multidirecional.

Beer et al. (2015) apresenta dois critérios de falha para materiais frágeis, tais como o Critério da tensão normal máxima e o Critério de Mohr. Estes critérios determinam se a estrutura falhará ou não.

2.3.1 Critérios de falha

Segundo Beer et al. (2015), o critério da tensão normal máxima determina que o componente estrutural falhará se a tensão normal máxima do componente atingir o limite de resistência à tração (σ_{LT}). Deste modo o componente estará seguro se os valores das tensões principais ($\sigma_{m\acute{a}x}$ e $\sigma_{m\acute{i}n}$) forem menores que os limite de resistência à tração (σ_{LT}).

Beer et al. (2015), afirma que este critério considera que o limite de resistência a tração (σ_{LT}) e o limite de resistência a compressão (σ_{LC}) são iguais, porém para materiais frágeis isso raramente acontecerá.

O engenheiro alemão Otto Mohr, propôs o critério de Mohr que considera diferentes valores para limites de resistência a tração e compressão. Segundo Beer et al. (2015), para que esse critério seja executado as tensões últimas do material devem ser conhecidas e para análise são representadas através do diagrama de Mohr.

2.4 Simulação numérica

Segundo Melconian (2014), o MEF é um método para análise aproximada de vários fenômenos físicos que ocorrem em meios contínuos e que são descritos por meio de equações diferenciais parciais.

Por meio do software Autoform, podem-se obter resultados referente ao processo de conformação. Dentre os resultados, pode-se observar: estiramento de chapa e análise de gráfico FLD (Forming Limit Diagram); além de indicar os esforços necessários para conformação da chapa.

Segundo Naves e Cunha (2011), é necessário informar ao software Ansys alguns passos iniciais, como a definição das características do material usado, regiões de apoio, dimensionamento e os carregamentos envolvidos. De acordo com Antoniacomi e Souza, (2010), A simulação deve se iniciar pela construção de uma malha, assim substituindo uma região continua por elementos finitos.

3 | METODOLOGIA

O desenvolvimento da metodologia se baseia na seguinte sequência: Obtenção dos esforços de estampagem; determinação da carga de trabalho; desenvolvimento do modelo das bases de estampo e propostas; comparativo do material; preparação e simulação das bases.

3.1 Definição dos esforços de estampagem e carga de trabalho

Os esforços de estampagem foram obtidos a partir de uma sequência de operações definidas, representadas na Figura 03.

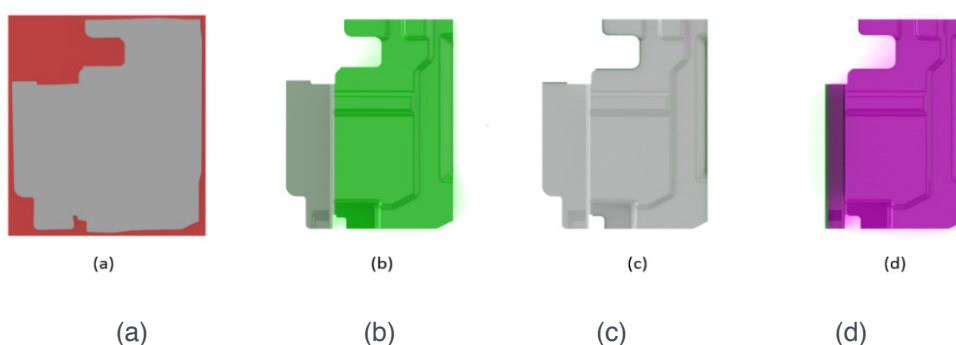


Figura 03 – Sequência de operações de estampagem. (a) OP-20 Corte em prensa; (b) OP-30 Embutimento; (c) OP-40 Dobramento; (d) OP-50 Dobramento.

Fonte: Primária, 2018.

As sequências de operações acima foram desenvolvidas de acordo com o produto desejado, onde foram necessárias 4 operações, sendo elas: (a) Corte em prensa; (b) Embutimento; (c) Dobramento; (d) Dobramento. As simulações dos estágios de conformação foram realizadas no software CAE (Computer Aided

Engineering), denominado AutoForm, que é um software específico para simulação de conformação. Para a realização da simulação é necessário informar ao software os dados de entrada, que seguem esta sequência: definição das ferramentas virtuais; material a ser estampado; operações de estampagem; dimensões da chapa. Após a realização da simulação, alguns resultados são exibidos, como o resultado de conformação da chapa, rugas, etc., porém foi extraído desta simulação os esforços de estampagem necessários para conformar a chapa em cada operação, conforme Tabela 01.

Operação	Força Operação (tf)	Força Sujeição (tf)	Força Total (tf)
OP - 20	58	5,8	63,8
OP - 30	38	17,7	55,7
OP - 40	38,6	33,4	72
OP - 50	41,4	39,2	80,6
Somatória dos esforços			272,1

Tabela 01 – Esforços necessários obtidos através da simulação no software Autoform para conformação da chapa.

Fonte: Primária, 2018.

A estrutura da base deverá suportar o esforço total da prensa, que, segundo Altan (1998) a prensa de trabalho é definida a partir de um acréscimo de 20% no esforço total para conformação, logo:

$$\text{Prensa de Trabalho} = 1,2 \times (272,1) = 326,52\text{tf}$$

Com base neste cálculo foi adotada uma prensa de trabalho de 400tf (tonelada força) ou 4.000kN, valor comum praticado na área de estamparia.

3.2 Comparativo das propriedades mecânicas do material

Para que os resultados das simulações sejam os mais próximos da realidade, foram comparados os valores das propriedades mecânicas vigente em norma e os valores praticados pelo setor metalúrgico. A simulação será baseada nos valores mais baixos encontrados, onde se utilizou uma tensão de 250 MPa para o limite de resistência a tração, 700 MPa para o limite de resistência a compressão, 290 MPa para o limite de resistência ao cisalhamento.

3.3 Fator de segurança

Segundo Norton (2013), para, para situações onde algumas propriedades mecânicas do material são aproximadas, deve ser considerado um fator de segurança igual a 3.

3.4 Deformação

O gráfico do ensaio de tração mecânica do material indica que este suporta uma deformação de 1,05 mm, para tensão de 268 MPa, como a tensão para análise é de 250 MPa, a deformação máxima do material será de 0,9 mm, que aplicando o fator de segurança será aceitável uma deformação de 0,3 mm.

3.5 Desenvolvimento do modelo e propostas para a estrutura das bases.

O desenvolvimento das estruturas do ferramental se baseia no conhecimento empírico do projetista, ou conforme solicitações dos clientes. Foram desenvolvidos os modelos das bases de estampo conforme podem ser analisadas na Figura 04, para acomodar as 4 operações de estampagem.

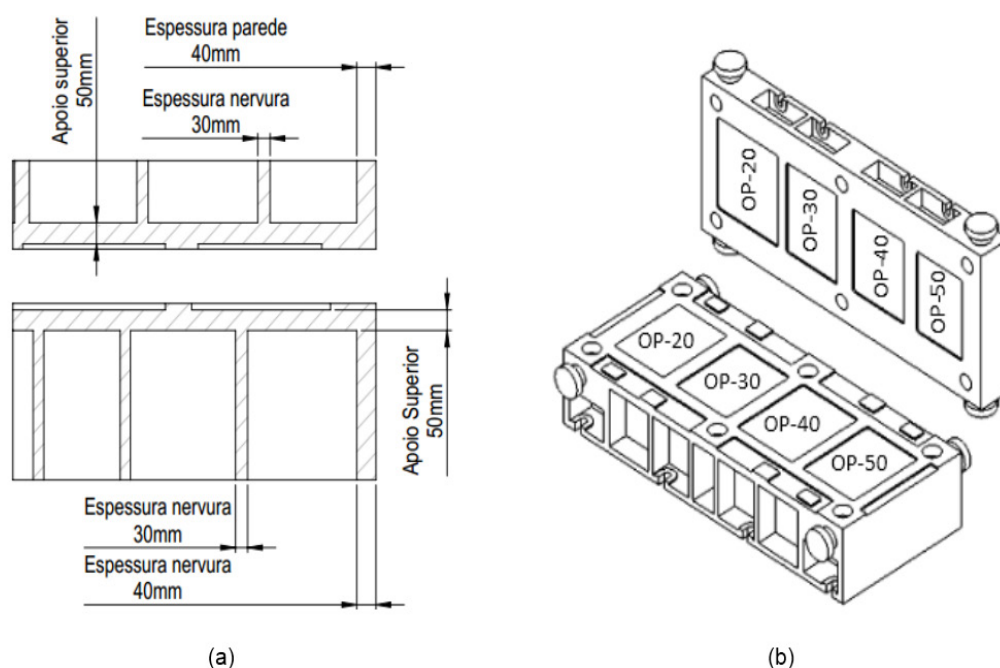


Figura 04 – Modelamento conceitual. (a) Vista em corte de seção para representar a estrutura; (b) Vista isométrica do conceito estrutural do modelo.

Fonte: Primária, 2018.

De modo geral se procurou utilizar paredes de 40 mm de espessura, nervuras internas de 30 mm de espessura, apoios inferiores de 35 mm e apoios superiores de 50 mm de espessura, conforme Figura 04(a).

3.6 Aspectos do projeto

Após a conclusão do projeto, não existe um estudo aprofundado em relação a resistência dos componentes. Geralmente essas formas construtivas podem ser substituídas por geometrias otimizadas, de modo a permitir uma distribuição uniforme da tensão e deformação. O Quadro 02 apresenta possíveis geometrias a serem adotadas para a construção das bases.

Geometria A	Geometria B	Geometria C	Geometria D	Geometria E
Vista do lado inferior das bases inferiores				
Vista isométrica do lado inferior das bases inferiores				
Massa teórica (Kg)				
5166,9	2050,1	1820,1	1987,5	1889,9

Quadro 02 – Comparativo entre as propostas para desenvolvimento das geometrias das bases

Fonte: Primária, 2018.

Os desenvolvimentos destas propostas foram baseados com diferentes posicionamentos das nervuras e com inserção de alívio de massa afim de reduzir o peso da estrutura e conseqüentemente reduzir os custos de fabricação.

3.7 Desenvolvimento da simulação estrutural das bases

Para realização das simulações são necessárias algumas informações, tais como, modelo matemático a ser simulado, material da estrutura, esforços aplicados e regiões de apoio. Os modelos matemáticos são importados para o software Ansys, onde a partir desses modelos são geradas as malhas.

Com a definição dos modelos e das malhas, é informado ao software o material a ser empregado na estrutura, onde as propriedades mecânicas adotadas foram as que representam o material na pior condição.

As forças aplicadas na estrutura são baseadas no esforço definido aplicado pela prensa de trabalho, e a área de aplicação destas cargas, são distribuídas conforme a região onde são fixados os módulos de conformação. Na Figura 05 está representada a aplicação dos esforços na estrutura.

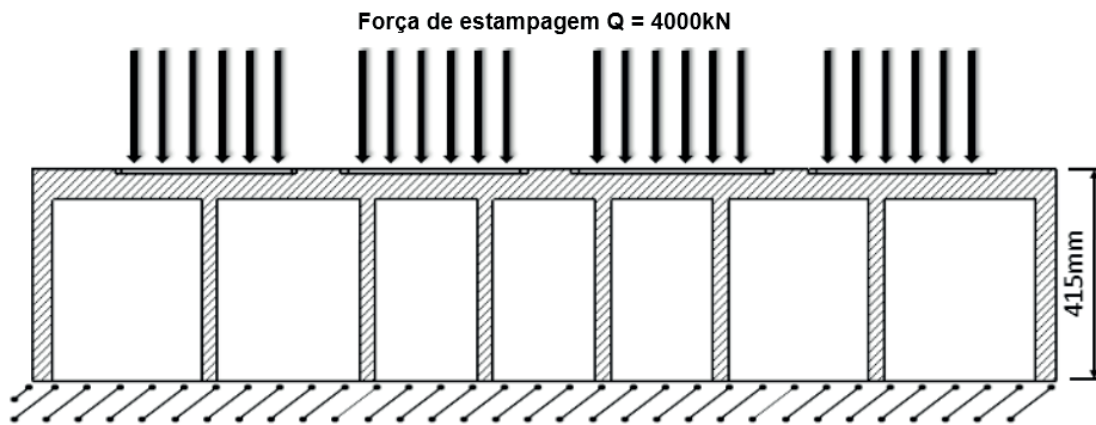


Figura 05 – Representação esquemática da aplicação das cargas e superfície de apoio.

Fonte: Primária, 2018.

Conforme a Figura 05, a simulação consistiu na aplicação de um carregamento estático uniaxial distribuído nas regiões onde ocorrem as operações de conformação, sendo o lado inferior da base engastado.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos resultados das simulações das geometrias propostas.

As simulações foram realizadas partindo dos mesmos conceitos de aplicação dos esforços, áreas de aplicação e o mesmo material, sendo este configurado na pior condição possível. Todos os modelos foram simulados e a interface das simulações podem ser analisadas na seção apêndice. Na figura 06, estão descritos os resultados obtidos de cada simulação.

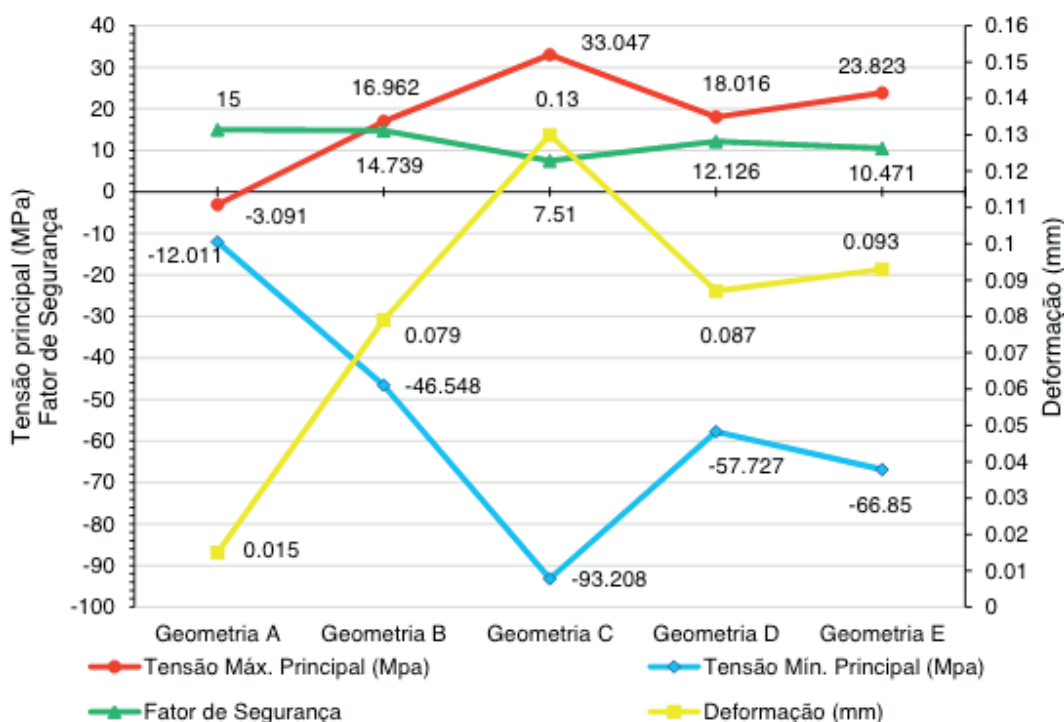


Figura 06 – Resultados extraídos das simulações das geometrias propostas realizadas no Ansys.

Fonte: Primária, 2018.

Na Figura 06 estão representados os principais resultados das simulações para análise dos dados obtidos. Esses dados baseiam-se na tensão máxima principal, tensão mínima principal, deformações máximas e o fator de segurança.

4.2 Definição da geometria de maior eficiência.

Para a determinação da eficiência de cada modelo proposto, foi tomado com base nas tensões principais máximas e mínimas, deformação máxima, índice de massa e fator de segurança de cada estrutura. Na Figura 07, estão representados os valores de massa teórica de cada geometria proposta.

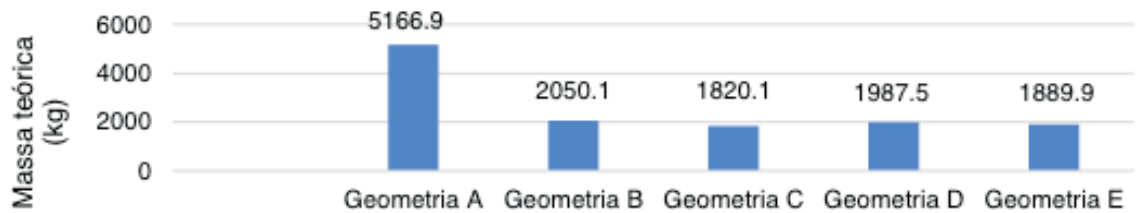


Figura 07: Índice de massa teórica (kg) das geometrias de cada estrutura.

Fonte: Primária, 2018.

Conforme Figura 07, a “Geometria A” apresentou a maior discrepância em relação as demais geometrias. Como a “Geometria B” e a “Geometria D” foram as que apresentaram melhores resultados em relação a resistência mecânica, logo, essas geometrias são consideradas as de maior eficiência. Porém, como a “Geometria D” apresentou índice de massa menor quando comparada a “Geometria B”, esta é definida como sendo a geometria de maior eficiência para o estudo. Os resultados de simulação com o auxílio do software Ansys podem ser analisados na Figura 08.

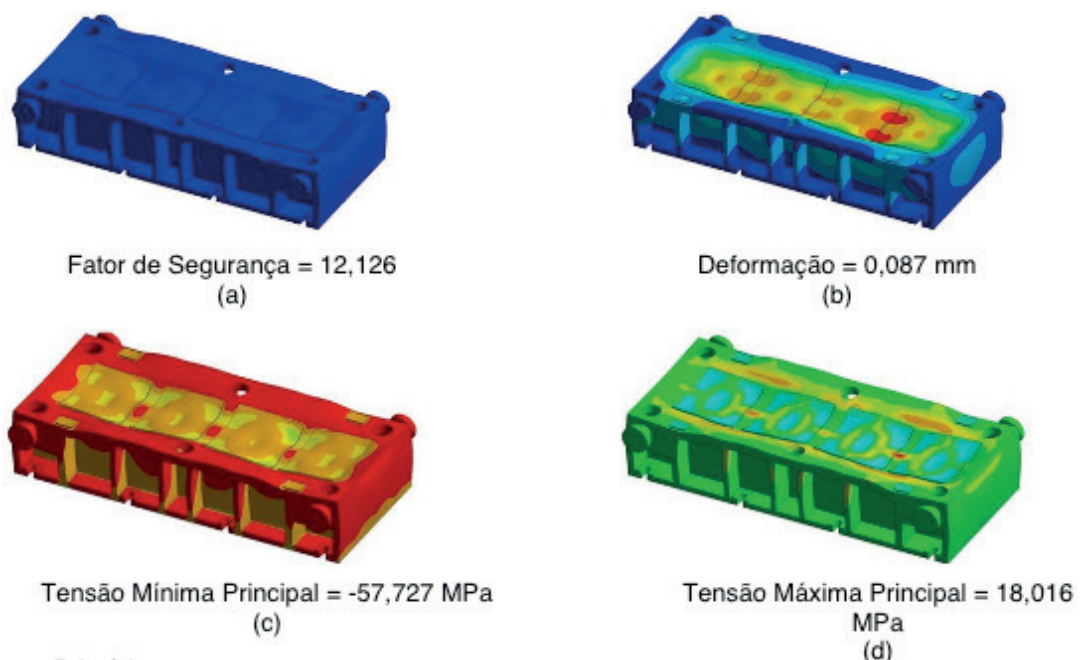


Figura 08 – Resultado da simulação da “Geometria D” com auxílio do software Ansys. (a) Fator de Segurança; (b) Deformação; (c) Tensão Mínima Principal; (d) Tensão Máxima Principal.

De acordo com a Figura 08, a simulação da estrutura em estudo apresentou uma alta margem de segurança, de modo que se obteve um elevado fator de segurança, as tensões principais sofridas estão distantes dos limites de resistência do material, assim como a deformação.

Considerando que a simulação se caracterizou através da pior condição do material, e que os valores retirados da simulação representam os pontos com maior criticidade, se considera que o atual modo de desenvolvimento e dimensionamento destas estruturas estão superdimensionados.

4.3 Otimização da geometria de maior eficiência

Visto que através do atual método são desenvolvidas estruturas superdimensionadas, propõe-se uma otimização para o atual dimensionamento.

A partir da geometria de maior eficiência (Geometria D), são propostas quatro novas estruturas com uma variação de redução média de 5 mm. Estas reduções são aplicadas nas espessuras das paredes, nervuras e apoios.

Para a simulação das estruturas otimizadas, foram aplicados os mesmos critérios utilizados nas simulações anteriores, e podem ser verificadas na seção apêndice. O resumo dos principais resultados para os critérios de análise estão dispostos na Tabela 02.

Estrutura	Tensão Máxima Principal (MPa)	Tensão Mínima Principal (MPa)	Deformação (mm)	Fator de Segurança	Massa Teórica (kg)
Geo. D1	292,660	-621,050	1,161	0,850	641,570
Geo. D2	102,400	-208,250	0,370	2,392	952,140
Geo. D3	65,116	-133,980	0,237	3,729	1198,6
Geo. D4	37,659	-85,821	0,159	6,638	1410,6

Tabela 02 – Valores das simulações para as bases otimizadas.

Fonte: Primária, 2018.

Das geometrias otimizadas, a que apresentou resistência estrutural satisfatória, é a “Geometria D3”. Esta estrutura é dimensionada com nervuras de 20 mm de espessura, paredes com 20 mm de espessura e apoio superior com 25 mm de espessura.

Os resultados obtidos através da simulação da “Geometria D3”, observa-se que os valores para deformação e o fator de segurança estão bem próximos dos valores estipulados de acordo com a metodologia deste artigo, onde o fator de segurança desejado é igual a 3 e a deformação máxima igual 0,3 mm, e foram obtidos um fator de segurança igual a 3,72, e a deformação máxima resultou em 0,237 mm.

Esta geometria apresentou um índice de massa teórica de 1198,6 kg, deste modo, houve uma redução de aproximadamente 41,5%, quando comparada a estrutura conceito (Geometria B) que possuía cerca de 2050,1 kg de massa teórica.

5 | CONCLUSÃO

Este artigo teve como objetivo elaborar um estudo de modo a permitir a validação da maneira atual de desenvolvimento das estruturas das bases de ferramentas de estampagem, onde se procurou verificar e analisar se o método utilizado para o dimensionamento está correto.

Como todo o estudo foi baseado apenas na teoria, e não foram realizados nenhum tipo de teste ou ensaio, procurou-se de modo geral, simular situações virtuais com os valores utilizados o mais próximo possível da realidade. Deste modo a importância de se utilizar softwares de simulação numérica é extremamente relevante para estudos que buscam meios para otimização de determinados produtos e processos.

Com o auxílio dos softwares CAE observou-se um fator de segurança igual a 14,149, e demais critérios de análise, ficarem muito distantes das tensões e deformações suportadas pelo material.

Devido a estes fatos é possível concluir que o atual dimensionamento das estruturas das bases de ferramentas de estampagem está superdimensionado, de modo a permitir a realização de uma otimização da estrutura.

Visto o superdimensionamento como uma oportunidade de melhoria para o processo, foram propostas algumas reduções na estrutura de modo a torná-la otimizada. Com as simulações realizadas destas estruturas foi alcançado, uma redução de massa teórica de aproximadamente 41,5%.

Como propostas para trabalhos futuros se sugere a realização de ensaios mecânicos para se determinar todas as propriedades mecânicas do material, afim de se obter um menor coeficiente de segurança, e conseqüentemente uma maior redução de massa. Como o projeto de ferramenta é exclusivo para uma única peça, a determinação de uma equação onde se relaciona todas as variáveis encontradas neste artigo para desenvolvimento de futuros projetos.

REFERÊNCIAS

ALTAN, T. **Metal Form Hadbook**. Ohio / Schuler: Die Deutsche Bibliothek – CIP – Einheitsaufnahme, 1998.

ANTONIACOMI e SOUZA. **A Técnica Dos Múltiplos Domínios Aplicada À Geração De Malhas No Software Ansys Cfx-Mesh**. Conen 2010, Campina Grande, Paraíba.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6589: Peças em ferro fundido cinzento classificados conforme a resistência à tração**. Rio de Janeiro, p. 11. 1986.

BEER, F. P., JOHNSTON, E. R. J., DEWOLF, J. T., MAZUREK, D. F. **Mecânica dos Materiais**. 7ed., Porto Alegre, AMGH editora Ltda., 2015.

BRESCIANI Filho, E., SILVA, I. B., BATALHA, G. F., BUTTON, S. T. **Conformação Plástica dos Metais**. 6. ed. São Paulo, EPUSP, 2011.

CHIAVERINI, V. **Aços e ferros fundidos**: características gerais, tratamentos térmicos, principais tipos. 7ed. São Paulo, SP: ABM, 1996.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **EN 1561: Gray Cast Iron**. 1997.

FERREIRA, R. A. S. **Conformação Plástica**: Fundamentos metalúrgicos e Mecânicos. 2ed., Recife, Editora Universitária da UFPE, 2010.

GARCIA, A., SPIM, J. A., SANTOS, C. A. **Ensaio dos Materiais**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 2000.

HIBBELER, R. C. **Resistência dos Materiais**. 7ed. São Paulo, Pearson, 2010.

MELCONIAN, Marcos Vinícius. **Modelagem Numérica e Computacional com Diminuição e Elementos Finitos**. São Paulo, Edgard Blücher, 2014

NAVES, G.F.; CUNHA, J. **Simulação numérica do comportamento estrutural e pré-dimensionamento das estruturas arco e cúpula**. Revista Horizonte Científico, Uberlândia, n. 1, v. 5, p. 1-20, 2011.

NORTON, R. L. **Projeto de Máquinas**: uma abordagem integrada. 4 ed. Porto Alegre, Bookman, 2013.

SOUZA, S. A. **Ensaaios Mecânicos de Materiais Metálicos**: Fundamentos Teóricos e Práticos. 5ed. São Paulo, Edgard Blücher, 1982.

WENNER, M. L. (2005). Overview – Simulation of metal forming. Numisheet 2005: Proceedings of the 6th International Conference on Numerical Simulations of 3D Sheet Metal Forming Processes, pp. 3-7 AIP Conference Proceedings.

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

Claudia Regina Carvalho de Oliveira

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

Paulo Jabur Abdalla

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

Emerson Morais Jorge

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

Josenid Ferezini Vasconcellos Junior

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

Luiz Felipe da Silva Oliveira

UCP, Engenheiro de Produção
RJ - Petrópolis

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

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

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

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

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

1 | INTRODUÇÃO

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

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

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

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

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

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

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

Algumas métricas utilizadas para controle dos resultados:

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

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

(ii) Média de tempo entre reparos;

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

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

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

2 | HISTÓRICO

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

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

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

3 | CONCEITUAÇÃO

3.1 Manutenção Centrada na Confiabilidade – MCC

A metodologia RCM (Reliability Centered Maintenance) ou Manutenção Centrada

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

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

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

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

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

3.2 Manutenção Baseada na Condição

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

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

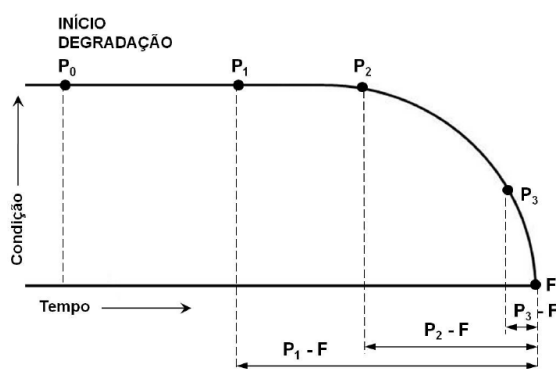


Fig. 2 – Curva P-F. Moubray -1997

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.1 Metodologia de Implementação Proposta

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

(i) Fase preliminar:

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

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

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

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

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

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

4.2 Manutenção Tradicional x MCC²

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

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

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

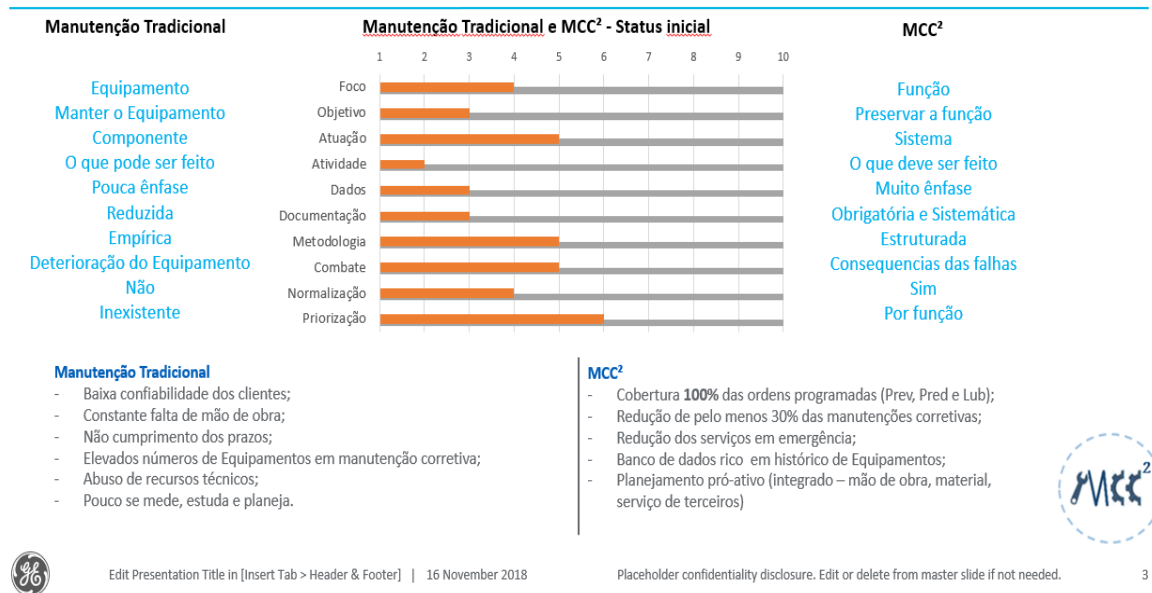


Fig. 4 – Manutenção Tradicional x MCC² (Aplicação da metodologia combinada – C. Carvalho Oliveira, L. Oliveira (2018))

5 | MÉTRICAS APLICÁVEIS – INDICADORES PARA CONTROLE

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

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

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

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

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

AGRADECIMENTO POR CONTRIBUIÇÃO NA CONCEITUAÇÃO GERAL AOS AUTORES:

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

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

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

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

REFERÊNCIAS

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

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

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

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

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

APLICAÇÃO DA COMPUTAÇÃO FÍSICA NO AUXÍLIO A CRIANÇAS COM DEFICIÊNCIA

Laura Cristina Meireles de Lima

laura.lima13@hotmail.com

Faculdade de Tecnologia de Jundiaí – Deputado
Ary Fossen

Cláudio Luís V. Oliveira

prof.claudioluis@fatec.sp.gov.br

Faculdade de Tecnologia de Jundiaí – Deputado
Ary Fossen

RESUMO: O presente projeto tem como pressuposto o uso do Arduino como ferramenta para melhorar as condições de aprendizagem de crianças com necessidades especiais possibilitando sua melhor inclusão no sistema de ensino. A ideia básica será o auxílio ao desenvolvimento psicomotor dos educandos através do microcontrolador e sensor MPU-6050.

Juntamente com um jogo desenvolvido em Unity e um software desenvolvido em C#, será apresentado o problema, os métodos de tratamento do problema e um método que ajudará a verificar a eficácia do tratamento dos pacientes que utilizarem o mesmo como forma principal do tratamento.

Arduino é um componente eletrônico de hardware livre e com sua placa projetada com microcontrolador ATMEL AVR, com linguagem única desenvolvida para a própria placa, tendo como base C/C++. O objetivo é criar projetos

inovadores e com baixo custo, até mesmo por pessoas com pouca experiência em eletrônica e programação.

PALAVRAS-CHAVE: Arduino, Tecnologia, Deficiência.

ABSTRACT: This project has as a presupposition the use of Arduino as a tool to improve the learning conditions of children with special needs, enabling them to be better included in the education system. The basic idea will be the aid to the psychomotor development of the students through the microcontroller and sensor MPU-6050.

Together with a game developed in Unity and software developed in C #, the problem will be presented, methods of treatment of the problem and a method that will help to verify the effectiveness of the treatment of patients who use it as the main form of treatment.

Arduino is an electronic component of free hardware and with its board designed with ATMEL AVR microcontroller, with unique language developed for the board itself, based on C / C ++. The goal is to create innovative and low-cost projects, even by people with little experience in electronics and programming.

KEYWORDS: Arduino, Technology, Disability.

1 | INTRODUÇÃO

Deficiência é o termo utilizado para definir uma disfunção de uma estrutura anatômica, fisiológica e psíquica ou até mesmo a ausência que gere incapacidade para o desempenho de atividades do cotidiano. Caracteriza-se pelo nível de desenvolvimento, comunicação, progressão funcional, interação social e de aprendizagem que determina o quanto em educação é necessário ter para esses indivíduos. As competências e o desempenho desses indivíduos são todos heterogêneos e variáveis. Os alunos com o nível básico funcional e com a possibilidade de se adaptar com facilidade ao meio podem e devem ser educados em uma classe comum, mediante a uma necessária adaptação e suplementação curricular. Os que possuem mais dificuldades poderão necessitar de processos especiais, apoiados, contínuos, e currículo que correspondam às suas necessidades na classe comum (Secretaria de Educação Especial, 2006).

A deficiência sempre foi um tema muito discutido, toda a educação e cuidados na época da infância são reconhecidos como fatores fundamentais no desenvolvimento da criança, com isso, os sistemas de ensino possuem o desafio de organizar projetos pedagógicos que promovam a inclusão de todas as crianças, sem exceção. O desenvolvimento da educação e o compromisso de trazer um sistema de qualidade foram impulsionados pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, introduzindo um atendimento, com início na educação infantil, que orienta atender os alunos com necessidades especiais.

Até recentemente as crianças que possuíam múltipla deficiência, eram educadas apenas em escolas especiais ou em instituições especializadas, apenas destinadas ao atendimento de crianças com deficiência mental, com isso o Brasil foi deixado em uma grande lacuna. A inclusão desses alunos no sistema comum de ensino foi realizada geralmente, em experiências isoladas. No meio escolar, há uma discussão frequente se esses alunos podem ou não se beneficiar de sistemas inclusivos de ensino em virtude de acentuadas necessidades especiais relativas a particularidades em processo de desenvolvimento e aprendizagem. A inclusão desses, em específico no sistema comum, requer uma mudança nas atitudes e posturas, relacionadas à prática pedagógica, e uma melhor aceitação da diversidade humana, causando assim uma modificação no sistema de ensino e na organização das escolas para que se adequem as especificidades de todos os educandos.

Para este projeto foi escolhido um microcontrolador chamado Arduino, um projeto Italiano iniciado em 2005 que foi criado primeiramente para aplicações escolares. Porém, várias pessoas começaram a utilizar para tornar a robótica mais acessível a pessoas com pouco conhecimento da área, pois com breve estudo já pode compreender o básico e criar seus próprios projetos inovadores (McRoberts, 2011).

Uma das vantagens é que possui linguagem própria desenvolvida especificamente para a placa, mas já é possível uma interação com a linguagem

2 | ARDUINO

O Arduino teve sua origem na Itália em 2005, tendo como criador Massimo Banzi, que tinha uma vontade de ensinar programação e eletrônica para seus alunos. Porém, não era fácil ensinar programação para pessoas sem experiência na área. Além disso, não existia nenhuma placa ou componente eletrônico econômico e simples no mercado.

Pensando nisso, Massimo decidiu criar sua própria placa, com ajuda de alunos para desenvolver uma linguagem própria para comunicação entre a placa e o computador, com uma sintaxe prática e familiar.

Porém o sucesso da placa foi tanto que ficou rapidamente conhecida, então várias pessoas começaram a utilizá-la para projetos, e então surgiu uma nova forma de se inovar, muitas vezes simples e econômicos, e de maneira rápida, mesmo por pessoas com pouca experiência na área de programação.

3 | ARDUINO LEONARDO

O sucesso do Arduino foi tão grande que lançaram várias placas no mercado, com diferentes finalidades e necessidades, e uma delas foi a Arduino Leonardo. Esta placa é diferente das demais, pois possui um microcontrolador ATMEGA 8 bits, que elimina o uso de um segundo com USB para programação.

3.1 Hardware do Arduino Leonardo

O hardware é composto por uma placa, na qual são construídos os projetos com ajuda de jumpers, leds, sensores, protoboard, entre outros.

3.1.1 Alimentação

Assim como Arduino UNO, a placa Arduino Leonardo pode ser alimentada tanto por USB como por uma fonte externa.

Igual ao Arduino Uno, sua alimentação é feita através de um conector *Jack* com positivo no centro, onde a tensão da fonte externa deve variar entre 6 volts aos 20 volts, mas quando alimentada com uma tensão menor do que 7 volts, a placa pode ficar instável, pois sua tensão de funcionamento é de 5 volts, correndo o risco de sobreaquecer e danificar a placa. Então, a recomendação para tensões de fonte externa é de 7 volts a 12 volts.

Porém, quando alimentada diretamente pela porta USB a tensão da porta

não precisa ser estabilizada pelo regulador de tensão, então a placa é alimentada diretamente pela USB já na tensão correta, e como possui o fusível resetável de 500mA existe o impedimento que ocorra uma falha no circuito, e ultrapasse a corrente de 500mA. Caso tenha alguma desestabilidade, o circuito apresenta alguns componentes que protegem a porta USB do computador, evitando assim ao máximo a danificação da placa.

3.1.2 Microcontrolador

O microcontrolador utilizado na Arduino Leonardo é o ATmega32U4, um microcontrolador de 8 bits da família AVR com arquitetura RISC avançada. Possui encapsulamento TQFP, que apenas permite a montagem em superfície, ou seja, é um componente SMD. Possui 32 KB de memória Flash (porém utiliza 4KB para o bootloader), 2,5 KB de SRAM e 1 KB de EEPROM. (SOUZA, 2014)

3.1.3 Pinos de Entradas e Saídas

A placa do Arduino Leonardo, assim como o Arduino UNO possui pinagem padrão, então os *Shields* usados no UNO também podem ser usadas no Leonardo. A placa possui pinos de entrada e saída, além de pinos para entrada analógica.

Seu padrão de pinos é bem semelhante ao UNO, porém este possui características específicas, tornando assim mais eficientes. Todos os pinos podem ser usados como entradas ou saídas digitais, inclusive os que estão dispostos para entradas analógicas.

Estes Pinos operam em 5 V, onde cada pino pode fornecer ou receber uma corrente máxima de 40mA. Cada pino possui resistor de pull-up interno que pode ser habilitado por software. Esse resistor tem o valor entre 20 - 50 KOhm. (SOUZA, 2014)

3.2 Software

Seu *software* é uma IDE, que quando executada em um computador onde será feita a programação, conhecida como *sketch*, que enviara para a placa do Arduino. Seu objetivo depende não apenas da programação, mas também dos componentes utilizados (*hardware*) e a implementação dos mesmos através do código.

3.3 Programação

Sua programação é uma IDE que permite a criação de *sketches* para as placas Arduino. Seu software de programação é gratuito e se encontra no próprio site oficial do Arduino para download. Sua linguagem é baseada em Wiring. Quando compilado, o código é traduzido para a linguagem C e transmitido para um compilador, que traduz os comandos para uma linguagem que o micro controlador entenda e transmita para seus componentes.

Sua IDE possui uma linguagem própria, porém foi baseada nas linguagens C e

C++.

Após o upload ser feito, o Arduino não necessita mais do computador para interpretar suas ações, desde que esteja ligado a uma fonte de energia.

3.3.1 Exemplo básico de programação

Um dos exemplos mais simples e mais utilizados para principiantes é o Blink, pois mostra a programação e como acender um LED através de uma saída digital de uma maneira bem simples.

```
1 /*
2 Blink
3
4 Liga um LED durante um segundo e depois desliga-se por um segundo, repetidamente.
5
6 */
7
8 // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
9 // give it a name:
10 int led = 13;
11
12 // the setup routine runs once when you press reset:
13 void setup() {
14 // initialize the digital pin as an output.
15 pinMode(led, OUTPUT);
16 }
17
18 // the loop routine runs over and over again forever:
19 void loop() {
20 digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
21 delay(1000); // wait for a second
22 digitalWrite(led, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
23 delay(1000); // wait for a second
24 }
```

4 | DEFICIÊNCIAS

4.1 Definição

“Deficiência é a limitação intelectual, física e/ou sensorial que uma pessoa possui. Segundo a medicina todos os seres humanos possuem algum tipo de deficiência em seu organismo, porém, o termo é normalmente utilizado para descrever uma deficiência em um auto grau de disfunção.” (CAOPIPD, MINISTÉRIO PÚBLICO DO PARANÁ)

No mundo, segundo dados da ONU, em 2016 cerca de 10% da população mundial possuem algum tipo de deficiência com auto grau.

4.2 Deficiência mental

“Este tipo de deficiência se manifesta antes dos 18 anos, e é caracterizada por o indivíduo apresentar um funcionamento intelectual significativamente abaixo da

média em comparação aos que não possuem a deficiência. Possui quatro níveis, sendo eles:” (CAOIPD, MINISTÉRIO PÚBLICO DO PARANÁ)

Leve: O indivíduo com esse grau de deficiência pode desenvolver habilidades escolares (sua aprendizagem é mais lenta, mas podem permanecer em classes de aula comuns) e profissionais, embora necessitem muitas vezes de orientação em diversas situações com as quais estamos acostumados a serem rotineiros. Podem desenvolver atividades mais complexa do que as demais e geralmente não apresentam problemas com adaptação em ambientes familiares e sociais.

Moderado: O indivíduo com esse grau de deficiência não possui capacidade suficiente para um bom desenvolvimento social, mas são capazes de adquirir hábitos de autonomia pessoal e social. Por mais que apresentem um desenvolvimento motor básico, que lhes permitem adquirir conhecimentos básicos para realizar algum trabalho, dificilmente chegam a dominar técnicas como leitura e escrita.

Severo: O indivíduo com esse grau de deficiência necessita de acompanhamento frequente, pois apresentam muitos problemas psicomotores e um grau mínimo de desenvolvimento em linguagens. Podem desenvolver algumas atividades básicas, as com muito esforço.

Profundo: O indivíduo com esse grau de deficiência possui um atraso intenso e uma capacidade motora, sensorial e de comunicação mínima. São dependentes em quase todas as suas funções do dia a dia, então necessitam de cuidados constantes.

4.3 Deficiência física

Para entender um pouco melhor sobre os tipos de deficiência física há um padrão no nome, sendo ele:

Doenças terminadas em “plegia” significa perda do movimento do membro. Já a “pares” é quando ocorre a perda da sensibilidade no membro em questão.

Sua definição com base na lei nº 7.853 de 24 de outubro de 1989: “Alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física, apresentando-se sob a forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triplegia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, ostomia, amputação ou ausência de membro, paralisia cerebral, nanismo, membros com deformidade congênita ou adquirida, exceto as deformidades estéticas e as que não produzam dificuldades para o desempenho de funções.”

“Ou seja, refere-se a falta de um membro ou uma parte dele, também a perda ou redução da capacidade motora. A vários tipos de limitação motora, sendo as principais:” (CAOIPD, MINISTÉRIO PÚBLICO DO PARANÁ)

Paraplegia: Ocorre quando há uma interrupção nas vias sensitivas e motoras que percorrem a medula espinhal. Os motivos são diversos para ocorrer essa

interrupção, entre eles o mais comum é algum tipo de acidente durante a vida do indivíduo, geralmente no nível da coluna dorsal ou lombar. A paraplegia leva a perda do controle e da sensibilidade de membros inferiores e da parte inferior do corpo.

Monoplegia: Ocorre quando somente um membro perde suas funções motoras.

Tetraplegia: Ocorre quando há uma interrupção nas vias sensitivas e motoras que percorrem a medula espinhal, no nível da coluna cervical, entre a primeira e a sétima vertebra cervical, ou devido a alguma doença neurológica. Gera uma paralisia parcial ou total da parte inferior do corpo.

Hemiplegia: É uma paralisia cerebral, que atinge um lado completo do corpo, causando assim uma paralisia do lado afetado e impossibilitando parcialmente seus movimentos. Quando o lado do corpo paralisado for o direito, a área do cérebro afetada é a esquerda, e quando o lado do corpo paralisado for o esquerdo, a área do cérebro afetada é a direita.

Amputação: É uma remoção de um membro do corpo, normalmente a remoção é feita de forma cirúrgica. Os principais motivos para esse procedimento são:

- Quando o membro foi afetado por uma gangrena
- Quando o membro apresenta um risco na saúde do indivíduo.
- Quando o membro sofreu um trauma grave.

Congênita: É quando o indivíduo apresenta uma má formação em algum órgão ou membro do corpo que determine uma anomalia morfológica estrutural presente no nascimento.

5 | ARDUINO NO AUXÍLIO A EDUCAÇÃO DE CRIANÇAS DEFICIENTES

Muitas crianças quando possuem alguma deficiência, vivem com muitas dificuldades para fazer atividades cotidianas, ainda mais associadas a movimentação, e quando a criança possui uma deficiência muitas vezes fica difícil fazer atividades que pessoas normais fariam.

Para que haja avanço no processo de desenvolvimento em crianças com múltiplas deficiências é necessário um método de educação multidisciplinar, em que estão incluídas ações integradas entre educação, saúde e família. É preciso buscar atividades funcionais que favoreçam o desenvolvimento da comunicação e das interações sociais, levando em conta o potencial da pessoa.

Quando possuem alguma deficiência geram uma dificuldade muito grande para fazer muitas atividades, ainda mais associadas a movimentação, e fica difícil fazer atividades que pessoas normais fariam, como mexer no computador ou jogar videogame.

E foi pensando num desses pontos, a educação, que foi criado um protótipo utilizando o microcontrolador Arduino Leonardo e sensores do tipo MPU-6050 para o desenvolvimento de um controle para computador mais interativo, possibilitando

assim crianças com deficiência múltipla um desenvolvimento físico, intelectual e motor, mas sempre respeitando o tempo necessário para cada um aprender e se sentir confortável em utilizar, afinal elas aprendem muito com o tato, e para aqueles que ainda têm um pouco da visão, com o apelo visual.

A função deste protótipo é fazer com que essas crianças tenham facilidades para realizar atividades como pessoas sem nenhuma deficiência, e isso faz com que tenham um desenvolvimento emocional, intelectual e corporal de uma forma mais interativa e chamativa, podendo assim interagir com mais facilidade a coisas cotidianas, e se integrar um pouco mais na sociedade e esquecer suas limitações.

O Arduino pode ser uma ferramenta muito poderosa para auxiliar essas crianças, podendo desenvolver uma gama de ferramentas para auxiliar os profissionais da área da educação infantil especializada em crianças deficientes a trabalhar com mais facilidade com elas, já que é algo novo, podendo assim minimizar quase a metade do tempo de tratamento.

E não é só isso o mesmo dispositivo pode ser uma ferramenta potencializadora nas mãos dos educadores para crianças comuns e mesmo para o uso de pessoas de outras idades portadoras de necessidades especiais, na medida em que ajuda a superar as dificuldades locomotoras dos membros superiores dos seres humanos.

Mesmo aplicações ainda não pensadas e que poderão surgir durante o desenvolvimento deste projeto ficam em aberto, pois as possibilidades são múltiplas.

6 | JOGO

“Jogo das Sombras”, um jogo desenvolvido sem fins lucrativos e focado primeiramente no público infantil, mas, com um escopo já definido para futuras melhorias, com a inclusão de outros modos de jogo, para todas as faixas etárias.

A premissa é simples, utilizar o jogo para incentivar o desenvolvimento cognitivo de todas as crianças, apesar que, foi pensado com uma proposta única, utilizando o controle sensorial de movimento, desenvolvido em Arduino para realizar suas ações. Este, também suporta outras formas de jogá-lo, não apenas utilizando a movimentação do membro que irá receber o controle e que necessita do incentivo motor, pois é um jogo híbrido, ele pode ser jogado em um computador, celular ou tablet, utilizando o mouse para realizar as ações.

Toda parte estrutural e funcional, foi desenvolvida utilizando softwares livres, detalhes a seguir. Um projeto que estará disponível gratuitamente, em várias plataformas, sempre deixando em foco sua proposta principal, mas não se esquecendo de atender todo o público que queira utilizá-lo. Seu código, sua arquitetura e toda sua lógica de programação, foram criados com a ideia de consumir o mínimo de processamento e memória, para que dispositivos mais defasados consigam rodar sem problema algum, o foco é a inclusão do máximo de público possível e também,

instituições que irão aderir a este software, muitas delas, não possuem equipamentos potentes, muitos deles, doados ou reaproveitados.

Desde o começo da definição deste projeto de jogo, até sua realização, muito estudo foi feito, com o objetivo de trazer a melhor experiência ao usuário, que no caso, é infantil e necessita de um cuidado diferenciado de conteúdo. Animais conhecidos e comuns, cores saturadas e vibrantes, palavras de fácil aprendizado, tudo isso está presente no Jogo das Sobras e ajuda a despertar à vontade, o interesse da criança em se divertir jogando. Existem dois modos de jogo atualmente, um modo de selecionar o animal disponível e levar até sua respectiva sombra e o modo de selecionar uma letra e leva-la até sua respectiva silhueta, completando assim a palavra e finalizando o jogo, ambos seguem está mesma lógica. Simples, fácil e intuitivo, estes são os pilares.



Figura 1 - Tela inicial do jogo.

Fonte: A Autora.

Atualmente o jogo conta com duas telas, uma somente de figuras (animais) e uma com letras.



Figura 2 - Tela de figuras.

Fonte: A Autora.



Figura 3 - Tela de letras.

Fonte: A Autora.

6.1 Especificações Técnicas

Este sistema foi desenvolvido, desde sua parte de arquitetura, modelagem dos personagens, design estrutural, com os softwares livres Visual Studio Community, Unity, Blender e Inkscape. Estará disponível em sua versão para PC- Windows, OSX, Android, IOS, Windows Phone, totalmente gratuito e com suporte ao usuário. Este jogo não tem um vínculo totalmente atrelado ao controle sensorial desenvolvido para ele, mas para casos especiais como este, contará com um guia, ainda em desenvolvimento, que mostrará as melhores maneiras de jogar e configurar o controle para o manuseio, basta o usuário nos informar que estará utilizando o controle a parte para jogar, assim ficará disponível o tutorial.

6.2 Efeitos do jogo no desenvolvimento infantil

Embora apresente um desenvolvimento diferente de crianças sem deficiência, atividades lúdicas geram um grande avanço no desenvolvimento, pois estas desenvolvem habilidades cognitivas, motoras e sensoriais, além de inserir a criança no meio social de sua faixa etária, deixando de ser especial e se tornando mais uma entre várias.

Em relação à importância de jogos para desenvolvimento intelectual, Ide (2008, p.97) afirma que “o jogo possibilita ao deficiente mental aprender de acordo com o seu ritmo e suas capacidades, além de propiciar a integração com o mundo por meio de relações e vivências.”

O jogo desenvolvido irá ajudar nesse desenvolvimento, ajudando também a profissionais da área educativa, já que suas telas podem ser relacionadas com matérias aprendidas em escolas de educação básica, atualmente sendo português e artes.

O desenvolvimento através de tecnologias se dá até 50% mais rápido, já que

prende a atenção da criança, que encara como um desafio pessoal.

7 | PROPOSTA, PROJETO DO JOGO E SOFTWARE DE MONITORAMENTO

Após a pesquisa e levantamento bibliográfico, iniciou-se o estudo sobre o Arduino e os principais componentes a serem utilizados, como o acelerômetro e demais itens. A partir desse ponto deu-se início a criação de um protótipo para posteriores testes. A partir destes testes, foi possível definir parâmetros de melhorias e verificação de algumas novas funcionalidades. O tipo de ambiente interativo, proposto neste projeto, irá procurar motivar o desenvolvimento das habilidades motoras do usuário através de um jogo interativo, que facilita também no aprendizado de forma mais prazerosa, rápida e eficaz.

O projeto é todo interligado. Através do problema encontrado foi criado um controle feito com Arduino e o microcontrolador MPU-6050. Para verificar de maneira mais efetiva a utilização do mesmo, foi desenvolvido um jogo de sombras em Unity. E finalizando, foi implementado um software em C# com o foco de gerenciar e apresentar os dados obtidos, de forma ampla, do utilizador do jogo, visando a sua evolução. Através desta ferramenta, o supervisor que estará com a criança no momento da execução do jogo e da utilização do controle, será o responsável por gerenciar os dados no software e apresenta-los quando necessário. Com toda essa gerência, será possível armazenar em relatórios os progressos de cada aluno, contendo tempo, nome do aluno e da fase, entre outros. Com esses recursos, o profissional pode direcionar o aluno para sua maior dificuldade, trabalhando assim de maneira mais rápida e eficaz.

8 | RECURSOS UTILIZADOS

- Microcontrolador Arduino LEONARDO ou similar.
- Jumper macho-macho.
- Acelerômetro e giroscópio 3 eixos 6 DOF MPU-6050.
- Mini Protoboard.
- Suporte para acomodar a montagem.
- Jogo para Computador.
- Notebook.
- Scratch.

9 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve como objetivo demonstrar que é possível trabalhar com dispositivo arduino para melhorar o aprendizado de pessoas portadoras de necessidades especiais, da educação infantil em geral e até mesmo para pessoas de maior idade portadora de alguma deficiência, utilizando o microcontrolador Arduino Leonardo, juntamente com os sensores MPU-6050, um jogo bem intuitivo desenvolvido em Unity voltado para o público infantil com o intuito de auxiliar profissionais de educação, além de fisioterapeutas e também os próprios pacientes, com a parte de desenvolvimento físico, intelectual e motor. Além disso, foi desenvolvido um software de monitoramento desenvolvido em c#, com o intuito ajudar o monitoramento e desenvolvimento, com opções de tempo utilizado em cada tela, progresso do paciente, relatórios, entre outros.

REFERÊNCIAS

CAOPIPD. Ministério Público do Paraná. Disponível em <<http://www.ppd.mppr.mp.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=17>> Acesso em 29 de maio 2017

Casa Civil. Presidência da República. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm> Acesso em 13 de junho de 2016.

Marji, Majed. **Aprenda a Programar com Scratch**. São Paulo: Novatec Editora, 2014. 288p.

McRoberts, Michael. **Arduino básico**/Michael McRoberts; [tradução Rafael Zanolli]. São Paulo: Novatec Editora, 2011.

Oliveira, C.; Zanetti, H. **Arduino descomplicado: como elaborar projetos de eletrônica**. São Paulo: Editora Érica, 2015.

RENNA, Roberto Brauer Di; BRASIL, Rodrigo Duque Ramos; CUNHA, Thiago; BITENCOURT, Elias; BEPPU, Mathyan Motta; FONSECA, Erika Guimarães Pereira da. **Introdução ao kit de desenvolvimento Arduino** (Versão: A2013M10D02), 2013.

Secretaria de Educação Especial. **Educação infantil: saberes e práticas da inclusão: dificuldades acentuadas de aprendizagem: deficiência múltipla**. [4. ed.] / elaboração prof^a Ana Maria de Godói – Associação de Assistência à Criança Deficiente – AACD... [et. al.]. – Brasília : MEC, Secretaria de Educação Especial, 2006. 58 p.: il. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/deficienciamultipla.pdf>> Acesso em 15 de fevereiro de 2016.

SILVEIRA, Flávia Furtado. NEVES, Marisa Maria Brito da Justa Neves. **Inclusão Escolar de Crianças com Deficiência múltipla: Concepção de Pais e Professores**. Psicologia: Teoria e Pesquisa, Brasília, v.22, n.1, p.79-88. 2006.

SOUZA, Fabio. **Arduino Leonardo**. Disponível em <<http://www.embarcados.com.br/arduino-leonardo/>> Acesso em 15 de maio de 2016.

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

Aldir Carpes Marques Filho

Universidade Estadual Paulista – Botucatu/SP

Jean Paulo Rodrigues

Instituto Federal de Santa Catarina –
Florianópolis/SC

Simone Daniela Sartorio de Medeiros

Universidade Federal de São Carlos – Araras/SP

Sergio Ricardo Rodrigues de Medeiros

Universidade Federal de Santa Catarina –
Florianópolis/SC

Guinther Hugo Grudtner

Universidade Federal de Santa Catarina –
Florianópolis/SC

RESUMO: A coleta de dados ambientais em casas de vegetação é uma atividade complexa devido principalmente à variabilidade microclimática interna. Objetivou-se com este trabalho desenvolver um sistema de aquisição de baixo custo para obtenção de parâmetros relacionados à radiação, umidade do solo, umidade do ar e temperatura. A aquisição de dados deve ser realizada preferivelmente ao nível das culturas vegetais, porém nem sempre isso ocorre de maneira correta. Na maioria dos casos a aquisição dos dados ambientais se dá em estações meteorológicas afastadas do ambiente de cultivo, levando à baixa representatividade do ambiente ao qual as plantas estão submetidas. O sistema

desenvolvido foi montado sobre uma base de PVC de 40mm que serviu de suporte para sensores de temperatura e umidade relativa modelo DHT-22, sensor de umidade do solo modelo FC-28 e sensor de luminosidade paramétrico com ajustes para representação da radiação global. A instalação de um sistema de “Torres de Sensores” permitiu maior versatilidade na coleta de dados, bem como praticidade de instalação e desinstalação no cultivo protegido, que constantemente necessita de preparo de solo e manejos mecanizados. A alternativa de instalação se mostrou bastante vantajosa para a pesquisa agropecuária.

PALAVRAS-CHAVE: Arduino, Internet das coisas, sensores, Automação, Agricultura de precisão.

ABSTRACT: Environmental data collection in greenhouses is a complex activity mainly due to internal microclimatic variability. The objective of this work was to develop a low cost acquisition system to obtain parameters related to radiation, soil moisture, air humidity and temperature. Data acquisition should preferably be performed at plant level, but this is not always the case. In most cases the acquisition of environmental data occurs in weather stations far from the growing environment, leading to the low representativeness of the environment to which the plants are submitted. The developed system

was mounted on a 40mm PVC base that served as support for temperature and relative humidity sensors model DHT-22, soil moisture sensor model FC28 and parametric luminosity sensor with settings for global radiation representation. The installation of a "Towers of Sensors" system allowed greater versatility in data collection, as well as practicality of installation and uninstallation in the protected crop, which constantly requires soil preparation and mechanized management. The installation alternative proved to be quite advantageous for agricultural research.

KEYWORDS: Arduino, Internet of Things, Sensors, Automation, Precision Agriculture.

1 | INTRODUÇÃO

A coleta de dados em pesquisa agropecuária é uma atividade bastante criteriosa e dependente de modelos que minimizem as fontes de variação. Para Ali et al. (2016), a caracterização de parâmetros e coleta de dados em ambientes controlados é uma tarefa limitada pela utilização de sistemas privados de software de alto custo.

Benghanem (2009), em pesquisa utilizando a tecnologia de micro controladores em estações de geração fotovoltaica, ratificou que sistemas de baixo custo baseados em plataformas de desenvolvimento possui extensa aplicabilidade em outros campos de pesquisa e apresentou resultados satisfatórios de implantação e funcionamento.

Baker (2014), desenvolveu um sistema de aquisição de dados de baixo custo utilizando a plataforma Arduino™ para monitoramento ambiental no Museu de história natural de Londres, ratificando que a plataforma está acessível não somente para programadores como também para inventores e autodidatas interessados em tecnologia.

Objetivou-se com o presente trabalho desenvolver um sistema de coleta de dados de baixo custo, com o uso da plataforma de prototipagem Arduino™ e componentes eletrônicos acessórios voltados à coleta de dados ambientais em experimentos à campo, especificamente com a utilização do conceito de “torres de sensores”, construídas em PVC de 40mm e servindo como suporte para os transdutores de umidade de solo, temperatura, luminosidade e umidade relativa do ar.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste projeto foi utilizada a metodologia proposta por Rozenfeld et al. (2015). O desenvolvimento de produtos contempla desde atividades de planejamento inicial, análise de mercado e concorrentes até o lançamento de um produto comercial no mercado, porém este trabalho limitou-se a suprir uma necessidade de pesquisa agropecuária no que concerne à instalação de sensores de campo e a representatividade de suas coletas.

Para aquisição dos dados foi desenvolvido um sistema utilizando suportes ou torres de PVC 40mm de diâmetro e 800mm de altura, especificamente construídas para fixação dos sensores no ambiente agrícola. Em cada suporte foram instalados 03 sensores, sendo eles: 01 DHT-22 para coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar, 01 LDR ou *Light Diode Resistor* para aferição da luminosidade e 01 FC-28 para aferição do teor de água no solo (Figura 1).

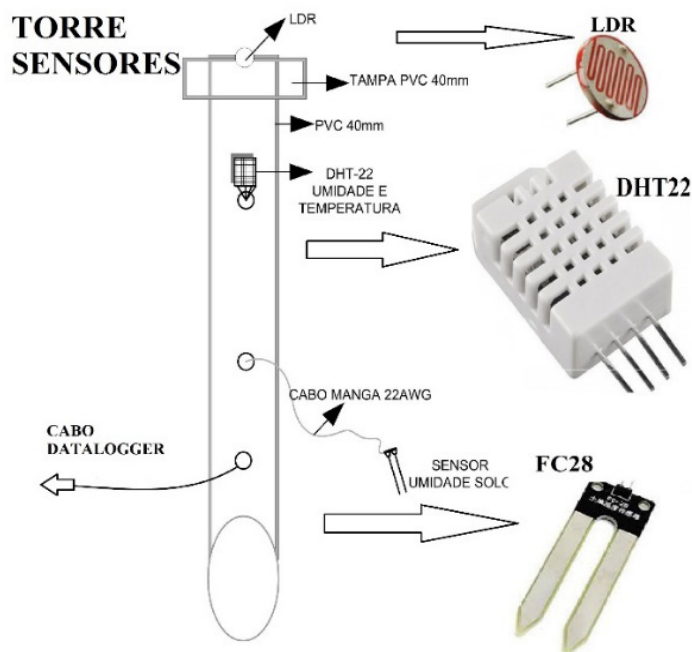


Figura 1: Descrição dos sensores instalados no suporte ou Torre de Aquisição de parâmetros ambientais

Os valores obtidos pelos sensores foram armazenados em um sistema de coleta de dados montados sobre a plataforma Arduino UNO™, e armazenados em um cartão modelo SD com capacidade de memória de 2GB.

Foram desenvolvidas duas torres de sensores T1 e T2 com 03 sensores instalados em cada uma. As torres foram dispostas em duas casas de vegetação A1 e A2, com e sem sistema de automação respectivamente. As informações dos sensores foram coletadas a cada 5 segundos com o intuito de registrar mais detalhadamente a variação ambiental nas casas de vegetação ao longo de 24 horas.

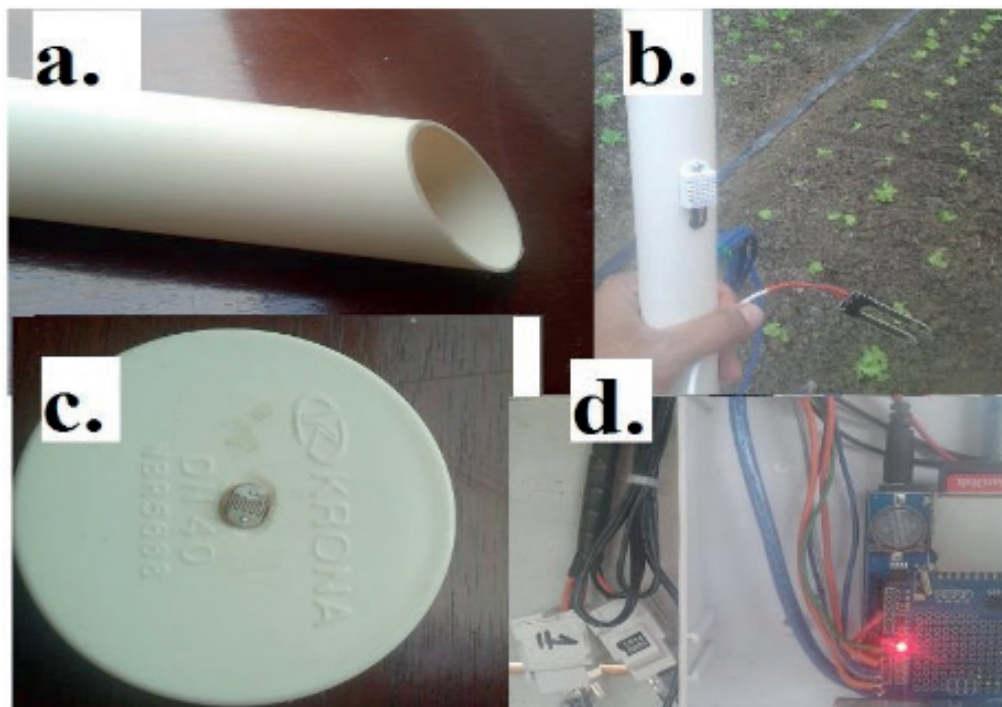


Figura 2: Detalhes de montagem das torres de sensores. a) corte de base em 45° para fixação ao solo; b) Detalhes do sensor de umidade relativa do ar, temperatura e umidade do solo; c) Fixação do sensor de luminosidade LDR à tampa da torre; d) Plataforma de aquisição de dados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A gravação dos dados em arquivo formato “.TXT” permitiu gerar uma quantidade substancial de informações meteorológicas ocupando relativamente pouco espaço em memória. As coletas realizadas a cada 02 segundos ao longo de 24 horas, geraram um arquivo com o tamanho total de 2,44MB. A figura 4 apresenta como os dados aparecem quando abertos através do aplicativo Bloco de notas do sistema operacional Windows.

8/11/2017	16:39:27	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	88.00	Umidade do Solo 1:	89.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	88.40	Umidade do Solo 2:	77.00
8/11/2017	16:39:32	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	88.40	Umidade do Solo 1:	89.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	88.80	Umidade do Solo 2:	83.00
8/11/2017	16:39:38	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	88.80	Umidade do Solo 1:	90.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	88.40	Umidade do Solo 2:	83.00
8/11/2017	16:39:43	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	88.40	Umidade do Solo 1:	85.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	88.40	Umidade do Solo 2:	84.00
8/11/2017	16:39:49	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	88.40	Umidade do Solo 1:	90.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	88.40	Umidade do Solo 2:	84.00
8/11/2017	16:39:55	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	88.40	Umidade do Solo 1:	83.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	88.20	Umidade do Solo 2:	89.00
8/11/2017	16:40:00	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	88.20	Umidade do Solo 1:	99.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	88.10	Umidade do Solo 2:	79.00
8/11/2017	16:40:06	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	88.10	Umidade do Solo 1:	91.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	88.10	Umidade do Solo 2:	84.00
8/11/2017	16:40:11	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	88.10	Umidade do Solo 1:	85.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	88.30	Umidade do Solo 2:	86.00
8/11/2017	16:40:17	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	88.30	Umidade do Solo 1:	91.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	88.40	Umidade do Solo 2:	84.00
8/11/2017	16:40:23	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	88.40	Umidade do Solo 1:	93.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	88.40	Umidade do Solo 2:	84.00
8/11/2017	16:40:28	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	88.40	Umidade do Solo 1:	91.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	88.10	Umidade do Solo 2:	90.00
8/11/2017	16:40:34	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	88.00	Umidade do Solo 1:	91.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	87.40	Umidade do Solo 2:	84.00
8/11/2017	16:40:39	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	87.40	Umidade do Solo 1:	93.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	87.20	Umidade do Solo 2:	84.00
8/11/2017	16:40:45	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	87.20	Umidade do Solo 1:	87.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	86.70	Umidade do Solo 2:	86.00
8/11/2017	16:40:50	Temperatura 1:	22.20	Umidade 1:	86.60	Umidade do Solo 1:	92.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	86.30	Umidade do Solo 2:	79.00
8/11/2017	16:40:56	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	86.30	Umidade do Solo 1:	91.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	85.90	Umidade do Solo 2:	85.00
8/11/2017	16:41:02	Temperatura 1:	22.20	Umidade 1:	85.90	Umidade do Solo 1:	86.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	85.60	Umidade do Solo 2:	88.00
8/11/2017	16:41:07	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	85.60	Umidade do Solo 1:	97.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.20	Umidade 2:	85.90	Umidade do Solo 2:	78.00
8/11/2017	16:41:13	Temperatura 1:	22.20	Umidade 1:	86.00	Umidade do Solo 1:	92.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.20	Umidade 2:	86.10	Umidade do Solo 2:	85.00
8/11/2017	16:41:18	Temperatura 1:	22.20	Umidade 1:	86.10	Umidade do Solo 1:	90.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.20	Umidade 2:	86.60	Umidade do Solo 2:	85.00
8/11/2017	16:41:24	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	86.60	Umidade do Solo 1:	91.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.20	Umidade 2:	86.70	Umidade do Solo 2:	79.00
8/11/2017	16:41:29	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	86.70	Umidade do Solo 1:	91.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.20	Umidade 2:	86.80	Umidade do Solo 2:	85.00
8/11/2017	16:41:35	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	86.80	Umidade do Solo 1:	85.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	87.10	Umidade do Solo 2:	86.00
8/11/2017	16:41:41	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	87.10	Umidade do Solo 1:	98.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	86.80	Umidade do Solo 2:	85.00
8/11/2017	16:41:46	Temperatura 1:	22.30	Umidade 1:	86.70	Umidade do Solo 1:	92.00	Radiação 1:	97.00	Temperatura 2:	22.30	Umidade 2:	86.20	Umidade do Solo 2:	85.00

Figura 04 – Apresentação dos dados gravados em arquivo “.TXT” no cartão SD.

A representatividade dos dados coletados fica evidente quando se observam

as pequenas variações que os sensores apresentam ao longo do tempo nos dois ambientes. Para Fuentes et al. (2014) o desenvolvimento de sistemas de aquisição de dados de baixo custo utilizando microcontroladores é perfeitamente aplicável e apresenta resultado semelhante aos equipamentos comerciais de alto custo.

Os dados de cada coleta foram compilados através de planilha eletrônica e foram gerados gráficos de comportamento ambiental das variáveis. A Figura 5 demonstra os valores médios dos dados armazenados pelo sistema a cada hora, ao longo de 24 horas nas duas casas de vegetação A1 e A2.

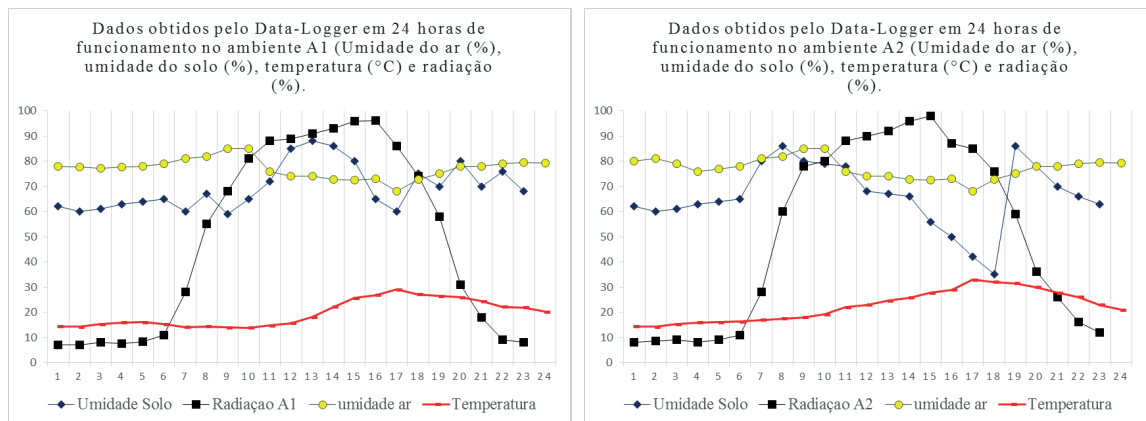


Figura 5: Coleta de dados dos sensores de umidade relativa do ar (%), temperatura (C°), Umidade do Solo (%), Luminosidade (%) nas casas de vegetação A1 e A2 durante 24 horas de funcionamento.

Os dados obtidos pelo sistema de aquisição permitiram monitorar as diferenças ambientais nas duas casas de vegetação ao longo de um dia de operação do sistema, onde a evidência da diferenciação dos ambientes é expressa através comportamento da umidade do solo, pois no ambiente A1 a irrigação ocorreu de forma automática, já em A2 verifica-se que os picos de umidade são gerados nos momentos das irrigações manuais, realizadas no início da manhã e no final da tarde.

No presente projeto não foram verificadas interrupções ou problemas de funcionamento do sistema de aquisição de dados ao longo das 24 horas de aquisição. Ali et al. (2016), ao estudarem o desenvolvimento de um sistema de coleta de dados ambientais com a plataforma Arduino UNO, equipado com o microcontrolador Atmega 328P obtiveram resultados semelhantes de funcionamento e durabilidade do sistema.

Lee et al. (2014), encontraram resultados correlatos a este trabalho quando realizaram trabalho de monitoramento ambiental em estações meteorológicas substituindo o sistema tradicional de aquisição de dados por sistemas e sensores em plataforma Arduino™. As torres de aquisição de dados fornecem valores mais acertados de ambiência para as culturas vegetais, retratando de forma mais precisa o microclima local em que está inserida a cultura de interesse.

Baker (2014) afirmou que a utilização das plataformas abertas e softwares livres permitem que usuários sem muita experiência na área eletrônica possam desenvolver trabalhos interessantes em seus meios de atuação, e que possam contribuir com

a popularização das plataformas de prototipagem direcionadas à melhorias dos processos de produção.

Como aprimoramentos futuros ao projeto, e sugestões para novas pesquisas o sistema de aquisição de dados poderá ser desenvolvido eliminando-se o cabeamento entre as “Torres de sensores” e o *Data-Logger*, o que facilitaria a instalação e remoção dos mesmos no ambiente agrícola, bem como reduziria as fontes de risco de danos aos cabos ou componentes eletrônicos.

Iberahim et al. (2017) ratificou que as utilizações de tecnologias sem fio estão mudando a forma como o mundo se relaciona com os dispositivos e estão abrindo novas oportunidades e frentes de trabalho promissoras. Algumas tecnologias de transmissão sem fio, como redes de longo alcance e baixo consumo de energia em sistemas *LPWAN* e *LORA* seriam perfeitamente aplicáveis nesse projeto.

4 | CONCLUSÕES

O presente trabalho demonstrou que a plataforma de desenvolvimento Arduino™ e componentes acessórios de baixo custo podem ser perfeitamente aplicáveis para a aquisição e armazenamento de dados na pesquisa agropecuária.

A utilização de torres de sensores para coleta de dados o mais próximo fisicamente das culturas vegetais permitiu uma maior confiabilidade na aquisição de dados.

O projeto atendeu os objetivos relacionados à aplicação do sistema de coleta de dados em ambiente real de cultivo, bem como apresentou funcionamento adequado durante todo o período experimental.

REFERÊNCIAS

ALI, A. S.; ZANZINGER, Z.; DEBOSE, D.; STEPHENS, B. **Open Source Building Science Sensors (OSBSS): A low-cost Arduino based platform for long-term indoor environmental data collection.** Building and Environment, Chicago, IL., v.100, p.114-126, 2016.

BAKER, E. **Open source data logger for low-cost environmental monitoring.** Biodiversity Data Journal, London v.2, ed.1059, 2014.

BENGHANEM, M. **Measurement of meteorological data based on wireless data acquisition system monitoring.** Applied Energy, Madinah, A.S. v.86, p.2651-2660, 2009.

FUENTES, M.; VIVAR, M.; BURGOS, J.M.; AGUILERA, J.; VACAS, J. A. **Design of an accurate, low-cost autonomous data logger for PV system monitoring using Arduino™ that complies with IEC standards.** Solar Energy materials and Solar cells, v.130, p.529-543, 2014.

IBERAHIM, H. H.; BASARUDIN, H.; ABU, M. H.; SENG, G. H.; RAMLI, A. F.; SULAIMAN, M. I. **Development of Wireless Transmission for Meteorological Stations Data Logging.** IEEE, International Conference on Engineering Technology and Technopreneurship (ICE2T), Kuala Lumpur, 2017.

LEE, S.; KIM, Y.; JO, J.; STEPHEN, H. **A Framework for Environmental Monitoring with Arduino-based Sensors using Restful Web Service**. IEEE, International Conference on Services Computing. Nevada, 2014.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de Produtos. Uma referência para melhoria do processo**. São Paulo. Ed. Saraiva, 2015. 542p.

Luana Rodrigues Barros

Instituto Federal da Paraíba, Campus João
Pessoa

João Pessoa – Paraíba

Alexandre Ribeiro Andrade

Instituto Federal da Paraíba, Campus João
Pessoa

João Pessoa – Paraíba

Gabriel Daltro Duarte

Universidade Federal de Campina Grande
Campina Grande – Paraíba

Tiago Daltro Duarte

Instituto Federal da Paraíba, Campus João
Pessoa

João Pessoa – Paraíba

RESUMO: A utilização diária da infraestrutura de tráfego e dos meios de transporte por milhares de pessoas tem como consequência a redução da qualidade do tráfego, principalmente nas grandes cidades. Além do mais, a excessiva circulação de veículos corrobora com o aumento da poluição do ar em consequência dos gases expelidos pelos motores de combustão interna, deteriorando a saúde da população e elevando os níveis de estresse dos motoristas devido aos longos tempos gastos em congestionamentos. Uma das maneiras de ajudar na recuperação da qualidade do trânsito é por meio da aplicação de técnicas de controle inteligente em sistemas

de sinalização semafórica. A lógica *fuzzy* é uma ferramenta de controle que pode ser utilizada como solução para otimizar o tempo de luz verde dos semáforos, de forma que os veículos compartilhem a área de interseção de maneira eficiente. Este estudo propõe a aplicação da lógica *fuzzy* em um cenário virtual que simula o cruzamento de duas vias cujo fluxo de veículos é controlado por semáforos. Os resultados obtidos foram comparados aos dados adquiridos de uma simulação realizada sem a intervenção de um controlador. O controlador *fuzzy*, por fim, se mostrou efetivo em diminuir as filas de veículos formadas nas vias, melhorando a qualidade do tráfego.

PALAVRAS-CHAVE: Tráfego, *fuzzy*, semáforo, controle inteligente, trânsito.

SMART TRAFFIC LIGHT

ABSTRACT: The daily use of traffic and transport infrastructure by thousands of people has resulted in a reduction in the quality of traffic, especially in large cities. Furthermore, excessive vehicle traffic corroborates the increase in air pollution as a result of gases exhausted from internal combustion engines, resulting in poor public health and high driver stress levels due to long congestion times. A solution to assist in the recovery of traffic quality is the application of intelligent control

techniques in traffic light signalling systems. Fuzzy logic is a control tool that can be used to optimize the green light time of traffic lights, making it possible for vehicles to efficiently share the intersection area. This study proposes the application of fuzzy logic in a virtual scenario that simulates the crossing of two roads in which there is a flow of vehicles controlled by traffic lights. The results obtained were compared to the data acquired from a simulation performed without the intervention of a controller. Finally, the fuzzy controller proved to be effective in reducing the queues of vehicles formed on the roads, improving traffic quality.

KEYWORDS: Traffic, fuzzy, traffic light, intelligent control, traffic.

1 | INTRODUÇÃO

Em todo o mundo as pessoas obedecem a um sistema de controle de tráfego composto em sua grande maioria por elementos visíveis de infraestrutura urbana. Segundo Day e McNeil (2005), é atribuída ao engenheiro John Peake Knight a invenção do semáforo, que foi instalado em Londres no ano 1868 e inicialmente operou de forma manual. Em 1922, a empresa de sinalização ferroviária, Crouse-Hinds, foi pioneira em aplicar temporização automática na cidade de Houston como solução para o congestionamento crescente (McSHANE, 1999). Com milhares de pessoas utilizando a infraestrutura de tráfego e transporte, e com o aumento do número de veículos a cada dia, a qualidade do tráfego tem diminuído relativamente. Deste então, o desafio de melhorar a mobilidade urbana pode envolver investimentos em diversos campos e elementos do transporte urbano. Além da necessidade de investimentos no transporte público, o avanço da tecnologia digital pode ser evidenciado como uma das formas de colaborar com a recuperação da qualidade do trânsito.

O Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) e o Registro Nacional de Veículos Automotores (RENAVAM), afirmam que em meado de 2018, cerca de 98,2 milhões de veículos circulam por todo o Brasil. Esse número é 8,3% maior do que o registrado em dezembro de 2015. Ainda de acordo com o DENATRAN e RENAVAM (2018), o Sudeste, Sul e Nordeste, nessa ordem, são as regiões do país com as maiores frotas, possuindo respectivamente 47,8 milhões, 19,3 milhões e 16,9 milhões de veículos. O estado de São Paulo é o que possui o maior índice de veículos trafegando de toda a região Sudeste, alcançando também o primeiro lugar nacional, com 28,4 milhões de veículos.

É evidente que a problemática gerada com o aumento do trânsito nas grandes cidades necessita de soluções que ao menos ajudem a minimizar os efeitos colaterais causados pela circulação deste excesso de veículos, como o aumento da poluição do ar em consequência dos gases expelidos pelos motores de combustão interna, além do estresse causado aos motoristas devido à quantidade de tempo gasto em congestionamentos. Segundo Ploeg e Poelhekke (2008) o aumento dos

congestionamentos implica em emissões adicionais de poluentes na atmosfera, excesso de ruídos devido ao trânsito lento e até mesmo risco por conta do transporte de cargas perigosas.

Um dos fatores que influenciam diretamente essa condição é a falta de otimização da temporização dos semáforos, ocasionando em muitos casos a perda de fluidez no trânsito. Um notável exemplo disso é o aumento do fluxo de veículos em determinadas vias durante os horários de pico. O escoamento do trânsito torna-se comprometido durante esse período, principalmente devido à permanência da mesma temporização das luzes dos semáforos durante todo o dia, quando seria mais viável priorizar o curso do trânsito em uma determinada via. Dado esse cenário, a implantação de sistemas de controle inteligente possibilita maximizar a eficiência do funcionamento dos semáforos, permitindo um melhor escoamento do tráfego nas vias com maior fluxo de veículos.

Os sistemas de controle inteligentes são capazes de fornecer respostas apropriadas às situações específicas de um determinado problema, mesmo que sejam exclusivas ou inesperadas, tornando tal comportamento único para cada situação (SIMÕES e SHAW, 2007). Dessa forma, os sistemas inteligentes que utilizam fuzzy adaptativo, por exemplo, podem se adaptar às mudanças que ocorrem no ambiente, de maneira que responderá de forma singular a essas alterações, e ainda podem ser reconfigurados se necessário.

Nesse contexto, a implementação de controle inteligente através da lógica fuzzy se destaca como uma solução para o problema gerado pela temporização não eficiente das luzes dos semáforos nas vias públicas. A lógica fuzzy por sua vez, possibilita que a experiência humana seja de certa forma assimilada pelos computadores. A sua principal característica é a capacidade de traduzir expressões verbais, que muitas vezes são vagas e sem precisão, atribuídas à comunicação humana, em valores numéricos (SIMÕES e SHAW, 2007). Por exemplo, uma pessoa pensaria: “Se o fluxo de carros está maior na via norte, as luzes do semáforo devem permanecer verde mais tempo para esta via.” Essa regra pode facilmente ser adaptada pela lógica fuzzy. Nessa situação, a lógica fuzzy tem o papel de converter a expressão “mais tempo” em uma quantidade bem definida, que pode ser compreendida pelo computador.

Esse estudo propõe a aplicação de um controlador baseado em lógica *fuzzy* em um cenário virtual que simula o cruzamento de duas vias cujo fluxo de veículos é controlado por semáforos. Os resultados obtidos, por fim, são comparados aos dados adquiridos de uma simulação executada sem a intervenção de um controlador.

2 | METODOLOGIA

2.1 Conceitos básicos de engenharia de tráfego

Engenharia de tráfego é a subdisciplina da engenharia de transporte que

trata do planejamento, projeto e operação de ruas e rodovias, suas redes, áreas adjacentes e interação com outros meios de transporte (aéreo, marítimo e ferroviário) e seus terminais (HAWKINS, 2016). Dada a importância deste campo para o presente estudo, é fundamental a definição de alguns conceitos e termos utilizados no decorrer do texto.

Hawkins (2016) classificou as instalações rodoviárias em dois tipos: de fluxo ininterrupto e de fluxo interrompido. As instalações de fluxo ininterrupto se caracterizam por não possuírem elementos que interrompam propositalmente o fluxo de trânsito, como semáforos, passagens de nível ferroviário, entre outros. As instalações de fluxo interrompido, por outro lado, se distinguem por possuírem tais elementos, como semáforos, que causam um atraso do trânsito porque um fluxo de tráfego conflitante deve compartilhar o mesmo espaço.

Outro conceito essencial para o desenvolvimento desta pesquisa é o fluxo de tráfego. A análise de fluxo de tráfego se baseia em três características fundamentais: fluxo, velocidade e densidade (HAWKINS, 2016). O fluxo é uma medida de tráfego (volume) expressa como o número de veículos que passa por um ponto da rodovia durante um dado intervalo de tempo. A velocidade é caracterizada pela distância percorrida pelo veículo em determinado tempo, sendo expressa em distância/tempo. Por fim, a densidade se refere à quantidade de veículos que ocupa um espaço definido do corpo da rodovia, e pode ser expressa em veículos/distância.

As filas de veículos correspondem a um parâmetro bastante utilizado para medir a qualidade do tráfego. Filas, no geral, se referem à quantidade de carros que existe antes do semáforo da sua via correspondente. Durante congestionamentos e horários de pico, as filas tendem a crescer drasticamente.

Em um sistema de sinalização semafórica, o tempo que leva para um dos semáforos de uma interseção de tráfego voltar a apresentar a luz verde é chamado de ciclo. Durante o ciclo, cada semáforo apresenta um tempo determinado de luz verde. Diante disso, os controles semafóricos, responsáveis pelos comandos de acender e apagar as lâmpadas, podem ser classificados em controladores de tempo fixo, e controladores por demanda de tráfego. Os controladores de tempo fixo apresentam o mesmo tempo de ciclo e o mesmo tempo de luz verde independente da variação do fluxo de tráfego. Os controladores por demanda de tráfego, por outro lado, atuam ajustando o tempo de verde de cada semáforo de acordo com a demanda de tráfego da via correspondente. Este estudo propõe um controlador por demanda de tráfego baseado na lógica *fuzzy*, variando o tempo de verde dos semáforos dentro de um ciclo fixo.

2.2 Simulação

O simulador utilizado para a validação do presente estudo foi desenvolvido e validado na pesquisa realizada por Barros, Andrade e Duarte, (2018), onde é detalhado o funcionamento da versão alfa do *software*, mesma utilizada neste estudo. Neste

programa pode-se simular o cruzamento de duas vias controladas por sinalização semafórica, sendo possível criar cenários nos quais podem ser configuradas a quantidade de faixas de cada via, o ciclo, a velocidade dos veículos, o tempo total de simulação e o fluxo de tráfego. Este último, em especial, é determinado a partir da configuração do tempo máximo de chegada de um novo veículo na via, mantendo este parâmetro randômico dentro de um determinado limite de tempo. O algoritmo de movimentação dos veículos é baseado em uma estrutura de dados do tipo FIFO (*first-in first-out*), onde o primeiro veículo a entrar na fila (referente a uma faixa da via) é o primeiro a sair. Desse modo, desconsidera-se neste simulador mudanças de faixa ou ultrapassagens. A posição, velocidade e a aceleração dos veículos obedecem às equações cinemáticas escalares em uma escala de 1:350.

Para este estudo, considerou-se um cenário cujas características estão descritas na Tabela 1.

Tempo Total de Simulação (segundos)	Ciclo (segundos)	Quantidade de Faixas / Via ($m \times n$)*	Tempo Máximo de Chegada ($t1 \times t2$ ** (segundos)	Velocidade Máxima das Vias (quilômetros/hora)
* m = quantidade de faixas da via 1; n = quantidade de faixas da via 2. ** $t1$ = tempo máximo de chegada de veículos da via 1; $t2$ = tempo máximo de chegada de veículos da via 2.				
600	50	(2 x 2)	(2 x 20)	50

Tabela 1 – Configuração de cenário de teste.

Fonte: Próprios autores

2.3 Controlador Fuzzy

Neste estudo foi proposto a construção de um controlador *fuzzy* a fim de obter-se uma melhoria na fluidez do trânsito por meio da otimização da temporização semafórica.

Quando informações sobre um sistema são conhecidas apenas de forma qualitativa, é necessária a utilização de técnicas de modelagem que traduzem esses dados em valores numéricos. A modelagem e o controle *fuzzy* incorporam a capacidade de tratar informações qualitativas, considerando a falta de exatidão e precisão, e transformando-as em dados que podem ser compreendidos pelo computador, sem a necessidade de um modelo matemático. Segundo Bringham (1998) apud Andrade (2004), A lógica *fuzzy* fornece meios para representar e manipular conhecimentos imperfeitamente descritos, vagos, como por exemplo, “grande” e “pequeno”.

Segundo Kluska (2009), Simões e Shaw (2007) e ALDAWOD e col. (2001), a estrutura do controlador *fuzzy* é composta pela: 1) transformação das informações do mundo real em números *fuzzy* (fuzzyficação); 2) Pela tomada de decisões realizadas por um conjunto de inferências *fuzzy*; 3) Pelo retorno da informação numérica para informação do real (defuzzyficação), para que ocorra acoplamento entre a saída do

algoritmo *fuzzy* e as variáveis de atuação.

No processo de fuzzyficação, números reais são convertidos em variáveis linguísticas utilizando funções de pertinência. Considere a variável fila de veículos em uma dada via. O processo de fuzzyficação permite, por exemplo, converter a quantidade 100 veículos para a variável linguística “muitos” e permite converter a quantidade 2 veículos para a variável linguística “poucos”.

O controlador *fuzzy* desenvolvido possui como entradas o tamanho médio da fila de veículos em cada uma das duas vias do cruzamento a cada ciclo do semáforo. Essas duas variáveis são fuzzyficadas para uma variável linguística pertencente ao conjunto $T = \{\text{muito pequena, pequena, média, grande, muito grande}\}$ utilizando a função de pertinência mostrada na Figura 1.

Seja *Média de fila da Via 1* o resultado da fuzzyficação da quantidade média de carros na Via 1 no último ciclo do semáforo e seja *Média de fila da Via 2* o resultado da fuzzyficação da quantidade média de carros na Via 2 no último ciclo de semáforo. Baseando-se no resultado da fuzzyficação dessas duas variáveis *fuzzy*, o controlador *fuzzy*, acessa a lista de inferências mostrada na Tabela 1 e atribui um valor linguístico a variável *proporção de verde*.

Por fim, *proporção de verde* é defuzzyficada. O resultado deste processo é um número entre zero e um que corresponde ao percentual de tempo de verde do semáforo da Via 1. Por exemplo, caso o resultado da defuzzyficação de *proporção de verde* seja 0,8, o semáforo da via 1 possuirá um tempo de verde igual 80% do tempo de verde máximo do ciclo e o semáforo da via 2 possuirá um tempo de verde igual a 20% do tempo de verde máximo.

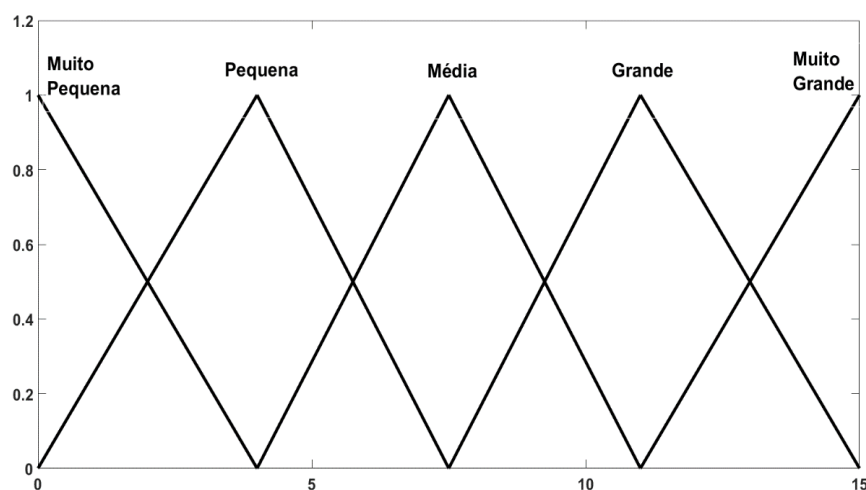


Figura 1 – Funções de Pertinência utilizada no processo de fuzzyficação da quantidade média de veículos nas Vias 1 e 2.

Fonte: Próprios autores

		Média de fila da Via 2				
		Muito Pequena	Pequena	Média	Grande	Muito Grande
Média de fila da Via 1	Muito Pequena	Médio	Pequeno	Pequeno	Muito Pequeno	Muito Pequeno
	Pequena	Grande	Médio	Pequeno	Muito Pequeno	Muito Pequeno
	Média	Grande	Grande	Médio	Pequeno	Pequeno
	Grande	Muito Grande	Grande	Grande	Médio	Pequeno
	Muito Grande	Muito Grande	Muito Grande	Grande	Grande	Médio

Tabela 2 – Lista de inferências do controlador Fuzzy

Fonte: Próprios autores

3 | RESULTADOS

Para validar a eficácia do controlador inteligente em diminuir o congestionamento de veículos foram feitas duas simulações, denotadas por A e B. A simulação utilizou um controlador de tempo fixo enquanto que a simulação B utilizou o controlador por demanda de tráfego baseado em lógica *fuzzy*.

- Simulação A

A Figura 2 apresenta o gráfico do fluxo de tráfego nas Vias 1 e 2, dado em veículos/minuto. O fluxo de tráfego da Via 1 foi configurado para a chegada de um novo carro em no máximo 2 segundos e o fluxo na Via 2 foi configurado para a chegada de um novo carro em no máximo 20 segundos. De acordo com o gráfico, o fluxo de veículos na Via 1 se manteve próximo de 50 veículos/minuto, enquanto que o da Via 2 se conservou próximo a 10 veículos/minuto, fazendo com que houvesse um fluxo muito maior em uma das vias.

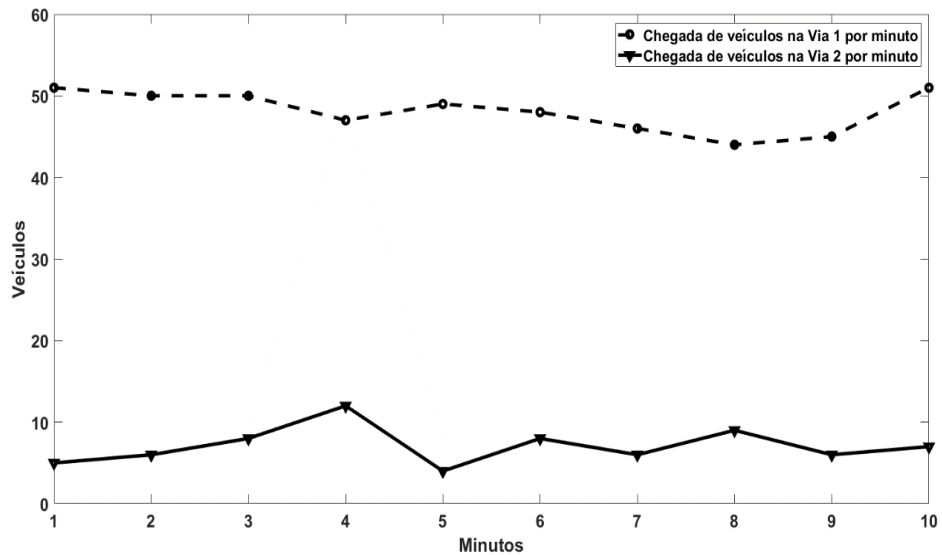


Figura 2 – Fluxo de veículos nas Vias 1 e 2 na simulação A

Fonte: Próprios autores

A diferença de intensidade do fluxo de tráfego nas vias gera, conseqüentemente, um aumento na fila de veículos na via de maior fluxo, haja visto que não há variação no controle das luzes do semáforo de acordo com a demanda de tráfego. A Figura 3 esboça o gráfico referente ao tamanho das filas formadas em cada uma das vias durante o período de simulação. Destaca-se o crescimento acentuado da fila da Via 1, que chegou a números maiores que 200 veículos, enquanto que, essencialmente, não houve formação de fila na Via 2.

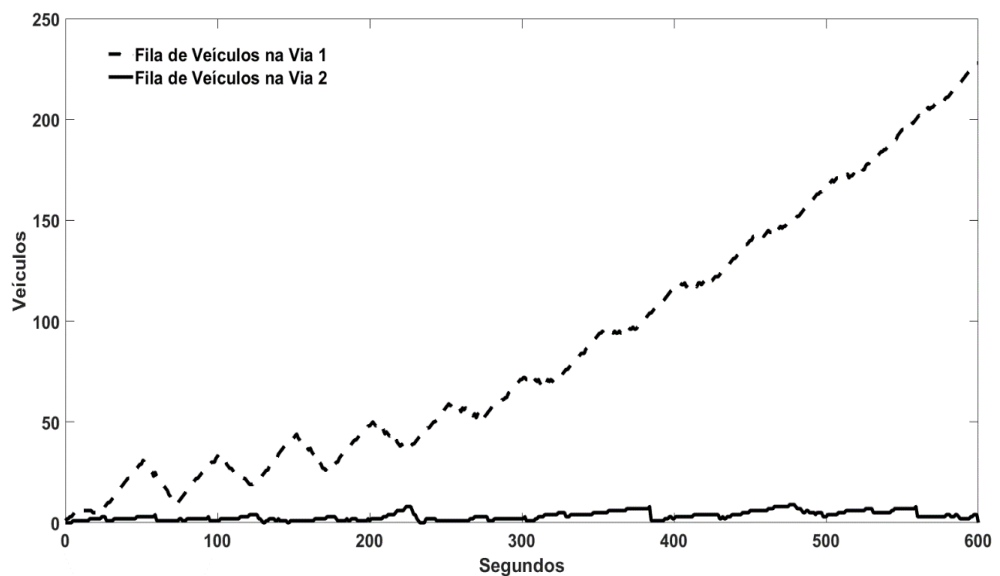


Figura 3 – Fila de veículos formadas nas Vias 1 e 2 durante o período da simulação A

Fonte: Próprios autores

Simulação B

A Figura 4 apresenta o gráfico do fluxo de tráfego nas Vias 1 e 2. O fluxo se mantém semelhante ao da simulação A, comprovando que em ambos os cenários as configurações foram preservadas a fim de realizar comparações posteriores.

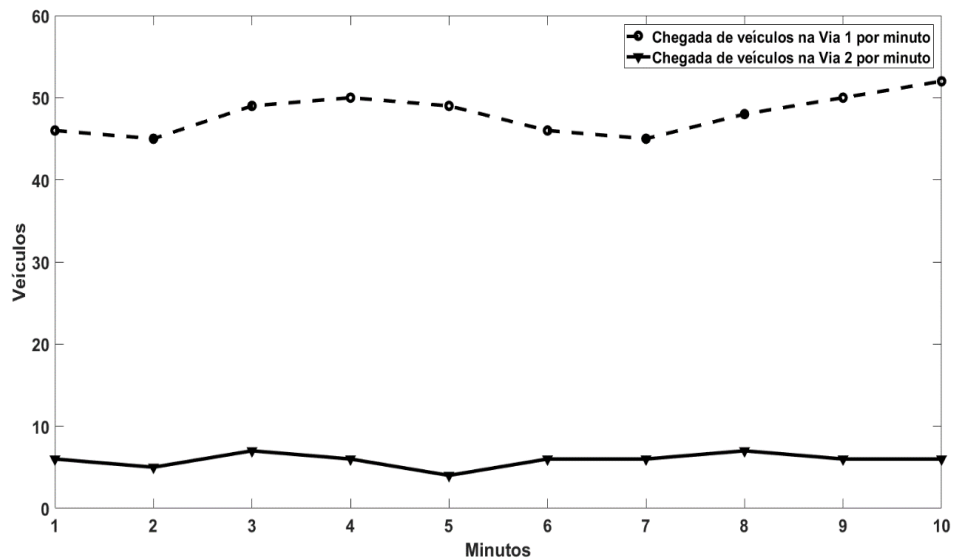


Figura 4 – Fluxo de veículos nas Vias 1 e 2 na simulação B

Fonte: Próprios autores

Diferentemente da simulação A, foi utilizado um controlador *fuzzy* por demanda de tráfego. Foram observadas mudanças significativas no comportamento das filas formadas em ambas as vias, observadas no gráfico da Figura 5. Enquanto o semáforo da Via 1 apresentava luz vermelha, houve crescimento da fila nesta via. Contudo, ao exibir luz verde, permitindo o escoamento do fluxo, a fila decrescia rapidamente. Esse comportamento se manteve em todos os ciclos, e em nenhum momento a fila indicou um número maior que 28 veículos. O comportamento da fila da Via 2 também deve ser evidenciado, já que houve formação de uma pequena fila, sempre abaixo de 10 veículos, quando o escoamento do fluxo era barrado, havendo uma diminuição assim que a luz verde era exibida.

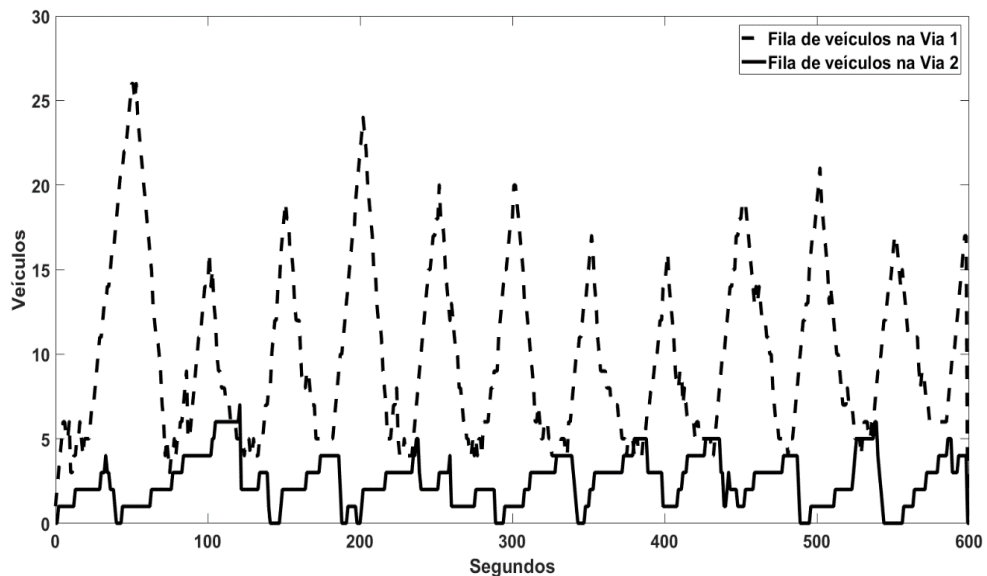


Figura 5 – Fila de veículos formadas nas Vias 1 e 2 durante o período da simulação B
 Fonte: Próprios autores

O gráfico da Figura 6 indica as variações feitas no tempo de verde dos semáforos de ambas as vias a fim de provocar os efeitos observados nas filas do gráfico da Figura 5. Essas mudanças provocaram uma otimização perceptível no compartilhamento da área de interseção do cruzamento das vias pelos veículos. Enquanto foi disponibilizado mais tempo de luz verde para a Via 1, que possuía tráfego mais intenso, o tempo de luz verde da Via 2 foi minimizado.

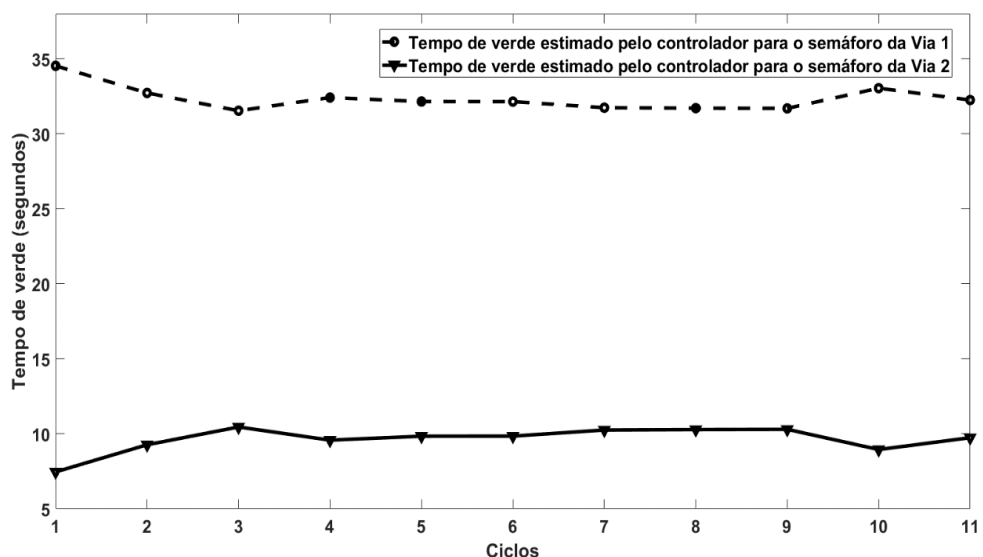


Figura 6 – Variação do tempo de luz verde para os semáforos da via 1 e 2 durante a simulação B.

Fonte: Próprios autores

4 | DISCUSÃO DE RESULTADOS

Quando se compara o tamanho da fila de veículos nas simulações A e B apresentadas na seção de Resultados, fica extremamente evidente o quanto o uso do controlador *fuzzy* é eficaz em minimizar o tempo de espera dos veículos em um cenário de congestionamento. Na simulação A, o tamanho da fila de veículos chegou ao valor de 225 veículos, enquanto que na simulação B, onde o número de veículos que chega nas vias a cada minuto é o mesmo ou maior, a fila de veículos não ultrapassou o número de 30 veículos. Isso representa uma redução de no mínimo 86% no tamanho da fila de veículos. Além do mais, na simulação B, constata-se o melhor equilíbrio do escoamento do fluxo em ambas as vias e o compartilhamento ótimo da interseção do cruzamento. A redução de veículos parados no trânsito possivelmente beneficia a saúde da população por reduzir as emissões de gases poluentes, além de contribuir para a redução do efeito do stress, devido a uma possível percepção dos motoristas de permanecer menos tempo em um tráfego de fluxo intenso.

Uma evolução natural deste projeto, que será implementada em trabalhos futuros, é utilizar algoritmos de *machine learning* juntamente com o controlador *fuzzy*. Tais algoritmos de *machine learning*, como por exemplo, o *deep learning*, são capazes de analisar um grande volume de dados passados e fazerem corretas previsões sobre o tráfego futuro. Em trabalhos posteriores, os algoritmos de *deep learning* serão utilizados para predição do fluxo de veículos. A predição do fluxo de veículos pode auxiliar o controlador *fuzzy* a fazer uma melhor otimização da fila de veículos em cenários de congestionamento.

5 | CONCLUSÃO

O controlador *Fuzzy* mostrou-se extremamente eficiente. Em uma simulação onde o fluxo de veículos era intenso em uma via e pequeno na outra, o controlador *fuzzy* conseguiu reduzir o tamanho da fila em 86% na via congestionada. Em trabalhos futuros, os algoritmos de *deep learning* serão utilizados juntamente com o controlador *fuzzy* para predição do fluxo de veículos.

6 | AGRADECIMENTOS

Todos os integrantes agradecem ao IFPB por fomentar esta pesquisa através do Interconecta.

Agradecemos também ao Laboratório de Instrumentação, Sistemas de Controle e Automação (LINSCA) do IFPB pelo incentivo e disponibilização do laboratório para o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALDAWOD, M; *et al.* **Active control of along wind reponse of tall building using a fuzzy controller.** Engineering Structures. v. 23, n. 11, p. 1512-1522.

ANDRADE, M. **Estudo para aprimoramento da operação de controladores semafóricos fuzzy.** Dissertação de Mestrado. Brasília, 2004.

BARROS, L. R.; DUARTE, T. D.; ANDRADE, A. R. **Desenvolvimento de um ambiente virtual para simulação do controle de semáforos entre vias para o tráfego veicular.** Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2018.

BINGHAM, E. (1998) **Neurofuzzy Traffic Signal Control.** Thesis. Department of Engineering Physics and Mathematics. Helsinki Univerity of Tecnology.

DAY, L.; McNEIL, I. **Biographical Dictionary of the history of technology.** London: Routledge, 2005.

DENATRAN; RENAAM. **Frota de veículos, por tipo e com placa, segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação - ABR/2018.** Brasil: DENATRAN, 2018. Disponível em: <<https://www.denatran.gov.br/estatistica/635-frota-2018>>. Acesso em: 20 de Junho de 2018.

HAWKINS, H. G. **Traffic flow characteristics for uninterrupted-flow facilities.** In: PANDE, A. (Edit.). Traffic Engineering Handbook Seventh Edition. New Jersey: Wiley, 7.ed, cap. 7, p. 341 – 389, 2016.

KLUSKA, J. **Analytical Methods in Fuzzy Modeling and Control.** p. 251. Berlin: Springer, 2009.

McSHANE, C. **The origins and globalization of traffic control signals.** Journal of Urban History. v. 2, n. 2, p. 379 - 404, 1999.

SIMOES, M. G.; SHAW, I. S. **Controle e Modelagem Fuzzy.** São Paulo: Blucher, 2. Ed, p. 2-53, 2007.

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

Lorena Silva de Andrade Dias

Universidade do Estado de Santa Catarina –
Centro de Ciências Tecnológicas (UDESC/CCT)
Joinville – Santa Catarina

Elisa Henning

Universidade do Estado de Santa Catarina –
Centro de Ciências Tecnológicas (UDESC/CCT)
Joinville – Santa Catarina

Tatiana Comiotto

Universidade do Estado de Santa Catarina –
Centro de Ciências Tecnológicas (UDESC/CCT)
Joinville – Santa Catarina

Luciana Gili Vieira Duarte

Associação Catarinense de Ensino (ACE)
Joinville – Santa Catarina

Ermelinda Silvana Junckes

Universidade do Estado de Santa Catarina –
Centro de Ciências Tecnológicas (UDESC/CCT)
Joinville – Santa Catarina

Vitória Castro Cruz

Universidade do Estado de Santa Catarina –
Centro de Ciências Tecnológicas (UDESC/CCT)
Joinville – Santa Catarina

RESUMO: Um ambiente social pouco estruturado é incapaz de auxiliar no desenvolvimento das Funções Executivas (FE) de crianças, expostas a informações sem o acompanhamento de um raciocínio crítico quanto aos seus valores social e comportamental.

Assim, este artigo – que compõe o Trabalho de Graduação intitulado “Funções Executivas: análise de desempenho através da Torre de Hanói”, apresentado em junho de 2018, na UDESC/CCT – buscou analisar o desempenho de acadêmicos do curso de Licenciatura em Física, da UDESC/CCT, na aplicação do jogo da Torre de Hanói, com um teste piloto para a atividade fim, que procurou analisar as FE em alunos de desenvolvimento típico, do 9º ano do Ensino Fundamental e 3º ano do Ensino Médio de escolas pública e privada de Joinville e Jaraguá do Sul, através da aplicação do mesmo jogo. O objetivo geral do projeto consistiu em verificar a influência do ano escolar e o status da instituição de ensino nas FE, além de compreender quais são os fatores que limitam seu desenvolvimento. Para isso, desenvolveu-se um trabalho interdisciplinar que envolveu Estatística e a análise das Funções Executivas. A metodologia adotada consistiu na utilização dos testes ANOVA e/ou Teste de Kruskal-Wallis para analisar e comparar os dados obtidos através da atividade com Torre de Hanói.

PALAVRAS-CHAVE: Funções Executivas. Torre de Hanói. Estatística.

ABSTRACT: A poorly structured social environment is incapable of assisting in the development of the Executive Functions (EF) of children, exposed to information without

accompanying critical thinking about their social and behavioral values. Thus, this article – which composes the Graduation Work entitled "Executive Functions: performance analysis through the Tower of Hanoi", presented in June 2018 at UDESC/CCT – sought to analyze the performance of undergraduate students in Physics, of the UDESC/CCT, in the application of the Tower of Hanoi game, with a pilot test for the final activity, which sought to analyze the EF in students of typical development, the 9th year of Elementary School and the 3rd year of High School in public and private partnership of Joinville and Jaraguá do Sul, through the application of the same game. The overall objective of the project was to verify the influence of the school year and the status of the educational institution in the EF, in addition to understanding the factors that limit its development. For that, an interdisciplinary work was developed that involved Statistic and the analysis of the Executive Functions. The methodology used was to use ANOVA and / or Kruskal-Wallis test to analyze and compare the data obtained through the activity with Tower of Hanoi.

KEYWORDS: Executive Functions. Hanoi Tower. Statistic.

1 | INTRODUÇÃO

Expostas ao forte desenvolvimento tecnológico e a um excesso de informações no mundo atual, muitas crianças se encontram em um ambiente que pouco privilegia o desenvolvimento das funções executivas. Atualmente, o fácil acesso a todo tipo de informação não é acompanhado por um raciocínio crítico e, mesmo as conclusões a que esses jovens chegam a respeito do que viram ou ouviram, não são questionadas quanto ao seu valor social e comportamental, em relação às consequências no médio e longo prazo. Muitas vezes, isso se dá em função de um ambiente social (pais, escola e comunidade) pouco estruturado, incapaz de auxiliar no desenvolvimento das crianças até que elas sejam capazes de tomar suas decisões e cumprir suas funções na sociedade (COSENZA; GUERRA, 2011).

Este projeto buscou, por meio da análise dos dados obtidos na aplicação do jogo da Torre de Hanói, compreender o impacto desse cenário nas funções executivas de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental e 3º ano do Ensino Médio, de escolas públicas e privadas de Joinville e, também, identificar as diferenças entre essas duas fases de ensino e os dois tipos de instituições educacionais. Para isso, um trabalho de natureza transdisciplinar foi constituído ao unir a análise Estatística à apreciação das Funções Executivas, campo que abrange além da Psicologia, a Neurociências e a Química. Destaca-se neste trabalho a utilização da Torre de Hanói, ferramenta muito utilizada no ensino de conceitos matemáticos, devido ao seu uso na clínica e pesquisa neuropsicológica (SANT'ANNA et al., 2007).

2 | METODOLOGIA

Para a aplicação do jogo da Torre de Hanói será utilizado sua versão *on-line*, desenvolvida pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (link: <https://www.ufrgs.br/psicoeduc/hanoi/>), e a atividade se dará em três etapas: com 3, 4 e, por fim, 5 discos. Assim, a quantidade mínima é de 7, 15 e 31 movimentos, respectivamente. Em cada fase do processo será solicitado que o participante realize o arranjo três vezes. A avaliação terá por objetivo identificar o número de movimentos e o tempo gasto para a execução de cada etapa da tarefa. Os dados, referentes a realização da atividade, serão obtidos através instrumento de coleta de dados, onde será solicitado que o participante informe as iniciais de seu nome, idade e série, além de informar a quantidade de movimentos e o tempo gastos na execução de cada etapa. Para mensurar o tempo gasto em cada tarefa, o aplicador irá determinar o momento onde se dará início aos trabalhos e, cada participante, irá registrar o horário em que finalizou a atividade.

A análise dos dados obtidos através da aplicação do jogo buscará realizar comparações, a respeito do desenvolvimento das funções executivas, entre três grupos: alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de escolas públicas e privadas; alunos do 3º ano do Ensino Médio de escolas públicas e privadas; e a influência da série escolar no desenvolvimento. Assim, para a análise estatística do resultado do jogo, dois modelos poderão ser utilizados: a análise de variância – ANOVA, que testa a importância de um ou mais fatores ao comparar as médias de duas populações ou mais, possuindo como hipótese nula a afirmação de que as médias dos grupos são iguais e, como hipótese alternativa, de que ao menos uma média é diferente; e/ou o Teste de Kruskal-Wallis, um teste não paramétrico, que compara três ou mais grupos, em que é testada a hipótese nula de que as populações possuem a mesma distribuição e, como hipótese alternativa, de que os grupos não possuem a mesma distribuição (BARBETTA; REIS; BORNIA, 2010).

3 | LEVANTAMENTO DE DADOS: O PRÉ-TESTE

Para identificar erros e acertos durante a execução da metodologia a ser aplicada nesse projeto, foi realizado um teste piloto com alunos do 1º, 2º e 3º semestres de Licenciatura em Física, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CCT), utilizando a Torre de Hanói. A atividade ocorreu em três etapas: com 3 discos (mínimo de 7 movimentos em tempo médio de 15 segundos), 4 discos (mínimo de 15 movimentos em tempo médio de 35 segundos) e 5 discos (mínimo de 31 movimentos em tempo médio de 55 segundos). Em cada fase do processo foi solicitado ao participante que realizasse o arranjo três vezes. Com os dados que foram obtidos, uma análise foi efetuada para identificar possíveis problemas que possam ocorrer durante a atividade com o público alvo desse trabalho.

Para base da análise, o teste piloto foi executado com nove alunos. A primeira etapa foi concluída no tempo médio de 48 segundos e com 7 movimentos. A segunda etapa da tarefa foi concluída no tempo médio de 01:18 minutos e com 22 movimentos. Por fim, a terceira etapa foi finalizada em 02:35 minutos e em 62 movimentos. Notou-se que, ao aumentar o número de discos, os participantes levaram mais tempo e utilizaram mais movimentos, além do mínimo, para sua conclusão. Em especial, no segundo arranjo da terceira etapa, a maioria dos alunos executaram mais movimentos do que no primeiro arranjo. De acordo com relato dos participantes, isso pode ter ocorrido devido à pressão surgida a partir de um cenário de competição entre eles.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destaca-se que este artigo é um relato sobre fase inicial do projeto “Funções Executivas: análise de desempenho através da Torre de Hanói” – que consistiu em um Trabalho de Graduação, apresentado em junho de 2018 na UDESC/CCT, no qual constam os dados e as análises efetuadas sobre a atividade aplicada junto aos alunos do Ensino Básico. A partir das observações advindas do teste piloto, para aplicação do jogo da Torre de Hanói com o público alvo, percebeu-se a necessidade de uma ação para prevenir o surgimento da competição entre os participantes e, também, a realização de uma cronometragem mais apurada do tempo uma vez que, na etapa com três discos, é possível sua finalização em menos de 1 minuto.

REFERÊNCIAS

BARBETTA, P.A. REIS, M.M. BORNIA, A.C. **Estatística para cursos de engenharia e informática**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

COSENZA, R. M; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação**. São Paulo: Artmed, 2011.

SANT'ANNA, B. A. et al. **Torre de Hanói**: proposta de utilização do instrumento para sujeitos de 13 a 16 anos. *Periódicos Eletrônicos em Psicologia*, São Paulo, v. 5, n. 2, 2007. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/ph/v5n2/v5n2a04.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2017.

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

Andrea de Almeida Brito

IFBA / SENAI CIMATEC

Dênio Oliveira Cruz

UNIJORGE

Ivan Costa da Cunha Lima

SENAI CIMATEC

Gilney Figueira Zebende

UEFS

RESUMO: Neste artigo estudamos a análise das variáveis meteorológicas, temperatura ambiente e a umidade relativa do ar, através dos métodos dos estatísticos DFA, o DCCA e o Coeficiente de Correlação Cruzada ρ_{DCCA} . A cidade de Porto Seguro, (estação meteorológica) localizada no Sul do Estado da Bahia (Brasil), foi o nosso caso de estudo. Nossos dados foram coletados hora a hora e disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Assim, calculamos a temperatura ambiente média diária $\langle T \rangle$ e a umidade relativa do ar média diária $\langle U \rangle$ por duas formas distintas, e concluímos que as variáveis meteorológicas **têm persistência ao longo do tempo** tanto para o DFA como para o DCCA, e uma correlação cruzada negativa, para a análise do coeficiente ρ_{DCCA} .

PALAVRAS-CHAVE: Variáveis Meteorológicas; DFA; DCCA; Coeficiente de Correlação Cruzada ρ_{DCCA}

ABSTRACT: In this paper, we propose an analysis of the meteorological variables, air temperature and relative humidity through the statistical methods DFA, DCCA and the cross-correlation coefficient, ρ_{DCCA} . We chose the city of Porto Seguro (meteorological station) located in the south of the Bahia State (Brazil) as our case of study. Our data were made available, hour by hour, by the Brazilian Institute of Meteorology (INMET). We calculate the mean daily of air ambient temperature $\langle T \rangle$ and the relative humidity by two different forms presented, and we conclude that these variables have persistence over time for DFA and DCCA methods and a negative cross-correlation for ρ_{DCCA} .

KEYWORDS: Climatological Variables; DFA; DCCA; Cross Correlation Coefficient ρ_{DCCA}

1 | INTRODUÇÃO

O município de Porto Seguro (BA) situado no sul do estado da Bahia está a 707 km de distância da capital, Salvador. É, oficialmente, o primeiro município que chegaram os navegadores portugueses em território brasileiro. De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2017, sua população era de 149

324 habitantes, tendo área é de 2 408,327 km² e a densidade demográfica de 62 hab./km². Porto Seguro, que está a 4 metros acima do nível do mar, limita-se com os municípios de Santa Cruz de Cabrália e Prado. Sua localização geográfica é latitude 16° 27' 00"S e longitude 39° 3' 54"W. Possui um clima tropical, sendo um clima sempre quente com temperatura compensada média elevada variando 30° C a 39° C, chegando próximo dos 42° C e ameno no inverno, com média de 26° C e mínimas 20° C. Sua umidade relativa do ar média é de 84%. Logo, para contemplar o objetivo deste trabalho, a próxima seção aborda um referencial teórico dos métodos abordados nesta pesquisa. A terceira seção apresenta a metodologia. A quarta seção a análise e os resultados, e por fim, na quinta, apresentamos as conclusões.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Apresentaremos um resumo sobre os métodos estatísticos para análise de séries temporais não estacionárias. O DFA, o DCCA e do coeficiente de correlação cruzada \hat{P}_{DCCA} .

2.1 Método DFA –Análise da Auto-correlação

O método *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA), desenvolvido por [1], análise das flutuações sem tendências, tem como objetivo identificar e mensurar auto-correlação de longo alcance em séries temporais não-estacionárias.

A modelagem consiste nos seguintes passos: De posse de uma série temporal U_j , com j variando de 1 a N (N total de pontos da série), primeiro calculamos o desvio padrão de cada registro em relação à incidência média da série completa, integramos o sinal U_j e obtemos em relação à incidência média na série completa, desta forma, obtemos a série integrada $y(k)$ pela expressão $y(k) = \sum_{i=1}^k [u(i) - \langle u \rangle]$, $k = 1, 2, \dots, N$, em que $\langle u \rangle$ denota o valor médio de U_j . Em seguida, dividimos a série integrada $y(k)$ em intervalos de igual amplitude n . Para cada intervalo de tamanho n , ajustamos a um polinômio de grau ≥ 1 que denotamos por $y_n(k)$. Esta estatística representa a tendência local na amplitude de tamanho n . Próximo passo, subtraímos a série integrada $y(k)$ da série ajustada $y_n(k)$, em cada amplitude de tamanho n , e após a subtração, calculamos a função $F_{DFA}(n)$ expressa pela equação

$$F_{DFA}(n) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N [y(k) - y_n(k)]^2}$$

Este cálculo deve ser repetido para diferentes amplitudes de tamanho n , com $4 < n < \frac{N}{4}$ (o valor mínimo e máximo de n foi definido empiricamente).

Por fim, verificamos se a função $F_{DFA}(n)$ tem comportamento do tipo lei

de potência, ou seja, $F_{DFA}(n) \sim n^\alpha$. Neste caso α será o expoente de auto-correlação de longo alcance. Se o expoente $\alpha = 0,5$, a série será aleatória, ou seja, decorrelacionada; se o expoente $\alpha > 0,5$, a série apresenta persistência de longo alcance e se o expoente $\alpha < 0,5$, a série apresenta um comportamento antipersistente de longo alcance.

2.2 Método DCCA - Análise da Correlação Cruzada

Proposto por [2], o método *Detrended Cross-Correlation Analysis* (DCCA), que é a generalização do DFA, tem como objetivo analisar correlações cruzadas entre duas séries temporais distintas não estacionárias de mesmo tamanho N . A finalidade do DCCA é estimar a existência ou não de correlação cruzada de longo alcance entre as duas séries temporais analisadas, por meio da função de covariância sem tendência $F^2_{DCCA}(n)$. A análise de duas séries temporais y_i e y'_i com o mesmo tamanho N pelo método DCCA é feita da seguinte maneira: Primeiramente, integramos as duas séries, y_i e y'_i , de acordo com as seguintes expressões $R_k = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_k$ e $R'_k = S'_1 + S'_2 + S'_3 + \dots + S'_k$, em que $k = 1, 2, \dots, N$. Em seguida, dividimos os sinais integrados R_k e R'_k em $(N - n)$ boxes (agora com superposição de janelas) de tamanho n cada um, contendo $n + 1$ valores. Para as duas séries temporais, em cada box (que inicia em i e termina em $i + n$) calculamos as tendências em cada box, isto é, $\tilde{R}_{k,i}$ e $\tilde{R}'_{k,i}$, ($i < k < i + n$) como sendo a ordenada do ajuste linear (processo dos mínimos quadrados) da série somada. Próximo passo, a partir do cálculo anterior calculamos a covariância dos resíduos em cada intervalo, dada pela expressão

$f^2_{DCCA}(n, i) \equiv \frac{1}{(n + 1)} \sum_{k=i}^{i+n} \left[R_k - \tilde{R}_{k,i} \right] \left[R'_k - \tilde{R}'_{k,i} \right]$. Por último, calculamos a função de correlação cruzada dada pela expressão

$$F^2_{DCCA}(n) \equiv \frac{1}{(N - n)} \sum_{i=1}^{N-n} f^2_{DCCA}(n, i)$$

Desta forma, quando repetido o procedimento descrito anteriormente para tamanhos diferentes de boxes n , podemos verificar a existência ou não da lei de potência, através da expressão $F^2_{DCCA}(n) \sim n^{2\lambda}$. Aqui λ descreve o expoente de correlação cruzada de longo alcance. O expoente λ_{DCCA} quantifica a correlação cruzada entre duas séries temporais distintas e mesmo tamanho.

2.3 Coeficiente de Correlação Cruzada ρ_{DCCA}

O coeficiente de correlação cruzada, ρ_{DCCA} proposto por [3], tem como objetivo quantificar e mensurar o nível de correlação cruzada entre duas séries temporais distintas e não estacionárias, tendo como base o DFA e o DCCA. O coeficiente de correlação cruzada, ρ_{DCCA} , é a razão entre a função de covariância sem tendência,

F^2_{DCCA} e a função de variância sem tendência, F_{DFA} , definido por:

$$\rho_{DCCA}(n) \equiv \frac{F^2_{DCCA}(n)}{F_{DFA_{y_i}}(n)F_{DFA_{y_i}}(n)}$$

Este coeficiente define uma nova escala de correlação cruzadas em séries temporais não estacionárias. O coeficiente de correlação cruzada, ρ_{DCCA} , é um coeficiente adimensional com intervalo que varia entre $-1 \leq \rho_{DCCA}(n) \leq 1$. Se $\rho_{DCCA} = 0$, não existe correlação cruzada entre as séries, dividindo o nível de correlação cruzada entre positivo e negativo. Assim, caso $\rho_{DCCA} > 0$ existe correlação cruzada entre as séries e será perfeita se $\rho_{DCCA} = 1$. Se $\rho_{DCCA} < 0$ existe uma anti-correlação cruzada, sendo ela anti-correlação perfeita caso $\rho_{DCCA} = -1$.

O ρ_{DCCA} tem despertado o interesse de muitos pesquisadores nesta quase primeira década de existência e dentre os diversos trabalhos aplicando este coeficiente, em diversas áreas científicas, podemos citar: [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27]

3 | METODOLOGIA

Para analisar o comportamento das variáveis meteorológicas (temperatura ambiente e umidade relativa do ar) através dos métodos DFA, o DCCA e o ρ_{DCCA} , escolhemos a cidade de Porto Seguro e utilizamos 803 dados medidos hora a hora da referida estação meteorológica automática, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referente ao período de 12/07/2008 à 30/09/2010. De posse dos dados hora a hora, calculamos a temperatura ambiente média diária $\langle T \rangle$, por duas formas distintas, tomando como base para o cálculo da temperatura ambiente média o exposto no artigo [4]. O mesmo procedimento foi aplicado para calcular a umidade relativa do ar médiadiária $\langle U \rangle$.

3.4 Temperatura Ambiente e Umidade Relativa do Ar Média Diária Hora a Hora

$$\langle T_m \rangle = \frac{\sum_{i=1}^{24} T_i}{24} \quad e \quad \langle U_m \rangle = \frac{\sum_{i=1}^{24} U_i}{24} \quad (2)$$

em que i é a hora, T_i , a temperatura na hora i e U_i , a Umidade relativa do ar na hora i .

3.5 Temperatura Ambiente e Umidade Relativa do Ar Média Diária Máx/Min

$$\langle T_{máx/min} \rangle = \frac{T_{\min} + T_{\max}}{2} \quad e \quad \langle U_{máx/min} \rangle = \frac{U_{\min} + U_{\max}}{2} \quad (3)$$

em que T_{\min} , é a temperatura ambiente mínima diária e T_{\max} , é a temperatura ambiente máxima diária do local e U_{\min} , é a umidade relativa do ar mínima diária e U_{\max} , é a umidade relativa do máxima diária do local.

A temperatura ambiente está medida em graus Celsius ($^{\circ}C$) e umidade relativa do ar em valor percentual (%).

4 | ANÁLISE E RESULTADOS

Para o método DFA, a Figura 1, mostra que as médias diárias calculadas pelas formas (3.1) e (3.2) propostas por [4], para a variável temperatura ambiente representada pela cor vermelha e a umidade relativa do ar, pela cor verde, tem um comportamento persistente e não estacionário nas séries temporais estudadas, ou seja, $\alpha > 0,5$.

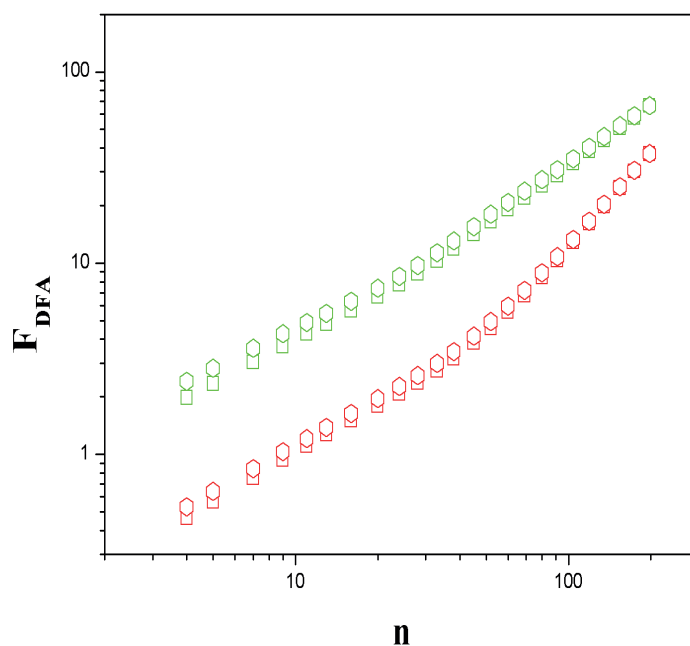


Figura 1. Gráfico do DFA para a temperatura ambiente e umidade relativa do ar

Na modelagem do expoente de correlação cruzada, λ_{DCCA} , observamos através da Figura 2, uma correlação cruzada negativa para todas as escalas temporais independente da forma que fora calculada a média diária das variáveis. Este resultado nos permite concluir que existe uma relação de anti-persistência entre as duas variáveis meteorológicas, pois a função F^2_{DCCA} é negativa ao longo de toda a escala temporal.

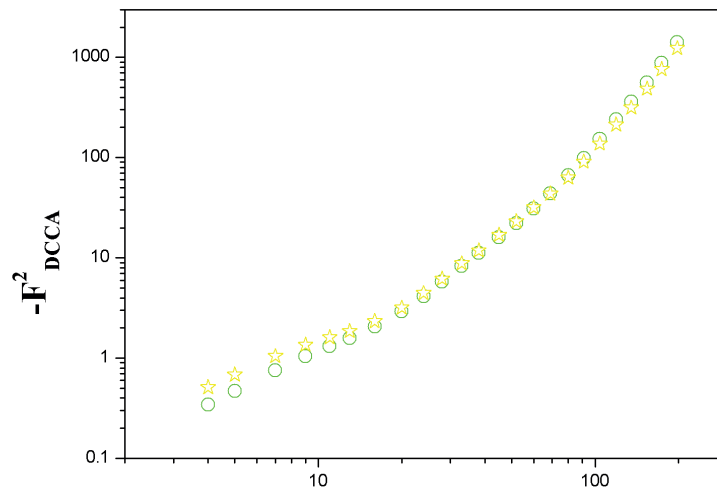


Figura 2. Gráfico DCCA para a temperatura ambiente e umidade relativa do ar

Na Figura 3, apresentamos o gráfico com os coeficientes ρ_{DCCA} , calculados pelas formas (3.1) e (3.2) propostas por [4], e através desta percebemos que a correlação cruzada do ponto de vista do coeficiente ρ_{DCCA} é negativa para toda a escala de tempo independente da forma em que a média diária das variáveis fora calculada.

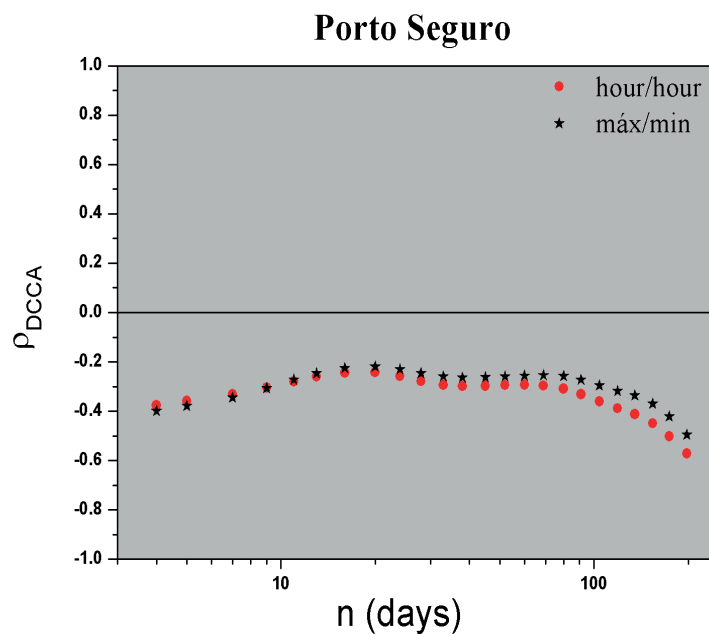


Figura 3. ρ_{DCCA} aplicado aos valores médios diários da temperatura ambiente e umidade relativa do ar

5 | CONCLUSÕES

Após minerarmos os dados, calculamos as médias diárias da temperatura ambiente por duas maneiras distintas, (3.1) e (3.2), como proposto por [4]. Utilizamos a mesma técnica para o cálculo das médias diárias para a umidade relativa do ar. Com as médias calculadas procedemos à análise pelos métodos supracitados. Para o método DFA observou-se que, para Porto Seguro (BA), o expoente de auto-correlação, α_{DFA} , foi maior do que 0,5 tanto para a temperatura ambiente como para a umidade relativa do ar. Dessa forma, classificamos as séries como persistentes ao longo do tempo. Para o expoente de correlação cruzada, λ_{DCCA} , identificou-se a existência de uma lei de potência para toda escala de tempo. A função de correlação cruzada apresentou-se negativa no período analisado. Com relação aos coeficientes ρ_{DCCA} , observou-se que os mesmos foram negativos para todas as escalas de tempo, implicando em uma anti-correlação cruzada entre estas variáveis meteorológicas, ou seja, quanto maior (menor) a temperatura do ar, menor (maior) será a sua umidade relativa do ar.

6 | AGRADECIMENTOS

A. A. Brito e I. C. Cunha Lima, agradecem a FAPESB (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia) (Grant BOL 0262/2017 e BOL 097/2016) e ao INMET (Instituto Brasileiro de Meteorologia) e G. F. ZEBENDE ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) (Grant 304362-2017-4)

REFERÊNCIAS

PENG, C. K.; BULDYREV, V. SIMONS, M.; STANLEY, H. E. GOLDBERGER, L. **Mosaic organization of dna nucleotides.**, Physical Review E, v. 49, p. 1685-1689, 1994.

PODOBNIK, B.; STANLEY, H. E. **Detrended cross-correlation analysis: A new method for analyzing two nonstationary times series**, PHYSICAL REVIEW LETTERS, v. 100, p. 084102, 2008.

ZEBENDE, G. F. **Dcca cross-correlation coefficient: Quantifying level of cross-correlation**, Physica A, v. 390, p.614-618, 2011.

WEISS, A.; HAYS, C. J. **Calculating daily mean air temperature by different methods: implications from a non-linear algorithm**, Agricultural and Forest Meteorology, v.128, p. 57-65, 2005.

ZEBENDE, G. F.; SILVA, A. P.; DA SILVA FILHO, A. M. **Study of corsss correlation in a self a_ne time series of taxi accidents**. Physica A, v. 390, p.1677-1683, 2011.

MACHADO, A. SILVA, M.; ZEBENDE, G. F. **Autocorrelation and cross-correlation in time series of homicide and attempted homicide.**, Phyica A, v. 400, p12-19, 2014.

- G. F. ZEBENDE, A. A. BRITO; A. M. SILVA MACHADO; A. P. N. CASTRO. ρ_{DCCA} **Applied between air temperature and relative humidity: Na hour/hour view.** Physica A, v.494, p. 17-26, 2018.
- G. F. ZEBENDE, G. F.; VASSOLER, R. T **Dcca cross-correlation coefficient apply in time series of air temperature and air relative humidity.**, Physica A, v. 391, p. 2438-2443, 2012.
- BRITO A. A.; MACHADO, A.; ZEBENDE, G. F. **Análise temporal de dados climatológicos de Feira de Santana (Ba), Conjuntura & Planejamento**, v. 189, p. 50-59, 2015.
- ZEBENDE, G. F.; A. MACHADO. **Cross-correlation between time series of vehicles and passengers**, Physica A v. 88 p. 4863-4866, 2009.
- PODOBNIK, B.; JIANG, Z. -Q.; ZHOU, W. -X.; STANLEY, H. E. **Statistical tests for power-law cross-correlated processes.**, Physical Review E, v. 84 p. 066118, 2011.
- ZEBENDE, G. F.; MACHADO, A.; SILVA, M. F. **Autocorrelation and cross-correlation in time series of homicide and attempted homicide.**, Physica A, v. 400 p. 12-19, 2014.
- Lin, Min; Wang, Gang-Jin; Xie, Chi; Stanley, H. E. **Cross-correlations and influence in world gold markets.** Physica A, v. 490, p. 504-512, 2018.
- Zebende, G. F.; Brito, A. A.; Silva Filho, A. M.; Castro, A. P. ρ_{DCCA} **Applied between air temperature and relative humidity: Na hour/hour view.** Physica A, v. 494, p. 17-26, 2018.
- Guedes, E. F.; Brito, A. A.; Oliveira Filho, F. M.; Fernandez, B. F.; Castro, A. P. N.; Silva Filho, A. M.; Zebende, G. F. **Statistical test for $\Delta\rho_{DCCA}$ cross-correlation coefficient.** Physica A, v. 501, p. 134-140, 2018.
- Guedes, E. F.; Brito, A. A.; Oliveira Filho, F. M.; Fernandez, B. F.; Castro, A. P. N.; Silva Filho, A. M.; Zebende, G. F. **Statistical test for $\Delta\rho_{DCCA}$: Methods and data. cross-correlation coefficient.** Data in Brief, v. 18, p. 795-798, 2018.
- Brito, A. A.; Rodrigues Santos, F.; Castro, A. P. N.; Da Cunha Lima, A. T.; Zebende, G. F.; Da Cunha Lima, I. C. **Cross-correlation in a turbulent flow: Analysis of the velocity Field using the ρ_{DCCA} coefficient.** EPL (EUROPHYSICS LETTERS), v. 123, p. 20011, 2018.
- Zebende, G. F.; Da Silva Filho, A. M. **Detrended Multiple Cross-Correlation Coefficient.** Physica A, v. 510, p. 91-97, 2018.
- Santos, F. R.; Brito, A. A.; Castro, A. P. N.; Almeida, M. P.; Da Cunha Lima, A. T.; Zebende, G. F.; Da Cunha Lima, I. C. **Detection of the persistency of the blockages symmetry influence on the multi-scale cross-correlations of the velocity fields in internal turbulent flows in pipelines.** Physica A, v. 509, p. 294-301, 2018.
- Ferreira, Paulo; Dionísio, Andreia; Guedes, Everaldo Freitas; Zebende, Gilney Figueira. **A sliding windows approach to analyse the evolution of bank shares in the European Union.** Physica A, v. 490, p. 1355-1367, 2018.
- De Area Leão Pereira, Eder; Da Silva, Marcus Fernandes; Da Cunha Lima, I. C.; Pereira, H. B. B; **Trump's Effect on stock markets: A multiscale approach.** Physica A, v. 521, p. 241-247, 2018.
- Bashir, Usman; Zebende, Gilney Figueira; Yu, Yugang; Hussain, Muntazir; Ali, Ahmed; Abbas, Ghulam. **Differential market reactions to pre and post Brexit referendum.** Physica A, v. 515, p. 151-158, 2019.

Ferreira, Paulo; Da Silva, M. F.; Santana, I. S. **Detrended Correlation Coefficients Between Exchange Rate (in Dollars) and stock Markets in the World's Largest Economies.** *Economies*, v. 7, p. 9, 2019.

Ferreira, Paulo; Pereira, Éder; Silva, Marcus Fernandes; Pereira, Hernane Borges. **Detrended correlation coefficients between oil and markets. The effect of the 2008 crisis.** *Physica A*, v. 517, p. 86-96, 2019.

Lu-Sheng Zhai; Ruo-Yu Liu. **Local detrended cross-correlation analysis for non-stationary time series.** *Physica A*, v. 513, p. 222-233, 2019.

Chenhua Shen; **The influence of a scaling exponent on ρ_{DCCA} : A spatial cross-correlation pattern of precipitation records over eastern China.** *Physica A*, v. 516, p. 579-590, 2019.

Ferreira, Paulo. **Assessing the relationship between dependence and volume in stock markets: A dynamic analysis.** *Physica A*, v. 516, p. 90-97, 2019.

Albuquerque, C. R.; Lima, Gabriel; De Melo, Rivas; Stosic, Borko; Stosic, Tatijana; **Cross-correlations between Brazilian biofuel and food market: Ethanol versus sugar.** *Physica A*, v. 513, p. 687-693, 2019.

Hongli, Niu; Weiging, Wang; Junhuan, Zhang. **Recurrence duration statistics and time-dependent intrinsic correlation analysis of trading volumes: A study of Chinese stock indices.** *Physica A*, v. 514, p. 838-854, 2019.

Kar, Alpa; Chatterjee, Sucharita; Ghosh, Dipak. **Multifractal detrended cross correlation analysis of Land-surface temperature anomalies and Soil radon concentration.** *Physica A*, v. 521, p. 236-247, 2019.

MINERAÇÃO INDIVIDUAL DE BITCOINS E LITECOINS NO MUNDO

Guilherme Albuquerque Barbosa Silva

Universidade de Brasília (UnB), Departamento de Engenharia Mecânica, Brasília – DF, Brasil.

Carlo Kleber da Silva Rodrigues

Universidade Federal do ABC (UFABC), Centro de Matemática, Computação e Cognição, Santo André – SP, Brasil.

Simpósio Brasileiro em Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais – SBSeg 2016.

RESUMO: Este artigo analisa a mineração individual das criptomoedas bitcoin e litecoin no mundo. O objetivo é identificar aquela que é economicamente mais rentável. Para tanto, utiliza-se a métrica denominada eficiência energética e consideram-se três continentes como regiões de mineração de cada criptomoeda: América, Ásia e Europa. O cálculo dessa métrica considera três variáveis: a taxa de processamento de hashes do hardware, o consumo de energia elétrica do hardware em watts, e o valor do quilowatt-hora da região de mineração. Os resultados finais indicam que minerar litecoins é mais rentável que minerar bitcoins. Conclusões gerais e possíveis trabalhos futuros finalizam este artigo.

PALAVRAS-CHAVE: Mineração, Criptomoeda, Bitcoin, Litecoin.

ABSTRACT: This paper analyzes the solo

mining process of the bitcoin and litecoin cryptocurrencies all over the world. The goal is to identify which one turns out to be the most profitable one. To this end, the metric named as energy efficiency is used and three continents are taken as mining regions: America, Asia and Europe. Three variables are considered to compute the above metric: the hash-processing rate of the hardware, the electrical energy consumption of the hardware, and the price of the kilowatt-hour of the mining region. The final results suggest that mining litecoins turns out to be more profitable than mining bitcoins. Lastly, general conclusions and future avenues come at the end of this paper.

KEYWORDS: Mining, Cryptocurrency, Bitcoin, Litecoin.

1 | INTRODUÇÃO

Criptomoedas são formas de dinheiro virtual que contam com métodos criptográficos para assegurarem a geração e a distribuição de valores de forma segura por meio de uma rede de computadores [Bank for International Settlements, 2015]. As criptomoedas são livres de interferências cambiais de governos e dão relativa segurança às transações financeiras realizadas com elas. Duas criptomoedas bem

populares e comercialmente atrativas são *bitcoin* e *litecoin* [Murphy, 2013].

O principal processo de obtenção de criptomoedas não advindo de uma transação financeira é denominado de *mineração*. Esse processo consiste em adquirir digitalmente a posse de um certo número de criptomoedas a partir de um esforço computacional despendido pelo *hardware* de uma pessoa (i.e., *minerador*) que realiza esse processo [Nakamoto, 2008].

O *bitcoin* foi criado em 2008 [Nakamoto, 2008] e alcançou a expressiva marca de USD 4,05 bilhões em seu mercado de transações no ano de 2015 [White, 2015]. Esse mercado é, no entanto, ainda instável. Por exemplo, o *bitcoin* teve uma valorização de 6.000% em 2013, alcançando a marca de USD 1.250,00 por *bitcoin*. No ano seguinte, porém, perdeu 2/3 do seu valor. Atualmente, um *bitcoin* (ou 1,0 BTC) é cotado em USD 454,90.

Dentre as outras criptomoedas que surgiram desde a criação do *bitcoin*, destaca-se a criptomoeda *litecoin*. Em 2013, essa criptomoeda teve um crescimento de 400% e, em seu ápice, chegou a ser cotada em USD 48,05. Trata-se de uma alternativa que possui um processo de mineração mais fácil e mais rápido que aquele do *bitcoin*. Além disso, como ainda não existem muitas opções de *hardware* especializado para a mineração de *litecoins*, há uma competição mais equânime entre os possíveis mineradores, pois estes tendem a utilizar o mesmo *hardware*. Diante disso, surge então a seguinte pergunta: a despeito da complexidade computacional e sob o ponto de vista da rentabilidade econômica, é mais vantajoso minerar *litecoins* que *bitcoins*?

Dentro deste contexto, este trabalho objetiva analisar a rentabilidade econômica da mineração individual das criptomoedas *bitcoin* e *litecoin*. Essa análise baseia-se na avaliação da métrica *eficiência energética* nos países com maiores Produtos Internos Brutos (PIBs) das seguintes regiões: América, Europa e Ásia, almejando-se uma rentabilidade de 0,10 USD/hora. Três variáveis são consideradas para o cálculo dessa métrica: a taxa de processamento de *hashes* do *hardware* empregado, o consumo de energia elétrica em watts, e o valor em dólares do quilowatt-hora (kWh).

A organização do restante deste texto é descrita a seguir. A Seção 2 apresenta resumidamente o protocolo *Bitcoin* e as suas principais diferenças com relação ao protocolo *Litecoin*. Os trabalhos relacionados são brevemente percorridos na Seção 3. Na Seção 4, são apresentados e discutidos os experimentos e os resultados. Por fim, conclusões gerais e trabalhos futuros aparecem na Seção 5.

2 | FUNDAMENTOS

2.1 Protocolo *Bitcoin*

O protocolo *Bitcoin* foi originalmente anunciado em um artigo publicado em novembro de 2008, o qual definiu uma forma de criptomoeda que funciona de forma pseudônima e sem depender da confiança em qualquer usuário do sistema

[Nakamoto, 2008]. Esse protocolo foi desenvolvido considerando o paradigma de uma rede *peer-to-peer* (P2P) de alcance mundial, resultando em um sistema de transações financeiras de escala global.

A arquitetura do protocolo *Bitcoin* é baseada na implementação de um livro-razão ou *ledger* público, onde todos os usuários têm acesso a todas as transações. No entanto, como são utilizados números em vez de nomes, a privacidade é preservada [Nakamoto, 2008]. Sempre que ocorre uma transação na rede, tanto o *ledger* do beneficiário quanto o do pagador vão ser alterados. De forma semelhante, o restante dos nós da rede atualiza seus *ledgers* para conter essa transação.

2.2 Conceito de *Blockchain*

Quando o pagador de uma transação em bitcoins envia certa quantia para outro usuário é como se esse pagador estivesse assinando um documento público que atesta a transferência de posse daquela quantia para o outro usuário. A assinatura dessa transação é realizada pelo conceito de par de chaves assimétricas, onde um mesmo usuário da rede possui duas sequências de dígitos únicos que formam as chaves pública e privada, respectivamente.

O sistema de chaves criptográficas assimétricas garante a autenticidade de quem e para quem a transação é realizada, mas não garante que um mesmo usuário não possa gastar aquela mesma quantia mais de uma vez em outras transações. Dado que se decorre um tempo para propagar-se o *ledger* atualizado, qualquer usuário poderia teoricamente realizar outra transação enquanto a antiga não se propagou por toda a rede. Nesse caso, a rede teria dificuldades em diferenciar qual transação seria a legítima.

A forma encontrada pelo protocolo para solucionar o problema anteriormente descrito se dá pelo emprego do conceito de *blockchain*, explicado a seguir. Propagam-se as transações recém realizadas, mas ainda não validadas, por toda a rede. Essas transações são então agrupadas em blocos. Cada bloco é validado pelos mineradores no processo de mineração.

Após validado, o bloco é então adicionado a uma corrente (cadeia) de blocos, que leva desde o primeiro bloco, contendo a primeira transação já realizada na história do *Bitcoin*, até a transação mais recentemente validada. Os blocos que não forem validados pelos mineradores são descartados. Essa corrente é denominada de *blockchain* e é a base de informação para implementar o *ledger* público.

2.3 Conceito de *Proof-of-work*

Nakamoto (2008) definiu que o processo matemático realizado pelo minerador ocorre por meio do algoritmo *hash* criptográfico SHA-256. Esse algoritmo faz com que minerador precise descobrir um número inteiro de 4 *bytes*, denominado de *nonce*, capaz de satisfazer a uma desigualdade (inequação) expressa em função desse

algoritmo.

O método de descobrimento usado pelo minerador é baseado em múltiplas tentativas, e a condição de desigualdade é estabelecida considerando-se um valor máximo, denominado de *target difficulty*, que é ajustado pelo algoritmo para garantir que, em média, apenas um bloco de transações válidas seja adicionado à *blockchain* a cada 10 minutos.

O *nonce* descoberto, também chamado de *golden nonce*, é a *proof-of-work* (prova de trabalho) que o cálculo iterativo por tentativas foi de fato realizado e que o bloco pode então ser adicionado à *blockchain* [Rocha e Rodrigues, 2016]. Para incentivar os mineradores a validar os blocos, o protocolo prevê uma *reward* (recompensa) em *bitcoins* para quem primeiro conseguir encontrar o *golden nonce*. Essa recompensa não tem um valor fixo, sendo alterada de tempos em tempos [Rosenfeld, 2016].

Quando o *Bitcoin* foi lançado, o seu *reward* era de 50,0 BTC. Esse valor de *reward* é dividido por 2 a cada 230.000 blocos minerados na rede ou, aproximadamente, a cada quatro anos, já que cada bloco leva cerca de dez minutos para ser minerado. Esse ajuste é conhecido como *halving*. O *Bitcoin* já passou por um *halving* e, atualmente, cada bloco minerado é recompensado com 25,0 BTC.

2.4 Protocolo *Litecoin*

O protocolo *Litecoin* foi desenvolvido por Charles Lee, então funcionário da empresa Google, em outubro de 2011. É um projeto de código aberto que, na época, foi lançado em plataformas de desenvolvimento colaborativas [Bradbury, 2013]. Esse protocolo possui o tempo de mineração de cada bloco estimado em 2,5 minutos, sendo o valor da *reward* atual igual a 25,0 litecoins. Semelhantemente ao protocolo *Bitcoin*, o *Litecoin* também passa pelo evento de *halving* a cada quatro anos aproximadamente. O algoritmo usado pelo *Litecoin* para estabelecer o processo matemático da mineração é o *Scrypt* [Percival, 2009].

É preciso ressaltar que a ideia do protocolo *Litecoin* não foi a de substituir a mineração de *bitcoins*, mas permitir que ambas criptomoedas coexistam nos mercados financeiros. Comparativamente, a principal diferença entre os algoritmos de *proof-of-work* dos protocolos é que o SHA-256 (do *Bitcoin*) é focado em uso intensivo do processador, enquanto que *Scrypt* (do *Litecoin*) é focado no uso intensivo de memória. Disto resulta a necessidade de *hardwares* especializados para mineração de *bitcoins*, e de *hardwares* de uso geral para mineração de *litecoins*.

Para encerrar esta seção, cabe ainda mencionar que existem basicamente três formas de se obter criptomoedas: por meio de uma transação entre criptomoedas; comprando-se criptomoedas com dinheiro real; e, por último, por meio do processo de mineração. Esta última pode ser ainda realizada de duas formas: de maneira coletiva (i.e., *pools* de mineradores) e por meio da *mineração individual*, i.e., utilizando-se um único *hardware*. O foco deste trabalho é a mineração individual.

3 | TRABALHOS RELACIONADOS

A análise formal da rentabilidade da mineração individual de criptomoedas ainda é um tema relativamente recente na literatura. Tendo-se conhecimento desta pouca exploração científica, esta seção busca discorrer brevemente sobre alguns dos trabalhos mais recentes da literatura que contribuíram ou se relacionaram, mesmo de forma indireta, com o objetivo deste trabalho.

Rosenfeld (2011) propõe a compreender os aspectos da rentabilidade por mineração em *pools*. O trabalho conclui que, por causa da alta variância nas recompensas da mineração individual, a necessidade de mineração em *pools* se faz importante e não pode ser desconsiderada.

O trabalho de Kiayias e Panagiotakos (2016) compara a eficiência da tecnologia de *blockchain* sob a ótica da segurança, considerando as alternativas mais modernas para realizar transações. O trabalho consegue apontar que, nos piores cenário de segurança, os protocolos mais modernos, como o denominado *GHOST*, têm um desempenho pior ou na melhor das hipóteses similar à *blockchain*.

Luther (2015) investiga o emprego de criptomoedas nos distintos mercados financeiros. O trabalho conclui que o *Bitcoin* representa um real avanço tecnológico no processamento de pagamentos, embora seja também verdade que o desenvolvimento de outras criptomoedas possa vir, em algum momento, tornar o *Bitcoin* obsoleto, passando este a ser reconhecido apenas como o precursor das criptomoedas.

O trabalho de Chávez e Rodrigues (2015) apresenta formas de decidir analiticamente quando é mais vantajoso trocar de *pools* a fim de se manter a rentabilidade considerada. O trabalho conclui que a mineração considerando o salto entre *pools* (i.e., troca dinâmica) é mais eficiente que a mineração considerando um único *pool*.

Pazmiño e Rodrigues (2015) avaliam o tempo de verificação de transações e, neste contexto, propõe um esquema para a divisão da base de dados de um nó da rede *bitcoin*, considerando o *hardware* disponível localmente no usuário. Os resultados finais são numericamente atrativos, resultando em otimizações de até 71,42% no tempo de verificação de transação.

Por fim, o trabalho de Rocha e Rodrigues (2016) tem um viés de análise baseado em metodologias de desenvolvimento de *software* e, precipuamente, apresenta a modelagem do processo de negócio do sistema *Bitcoin*. Para tanto, são empregadas técnicas de Engenharia de *Software* e de *Business Process Model and Notation*. Os modelos desenvolvidos permitem mapear problemas críticos do sistema, explicitando em quais etapas do processo de negócio eles incidem.

4 | RENTABILIDADE PARA BITCOIN E LITECOIN

4.1 Definição de rentabilidade

Tanto para o *Bitcoin* quanto para o *Litecoin*, a *target difficulty*, D , refere-se à complexidade para se minerar um bloco, sendo ajustada de forma que qualquer número de tentativas para encontrar o *golden nonce* tenha sempre a razão de $\frac{1}{2^{32} * D}$ de chance de sucesso.

O valor atual de D para o protocolo *Bitcoin* é 194.254.820.283, e para o protocolo *Litecoin* é 47.760. A taxa com que um *hardware* consegue testar valores para descobrir o *golden nonce* é denominada de *hashrate*, representada por h .

Considerando-se então o tempo de mineração t , um *hardware* pode realizar um total de $h * t$ tentativas (ou *hashes*) para descobrir o valor do *golden nonce*. Ainda, a quantidade de *bitcoins* Q a ser recebida, em um certo intervalo de tempo t de mineração, pode ser estimada pela Equação 1 [Rosenfeld, 2011].

$$Q = \frac{h * t}{2^{32} * D} * reward \quad (1)$$

O valor da *Receita total* pode ser obtido pela Equação 2, aqui definida assim como as demais equações que seguem. Esse valor é calculado levando-se em conta o valor da *reward* então recebido, bem como o valor de cotação atual em dólares da criptomoeda considerada, representado por V_c .

$$Receita\ total = reward * V_c \quad (2)$$

A rentabilidade total esperada é calculada como *Receita total* menos *Despesa*. Por sua vez, o valor de *Despesa* é obtido pela multiplicação da *Despesa por hora*, D_h , pelo tempo t de mineração em horas. Explica-se que D_h está relacionada ao valor do kWh da região, V_{kWh} , onde a mineração em si é realizada. Para esse cálculo (vide Equação 3), também se leva em conta a potência do equipamento (*hardware*) de mineração, P , dada em watts, que serve para o cômputo de quanta energia o equipamento precisa utilizar em uma hora.

$$D_h = \frac{P}{1000} * V_{kWh} \quad (3)$$

Seja $V_r = \text{USD } 0,10$ por hora (i.e., $\text{USD } 0,10/\text{h}$) a rentabilidade almejada por hora. Esse valor é escolhido por ser compatível com o cenário atual da atividade de mineração, observado em *sites* populares da Internet que reportam sobre valores estimados para esse tipo de atividade. No entanto, é preciso esclarecer que esse valor absoluto não é importante para efeito das conclusões e observações a serem alcançadas neste trabalho, pois aqui tenciona-se uma análise comparativa relativa e não absoluta.

Agora, a partir de V_r e de D_h , pode-se escrever a Equação 4 para obter-se o valor da *Receita por hora*, representada por R_h .

$$R_h = V_r + D_h \quad (4)$$

Ainda, seja Q_h a quantidade de moedas por hora suficiente para alcançar a *Receita por hora*, representada por R_h . O cálculo de Q_h é obtido pela Equação 5.

$$Q_h = \frac{R_h}{V_c} \quad (5)$$

Como mencionado, para se encontrar o *golden nonce* é necessário observar a medida de *hashrate* do equipamento. Isso para que o valor de *hashrate* seja suficiente para encontrar um bloco no tempo necessário para preservar a *Receita total*. Para tanto, é aqui considerado um valor de *hashrate* mínimo, representado por h_{min} . A Equação 6 apresenta a fórmula para obter esse valor. Essa equação é derivada a partir das Equações 1, 2, 3, 4 e 5, sendo t o período de tempo considerado de mineração.

$$h_{min} = \frac{2^{32} * D}{Q_h * t * reward} \quad (6)$$

A métrica *eficiência energética EE*, definida neste trabalho, é medida em hash/J e representa quantos *hashes* um *hardware* padrão precisa calcular, utilizando 1,0 joule de energia, para que se preserve a rentabilidade almejada V_r . Pode-se então calcular *EE* a partir do valor de h_{min} (vide Equação 6) da região considerada e do valor de potência do equipamento empregado, conforme Equação 7.

$$EE = \frac{h_{min}}{P} \quad (7)$$

4.2 Mineração no Brasil

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a taxa de kWh mais barata do Brasil é a da concessionária de energia de Santa Catarina (SC), conhecida como Cooperativa Pioneira de Eletrificação (COOPERA), no valor de R\$ 0,25/kWh, conforme ilustrado na Tabela 1 [Agência Nacional de Energia Elétrica, 2016].

Sigla	Tarifa (kWh/R\$)	Unidade da Federação
CEDRI	0,604	SP
UHENPAL	0,583	RS
CHESP	0,582	GO
CERSUL	0,293	SC
CEA	0,273	AP
COOPERA	0,250	SC

Tabela 1. As três operadoras mais caras e as mais baratas de energia no Brasil.

Considerando a cotação do dólar em R\$ 3,61, tem-se então o valor de 0,069 USD/kWh. Por fim, pelo Sistema Internacional de Unidades (SI), sabe-se que: 1,0

watt = 1,0 J/s (Joule/segundo) e, ainda, 1 hora = 3.600 segundos.

Admitindo-se então o custo de energia de kWh dado anteriormente e um equipamento que não consuma mais do que 100,0 W e, ainda, substituindo-se os valores do cenário brasileiro na Equação 6, chega-se a um valor de h_{min} de aproximadamente 2.178,4 Ghash/s para garantir a rentabilidade almejada de 0,10 USD/h. Aplicando-se este valor de h_{min} na Equação 7, chega-se então ao seguinte resultado: $EE = 21,78$ Ghash/J, conforme pode ser visto na Figura 1.

Considerando-se agora o protocolo *Litecoin* e um raciocínio análogo ao que acabou de ser descrito para o protocolo *Bitcoin*, tem-se os seguintes resultados: $h_{min} = 63,28$ Mhash/s e $EE = 0,632$ Mhash/J, para o país Brasil, conforme é apresentado na Figura 2.

Ante o exposto, evidencia-se então que a eficiência energética para o *Litecoin* no Brasil é menor que a do *Bitcoin*. Portanto, pode-se concluir que a mineração de *litecoins* é mais rentável que a de *bitcoins* no Brasil.

4.3 Mineração no mundo

Para analisar o cenário mundial, escolhem-se três importantes regiões econômicas: América, Ásia e Europa. Dessas regiões, são escolhidos os países de maiores PIBs. Os dados dos PIBs dos países selecionados estão na Tabela 2 [Fundo Monetário Internacional, 2016]. Os resultados da EE estão nas Figuras 1 e 2. A partir dessas figuras, é possível perceber que os valores resultantes para o protocolo *Bitcoin* são bem superiores àqueles obtidos para o protocolo *Litecoin*.

País	PIB (milhões USD)	Valor kWh (USD)
Brasil	1.722.589	0,069
México	1.144.334	0,108
Estados Unidos	17.947.000	0,094
Canadá	1.552.386	0,070
Alemanha	3.357.614	0,015
França	2.421.560	0,089
Reino Unido	2.849.345	0,141
Japão	4.123.258	0,177
China	10.982.829	0,113
Indonésia	858.953	0,164

Tabela 2. Países considerados e seus respectivos valores de PIB e kWh.

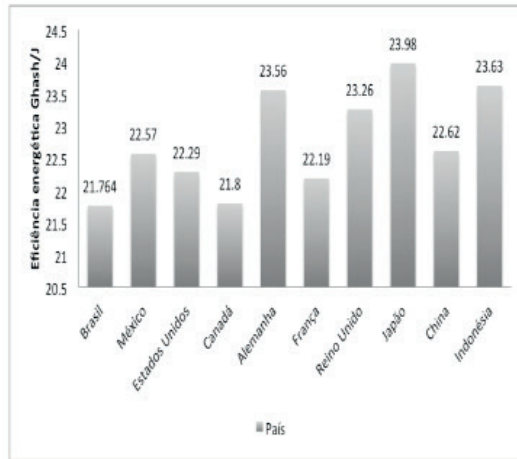


Figura 1. Eficiência energética do Bitcoin

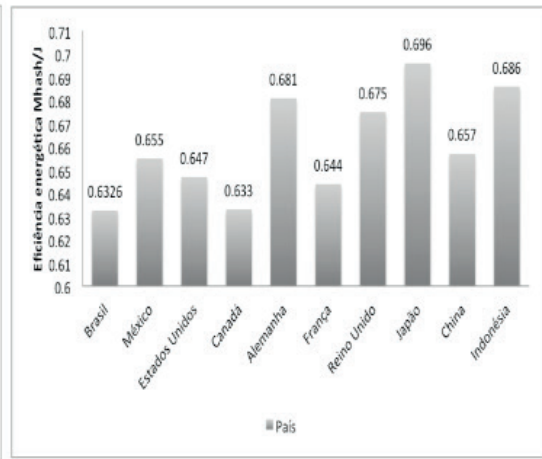


Figura 2. Eficiência energética do Litecoin

Considerando então os resultados obtidos, pode-se concluir que no cenário mundial, assim como observado para a região brasileira anteriormente, a mineração de *litecoins* é mais rentável que a de *bitcoins*.

4.4 Tempo de mineração por bloco

Ressalta-se que, para mineração individual, o valor da *reward* é pago de uma só vez e apenas ao final do processo de mineração, quando o valor do *golden nonce* é encontrado. Ou seja, apenas ao término da mineração é que o minerador recebe sua *reward*, a qual corresponde atualmente a 25 moedas, tanto para o *Bitcoin* quanto para o *Litecoin*.

Dessa maneira, o tempo médio, $t_{\text{médio}}$, necessário para conseguir minerar um bloco se faz de importante consideração na mineração individual. Para se estimar $t_{\text{médio}}$ é necessário considerar a *target difficulty*, D , da criptomoeda considerada, e o valor da *hashrate*, h , do equipamento, resultando na Equação 8.

$$t_{\text{médio}} = \frac{2^{32} * D}{h} \quad (8)$$

Para o país Brasil e o valor de h sendo a *hashrate* mínima, i.e., $h = h_{\text{min}} = 2.178 \times 10^9$ hash/s, e com $D = 194.254.820.283$, a resolução da Equação 8 diz então que um bloco do protocolo *Bitcoin* seria minerado em aproximadamente $3,83 \times 10^8$ s. Convertendo-se esse valor em dias, tem-se aproximadamente 4.323 dias, ou seja, cerca de 12 anos, para se minerar um bloco e receber 25 moedas (*reward* atual). Com a cotação atual da criptomoeda, seriam USD 11.372,5 de lucro.

Considerando agora o mesmo cenário de análise e substituindo-se os valores de D e h_{min} para o protocolo *Litecoin*, $t_{\text{médio}}$ seria de apenas 37,5 dias, e o valor das 25 moedas seria de USD 96,25. Ou seja, o tempo necessário pelo *Bitcoin* é cerca de 115,28 vezes maior para obter as 25 moedas de *reward*. Nesse tempo, o *Litecoin* obteria como *reward* 2.882 moedas, ou USD 11.095,7 de lucro, ficando bem próximo

daquele provido pelo *Bitcoin*.

Além disso, o resultado do cálculo de $t_{\text{médio}}$ alerta para o fato de que, no período de 12 anos, tanto a criptomoeda *bitcoin* como a criptomoeda *litecoin* teriam passado por três *halvings*, o que faria o valor de 25 moedas se tornar um oitavo do valor original, ou seja, 3,12 moedas apenas. Nesse sentido, observe que o cálculo de *EE* proposto não leva em conta os eventos de *halvings* ao longo do tempo de mineração.

Para efeito de análise, no caso do protocolo *Bitcoin*, com a intenção de evitar-se o evento de *halving* e, portanto, garantir-se as 25 moedas de *reward*, admita o processo de mineração durando no máximo quatro anos (tempo limite para evitar-se o evento de *halving*), ou seja, um bloco deve ser minerado a cada 1.460 dias em média. A partir da manipulação das equações anteriores, é possível mostrar que a *EE* tem que ser aumentada em aproximadamente 296%, fazendo a taxa de hash/s do Brasil igual a 6.449 Ghash/s (ou 64,49 Ghash/J de eficiência energética).

Observe ainda que, ao longo de 12 anos, a dificuldade *D* e o valor da moeda podem sofrer variações significativas. Isso faz com que projeções em longo prazo sejam difíceis e geralmente imprecisas. Por outro lado, tendo em vista que, no cenário considerado, o ganho obtido pelo uso do protocolo *Litecoin* seria alcançado em cerca de apenas 37 dias, o evento de *halving* não influenciaria o lucro obtido no final do período estimado para minerar um bloco.

Sendo assim, as projeções para o *Bitcoin* de longo prazo tornam-se mais imprecisas que a do *Litecoin*. Isso leva à conclusão de que o retorno monetário advindo da mineração individual é bem mais incerto no caso do protocolo *Bitcoin*.

5 | CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este artigo teve o objetivo de analisar a rentabilidade econômica da mineração individual de criptomoedas *bitcoins* e *litecoins*. Essa análise foi baseada na avaliação da métrica *eficiência energética* de cada criptomoeda. Três variáveis foram consideradas para o cálculo da métrica: a taxa de processamento de *hashes* do equipamento, o consumo de energia elétrica do equipamento, e o valor do quilowatt-hora da região da mineração.

Os seguintes resultados podem ser destacados: (1) para uma mesma rentabilidade econômica do processo de mineração individual, o protocolo *Litecoin* demanda menos *eficiência energética* que o protocolo *Bitcoin* para o país Brasil; (2) em países de outros continentes, ainda que os valores de kWh variem, a demanda inferior de *eficiência energética* do protocolo *Litecoin* em relação ao protocolo *Bitcoin* se mantém; (3) devido ao tempo necessário para mineração de um bloco de transações ser menor no protocolo *Litecoin*, as suas projeções de investimento a longo prazo são mais precisas e confiáveis que no caso do protocolo *Bitcoin*. Esses resultados levam à conclusão geral de que a mineração individual de *litecoins* é mais

rentável e previsível que a de *bitcoins*.

Por fim, como trabalho futuro, sugerem-se o estudo e o desenvolvimento de métodos de *proof-of-work* para o protocolo *Bitcoin* que não sejam amparados exclusivamente no poder de processamento de *hashes* dos *hardwares* utilizados [Poon e Thaddeus, 2016]. Conjectura-se que, ao reduzir-se a demanda por esse poder de processamento, o consumo de energia elétrica diminui e, ainda, *hardwares* mais simples e, conseqüentemente, mais economicamente acessíveis, podem ser utilizados, resultando em um maior grau de competitividade do protocolo *Bitcoin* frente a outros protocolos de mesma finalidade.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (2016). **Ranking nacional de tarifas residenciais (grupo B1)**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

Bank for International Settlements (2015). **Digital currencies**. Disponível em: <<https://www.bis.org/cpmi/publ/d137.pdf>>. Acesso em: 9 jun. 2016.

Bradbury, D. (2013). **Litecoin founder Charles Lee on the origins and potential of the world's second largest cryptocurrency**. Disponível em: <<http://www.coindesk.com/litecoin-founder-charles-lee-on-the-origins-and-potential-of-the-worlds-second-largest-cryptocurrency/>>. Acesso em: 20 de fev. 2016.

Chávez, J. J. G.; Rodrigues, C. K. S. (2015). **A simple algorithm for hopping among Pools in the Bitcoin Mining Network**. *The SIJ Transactions on Computer Networks & Communication Engineering (CNCE)*, v. 3, n. 2., p. 22-27.

Fundo Monetário Internacional (2016). **Report for Selected Country Groups and Subjects**. Disponível em: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/weodata/index.aspx>>. Acesso em: 19 jun. 2016.

Kiayias, A.; Panagiotakos, G. (2016). **On Trees, Chains and Fast Transactions in the Blockchain**. Disponível em: <<https://eprint.iacr.org/2016/545>>. Acesso em: 09 de jul. 2016.

Luther, W. J. (2015). **Bitcoin and the Future of Digital Payments**. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2631314>. Acesso em: 10 fev. 2016.

Murphy, R. P. (2013). **The Economics of Bitcoin**. *Library and Liberty*. Disponível em: <<http://www.econlib.org/library/Columns/y2013/Murphybitcoin.html>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

Nakamoto, S. (2008). **Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System**. Disponível em: <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>. Acesso em: 30 dez. 2015.

Pazmiño, J. E.; Rodrigues, C. K. S. (2015). **Simply Dividing a Bitcoin Network Node May Reduce Transaction Verification Time**. *The SIJ Transactions on Computer Networks & Communication Engineering (CNCE)*, v. 3, n. 2., p. 17-21.

Percival, C. (2009). **Stronger key derivation via sequential memory-hard functions**. Disponível em: <<http://www.tarsnap.com/scrypt/scrypt.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2016.

Poon, J.; Thaddeus, D. (2016). **The Bitcoin Lightning Network: Scalable Off-Chain Instant Payments**. Disponível em: <<http://lightning.network/lightning-network-paper.pdf>>. Acesso em: 25 jan.

2016.

Rocha, J. G.; Rodrigues, C.K.S. (2016). **O processo de negócio do sistema de transações financeiras Bitcoin**. *Universitas: Gestão e TI*, v.6, n. 1., p. 1-14.

Rosenfeld, M. (2011). **Analysis of Bitcoin Pooled Mining Reward Systems**. Disponível em: <https://bitcoil.co.il/pool_analysis.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2016.

White, L. H. (2015). **The Market for Cryptocurrencies**. *Cato Journal*, v. 35, n. 2., p. 383-402.

IRRATIONALITY IN THEORETICAL MUSIC IN THE RENASSAINCE

Oscar João Abdounur

abdounur@ime.usp.br

Instituto de Matemática e Estatística da USP

ABSTRACT : This presentation covers questions of how the relationship between mathematics and theoretical music throughout western history shaped modern comprehension of critical notions such as “ratio” and “proportion”; exploring the educational potentiality of such a comprehension. In order to do that, it will be consider a procedure taken by Erasmus of Höritz, a Bohemian mathematician and music theorist who emerged in the early 16th century as a German humanists very articulate with musical matters. In order to divide the tone, Erasmus preferred to use a numerical method to approach the geometrical mean, although his procedure did not recognize itself as an approximation of the true real number value of the geometric mean. The Early Modern Period saw the growing use of geometry as an instrument for solving structural problems in theoretical music, a change not independently from those occurred in the conception of ratio/number in the context of theoretical music. In the context of recovery of interest in Greek sources, Erasmus communicated to musical readers an important fruit of such a revival and was likely the first in the Renaissance to apply

explicitly Euclidean geometry to solve problems in theoretical music. Although Erasmus also considered the tradition of *De institutione musica* of Boethius, he was based strongly on Euclid’s *The Elements*, using geometry in his *De musica* in different ways in order to solve musical problems. It is this comprehensive geometrical work rather than the summary arithmetical and musical books of Boethius that serves Erasmus as his starting-point. However, Erasmus proposed a proportional numerical division of the whole tone interval sounding between strings with length ratio of 9:8, since it was a primary arithmetical problem. This presentation aims at showing the educational potentiality of the implications of such a procedure of Erasmus on the transformation of conception of ratio and on the emergence of the idea of modern number in theoretical music contexts. Under a broader perspective, it aims at show the implications on education of a historical/epistemological and interdisciplinary appraisal of theoretical music and mathematics.

KEYWORDS: ratio, irrationality, mathematics education

1 | INTRODUCTION

The Early Modern Period saw the growing use of geometry as an instrument for solving

structural problems in theoretical music, a change not independent from those that occurred in the conception of ratio/number in the context of theoretical music. The implications of these shifts on education are quite relevant. In the context of the recovery of interest in Greek sources, Erasmus communicated to musical readers an important fruit of such a revival. Indeed, he was likely the first in the Renaissance to apply explicitly Euclidean geometry to solve problems in theoretical music. Although Erasmus also considered *the tradition of De institutione musica* of Boethius, he was based strongly on Euclid's *The Elements*, using geometry in his *De musica* in different ways in order to solve musical problems. It is this comprehensive geometrical work, rather than the summary arithmetical and musical books of Boethius, that serves as his starting point. However, Erasmus proposed a proportional numerical division of the whole tone interval sounding between strings with length ratio of 9:8, since it was a primary arithmetical problem.

This study tries to show the educational potentiality of Erasmus' procedure as it relates to the transformation of the conception of ratio and to the emergence of the idea of modern number in theoretical music contexts. Its approach serves as an example of the implications for education of an epistemological perspective of the history of interdisciplinary relationships between theoretical music and mathematics. The importance of the problem approached lies in the historic/educational relationships between the concept of ratio and of modern number, the relationship between discrete and continuous in mathematics, as well as the idea of comparison between numbers/ratios confining irrational numbers by using only rational ones. Erasmus' method can be seen also as an arithmetical version of the Eudoxus criterion of comparison between ratios, inasmuch as while the former tries to confine numbers finding proportional ratios with bigger terms, the latter tries to confine numbers exhausting all the rational ones that are bigger and smaller than the numbers compared.

We consider here a passage from Chapter 17 of Book VI of Erasmus *De musica*, entitled "*Propositio decimaseptima Toni proportionem scilicet sesquioctavam in duas proportiones equales artificialiter et geometricè dividere*¹".

There is little research on the work of Erasmus Horicius and in particular on his book *De musica*, whose seventeenth chapter is the reference considered in this text with regard to its educational potential. Apart from the first three chapters, in which there is an edition made by Kroyer (1918), there is no edition of this work particularly for the chapter in focus. Palisca (1994) commented on the proposal for an arithmetical division of tone presented in Chapter 17, however, there is no mention of the meaning of such a procedure for the concept of the modern number or regarding the potential that such a procedure represents.

It concerns the equal and proportional numerical division of the whole tone interval sounding between strings with length ratio of 9:8, a problem which confused musical theorists from Antiquity to the Renaissance and that played an important part in the historical process leading to the emergence of equal temperament. The mathematical

solution of such a problem would imply irrational numbers, anachronistically speaking, or incommensurable magnitudes, which would not be allowed in theoretic musical contexts. Thus, Erasmus's solution is an attempt to make use only of arithmetic, which is allowed in theoretical music contexts, to solve the problem of the division of tone. In this passage Erasmus seemed to be in a position to solve such a problem.

2 | DIVISION OF THE TONE

The problem of the division of the tone arose from the Pythagorean discovery of numerical indivisibility of a superparticular or epimoric ratio, i.e., $n : n+1$, by its geometrical mean, in particular applicable to the division of the ratio 9:8. Given $p < x < q$, where p and q are integers and the ratio $p:q$ is superparticular, x cannot be both an integer and at the same time fulfill the condition $p:x=x:q$, that is, be the geometric mean of p and q . Mathematically, the equal division of the tone 8:9 provides ratios involving surds or incommensurable ratios underlying musical intervals. These procedures were considered impossible by Pythagoreans in theoretical music, since these intervals could be determined only by ratios of integer numbers. The constraint of not

¹ Proposition decimal septima on how to divide the sesquioctave ratio (that is, 9:8) of the whole tone into two equal ratios, artificially and geometrically.

using geometry and only using arithmetic to solve this problem brought about the use of new ways to solve the problem.

Attempts to divide the tone had existed, however, since Antiquity. Aristoxenus (fourth century B.C.) conceived the theoretical nature of music as essentially geometric and understood pitches, musical intervals and distances as continuous quantities that should follow the rules of Euclidean geometry and should be capable of being divided continuously. This inevitably raises questions concerning the nature of ratio in this context. Traditionally, it is considered that Aristoxenian music theory rejected the position of the Pythagoreans that musical intervals should properly be expressed only as mathematical ratios involving whole numbers, asserting instead that the ear was the sole guide for musical phenomena (Winnington-Ingram, 1995, 592). This did not mean, however, that Aristoxenus' theory could not be put on a mathematical base related to the developments in Greek mathematics of his time. Aristoxenus preferred geometry to arithmetic when solving problems involving relations between musical pitches and believed in the possibility of dividing the tone into two equal parts, conceiving musical intervals and ratios as continuous magnitudes.

Such an idea unchained many reactions, expressed for instance in the *Sectio Canonis* (Barbera, 1991, 125) and much later in the *De institutione musica* (Bower and Palisca, 1989, 88) of Boethius in the early Middle Ages, which stood for a strong Pythagorean tradition in theoretical music. Following the Pythagorean tradition, many

medieval musical theorists maintained the impossibility of the equal division of the tone, which would mathematically lead to incommensurable ratios underlying musical intervals. Such a position began to change in the 15th century and was eventually systematically overcome in the early Renaissance by scholars like Nicholas of Cusa, Erasmus of Höritz, Faber Stapulensis, Henricus Grammateus, Pedro Ciruelo, Juan Bermudo and others, who proposed the equal division of tone, mostly by means of geometry. In his *Musica*, Erasmus of Höritz made use of an abstract numerical procedure to propose a solution for the problem of the equal division of the tone, expressing rather as a number the geometrical mean between the terms of the ratio 9:8 underlying the tone.

3 | THE *DE MUSICA SPECULATIVA* FROM ERASMUS HORICIUS

Erasmus' *De musica* emerged in a time when the rediscovery, translation and publication of sources from Antiquity, such as the works of Euclid, Archimedes and Ptolemy, stimulated increased interest and development of number theory. Gaps in the Pythagorean numerical system were quite disturbing, resulting in a crisis and conceptual changes in the demarcation of the disciplines arithmetic and geometry. Thus, ratios involving surds, i.e., incommensurable quantities, could only be discussed in the domain of continuous quantity and would request the unification of two such disciplines, as well as the conquest of a number continuum on mathematical activity.

Particularly for Erasmus, Arabic and Hindu concepts were highly influential, since they promoted the development of Greek mathematics and handled entities such as negative and irrational numbers. Furthermore, they allowed, with the introduction of Hindu numerals by Fibonacci, computation of unprecedented complexity, as well as the development of extremely large numbers, the latter being an important component in Erasmus' division of the whole tone ratio.

In Chapter 17 of Book VI, Erasmus refers specifically to the division of the 9:8 ratio, which represents the musical interval of a whole tone. In the 4 previous chapters of book VI, Erasmus demonstrated incompletely the divisibility of other superparticular ratios into equal and proportional halves, like the octave (2:1), fourth (4:3), fifth (3:2) and minor third (6:5).

Erasmus proposed an abstract numerical procedure to find the geometrical mean between the terms of ratio 9:8 underlying the tone, expressing it as a number. This is a historical interesting example of solving a problem under a constraint, which was in this time not a constraint, but the common way to solve problems in that context. In other words, in the original case, the constraint was natural or taken for granted, and from a certain point of view, not a constraint, since arithmetic was the instrument to solve problems in theoretical music contexts. However, its approach in didactics contexts clarifies situations in which one must follow a specific way or find a solution

given a particular constraint. On one hand, this can be seen as a restriction, but on the other hand, it can also represent liberty and freedom in the sense of thought flexibility.

Erasmus did not use the geometrical construction of mean proportional to two given straight lines from proposition 13 of Book VI of Euclid, as did for instance Jacques Lefèvre d'Étaples in 1496, using exclusively non-numerical Euclidean methods capable of being carried out with straightedge and compass. He attempted rather to reach an expression of the ratio for the supposedly equally proportional halves of the whole tone interval using very large integer numbers. He did it first using proposition 15 of Book V of the Elements, which asserts that $a:b :: am:bm$. Following his method, the half of the 9:8 ratio of a tone could be obtained by the geometric mean of its expansion into the term 34828517376: 30958682112. This ratio was derived directly from 9:8 by multiplying numerator and denominator by the factor 3869835264, a procedure guaranteed by proposition 15 of Book V for $a = 9$, $b = 8$ and $m = 3869835264$.

The proportionality between the original ratio 9:8 and 34828517376:30958682112 allows mapping between intermediate terms of the ratio 9:8, including the mean. Numbers between the terms of its expansion may be formed into a large number ratio, considering that the interval determined by the expansion is much more subdivisible and that the greater the distance between the terms in the large number ratio, the greater the precision one can get for the intermediate terms of the ratio 9:8, represented by the large number between the two terms of the large number ratio.

Since there were not decimal fractions at this time, the proportional extended ratio is used for the purpose of extracting the square root with a high degree of precision, in this case associated with large integer numbers rather than with places after the decimal point. The bigger the distance between the terms in the large number ratio, the better the precision with which the geometrical mean is obtained. Nevertheless, Erasmus seemed not to worry carrying out any computation in the text, and he did not present his result as an approximation of the true real number. He is the first author to propose an abstract numerical procedure for the given problem, expressing it as a number and avoiding using the construction of a geometrical line. Since it was a primary arithmetical problem, it could be solved “*artificialiter*”, that is, numerically.

Erasmus asserts that “... in musical demonstrations we are forced to use all kinds of ratios ... since not all shapes of consonances and also dissonances are founded in rational ratios and for that reason we must not neglect the ratios of surds...” (Erasmus Horicius, [ca. 1500], fo. 61v). Here, Erasmus considered incommensurable ratios or irrational numbers in musical contexts. For music theoretical purposes, it would seem in principle that in order to make use of Eudoxus’ theory of Book V of Euclid’s *Elements*, on which the theory of ratios of surds is based and which deals with abstract quantities with continuous nature, he established a link between continuous and discrete quantity². Erasmus realized that the search for a geometrical mean to the ratio

² It is possible to identify similar ideas between the numerical division of the tone

proposed by Erasmus and the Eudoxus' definition V of Book 5 of the Elements. Whereas Erasmus confined a searched irrational number by using only integers, Eudoxus' definition corresponded, arithmetically speaking, to establish a proportionality of ratios through the confinement of ratios with integer terms. In these analogous procedures, Erasmus and Eudoxus got precision, to find an irrational number and to establish a proportionality between underlying the whole tone could not result in a rational number; so, instead of changing the domain at this point from a discrete quantity of numbers to a continuous quantity of geometrical lines, he established a link between continuous and discrete quantities, proposing a number continuum, although not explicitly, and creating a very dense, discrete point space between the original terms 9 and 8 by their expansion.

4 | CONCLUDING REMARKS

It is plausible that if Erasmus really thought that he could divide the sesquioctave ratio in terms of a purely numerical operation, he must have possessed an at least rudimentary concept of the number continuum. Such an assumption is corroborated by a passage appearing later in Chapter 17, where he seems to refer directly to the idea of such a continuum, mentioning Boethius as a prisoner of the Pythagorean doctrine of discrete integer numbers not accessing all ratios of numbers (Erasmus Horicius, [ca. 1500], fo. 67v). Just before this passage, Erasmus asserts that the exact half of the whole tone interval would be provided by extracting the square root of the product of its terms 8 and 9, which would be $\sqrt{72}$ (Erasmus Horicius, [ca. 1500], fo. 67v). He did not, however, relate explicitly this result with the computations he presented.

He formulated the large number ratio, but he still needed to find the geometrical mean between the two terms. Since he presented the way to do this by extracting the square roots of 9:8, one might ask why he did not do it from the ratio 9:8. Moreover, if he produced the proportional large number ratio, how could he use this representation to the extraction mentioned above and/or to approach the geometrical mean. It might be assumed that he left it to the reader. Such a method is structurally analogous to that used by Eudoxus to establish a criterion to compare ratios, including incommensurable ones. In such an analogy, it is especially interesting that both procedures made use only of commensurable ratios in geometric and arithmetic contexts. Perhaps it is this attribute that makes this analogy structurally strong.

This feature has educational potential, because it is an example of using history for epistemological purposes in learning/teaching dynamics. It is also an example of searching for two given ratios, respectively, through ratios with big terms. Erasmus made use of "The Elements", nevertheless his source was the Campanus' translation, which had an arithmetical terminology that was not derived from the geometrical ratio theory of Book V of Euclid, but instead from a number of different sources including

very likely the Arithmetic of Jordanus de Nemore from 13th century. Such a fact makes, on the one hand, not plausible that Erasmus would have had access to Eudoxus definition in the original sense and, on the other hand, very instigating the strong and curious structural analogy between both procedures.

New ways to solve a given problem, which is submitted to a constraint in cases deviating from tradition. This case illustrates the importance of introducing historic or cultural conditions to the approach of a given concept, since it is, for instance, an example that shows the methods used in music/mathematical thought in a certain way given by the cultural context and traditions in which it was inserted. On the other hand, it illustrates how Erasmus was an innovator. Inasmuch as he showed he was aware of all geometrical tools required to solve the problem of division of the tone, as noted by many of his successors like Faber Stapulensis or Pedro Ciruelo, he chose the traditional context to do it.

Both procedures established by Eudoxus and Erasmus use only commensurable or rational ratios and numbers to introduce incommensurable or irrational ones, but with a geometrical approach and an arithmetical one, respectively. These exemplify ways for introducing irrational numbers making use only of integers. Such historical analogous examples also allow us to introduce a broader sense for the crisis of the incommensurable, and now present it in parallel to its musical version, for which Erasmus created a criterion to deal with such magnitudes making use only of commensurable ones just as Eudoxus.

Theoretically based on many geometrical propositions and unusually modeled on Euclidean style, *Musica* dealt with ratio as a continuous quantity, announcing perhaps what would emerge as an arithmetical treatment of ratios in theoretical music contexts during the sixteenth century and approaching ratio to a real number. Under an educational perspective, these two historical approaches for theories of ratio make music a favorable context for the differentiation between ratios, fractions and numbers, insofar as the semantic distinction between two such approaches stands out in this context. In music contexts, two musical intervals produced by two proportional ratios are clearly different, although somewhat similar, whilst such a difference disappears in an arithmetical context, in which these ratios are identified with numbers. For instance, the ratios 2:3 and 4:6 produce musically two fifths with an octave difference. They are proportional and similar, but not the same, whereas the difference between such ratios disappears in an arithmetical context, since $\frac{2}{3}$ is equal to $\frac{4}{6}$ arithmetically speaking.

Interestingly, Erasmus could have easily solved the equal division of the tone making use of the proposition of Euclid's *Elements*, which provide the geometrical mean as the height of a right angled triangle. Nevertheless, missing the concept of infinity, he preferred to use a numerical method to approach such a mean, although his procedure did not recognize itself as an approximation of the real number value of the geometric mean. Thus, Erasmus provided a mathematical theoretical structure for a virtual pitch relation space and a continuum of rational numbers, which can be seen

as an important step towards laying the foundations for the real number system.

REFERENCES

Barbera, A. 1991. *The Euclidean Division of the Canon*. Lincoln: Univ. Nebraska Press.

Bower, Calvin M. and Palisca, Claude V. eds. 1989. *Fundamentals of Music*. Anicius Manlius Severinus Boethius. New Haven & London: Yale University Press.

Erasmus Horitius. 1500 "De Musica" [ca. 1500], Reg. Lat. 1245, Biblioteca Apostolica Vaticana Theodor Kroyer, "Die Musica speculativa des Magister Erasmus Heritius," in *Festschrift zum 50.*

Geburtstag Adolf Sandberger (München: Ferdinand Zierfuss, 1918), 72-91.

Palisca, Claude V. 1994 "The Musica of Erasmus of Höritz," C. Palisca, *Studies in the History of Italian Music and Music Theory*. Oxford: Clarendon Press, pp. 146-67.

Rommevaux, Sabine; Vendrix, Philippe; Zara, Vasco. 2011. *Proportions: science, musique, peinture & architecture*. Collection – études Renaissance. Brepols: Turnhout.

Winnington-Ingram, R. P. 1995. "Aristonexus" In: *The new Grove dictionary of music and musicians*, edited by Stanley Sadie, 592. London: Macmillan.

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

Vítor Marcelo de Queiróz

Universidade de Vassouras
Vassouras – Rio de Janeiro

Cristiane de Souza Siqueira Pereira

Universidade de Vassouras
Vassouras – Rio de Janeiro

Marisa Fernandes Mendes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Miguel Rascado Fraguas Neto

Universidade de Vassouras
Vassouras – Rio de Janeiro

Luiz Felipe Caramez Berteges

Universidade de Vassouras
Vassouras – Rio de Janeiro

RESUMO: O gás refrigerante R-410A é produzido a partir da mistura dos gases refrigerantes: difluorometano e pentafluoroetano. Devido às exigências do protocolo de Montreal, o gás R-410A chegou ao mercado em substituição ao clorodifluorometano. Considerando as propriedades dos fluidos refrigerantes, é sempre um desafio para as indústrias a produção destes fluidos. Diante deste contexto, avaliou-se o uso de um misturador estático para fabricação do R-410 através de simulação computacional utilizando o simulador de processos ProSimPlus. Os resultados permitiram concluir que a inserção

do misturador garante as especificações do produto dentro das normas estabelecidas pela empresa fabricante deste fluido.

PALAVRAS-CHAVE: difluorometano; pentafluoroetano; HCFC.

ABSTRACT: The refrigerant gas R-410A is produced from the mixture of the refrigerant gases: difluoromethane and pentafluoroethane. Due to the requirements of the Montreal protocol, R-410A gas has been placed on the market to replace chlorodifluoromethane. Considering the properties of the refrigerants, it is always a challenge for the industries to produce these fluids. Considering this context, the use of a static mixer to manufacture the R-410 was evaluated through computer simulation using the ProSimPlus process simulator. The results allowed concluding that the mixer insertion guarantees the specifications of the product within the standards established by the manufacturer of this fluid.

KEYWORDS: difluoromethane; pentafluoroethane; HCFC.

1 | INTRODUÇÃO

De acordo com a American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) o gás refrigerante

denominado comercialmente como R-410A é produzido a partir da mistura dos gases refrigerantes: difluorometano CH₂F₂ (nome comercial: R-32) e pentafluoroetano CHF₂CF₃ (nome comercial: R-125). Embora seja uma mistura de fluidos, o R-410A assume propriedades físico-químicas de um novo produto [1].

Devido às exigências do protocolo de Montreal, o R-410A chegou ao mercado em substituição ao clorodifluorometano (nome comercial: R-22), um gás muito utilizado em sistemas de refrigeração comercial e residencial, e em bombas de calor com deslocamento positivo [2].

O R410A é considerado ecológico por não possuir substâncias à base de cloro que são prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, causando danos à camada de ozônio.

O difluorometano (R-32) é considerado um gás extremamente inflamável e quimicamente estável. O pentafluoroetano (R-125) é conhecido como agente extintor de incêndio em instalações industriais e não é considerado inflamável nas condições ambientes de pressão e temperatura. A Tabela 1 apresenta as propriedades físico-químicas destes fluidos.

Produto	Ponto de Ebulição (°C)	Pressão de Vapor (bar)	Densidade (g/cm ³)	Peso Molecular (g/mol)	Temperatura crítica (K)	Pressão crítica (bar)
R-32	-52	16,9	0,96	52,0	351,3	57,8
R-125	-49	13,8	1,19	120,0	339,1	36,2
R-410A	-51,6	16,5	1,06	72,6	345,2	49,2

Tabela 1: Propriedades físico-químicas dos gases

Fonte: [3-6]

Considerando as propriedades dos fluidos refrigerantes, é sempre um desafio para a indústria a realização dessa mistura de forma homogênea e que atenda a especificação do produto. Usualmente são utilizados tanques e bombas de recirculação de produto para realizar a homogeneização do produto.

Os misturadores estáticos são um arranjo de elementos de mistura instalados em um tubo ou duto, que possuem baixos índices de manutenção periódicas e investimento. Eles funcionam sem peças móveis e são usados para obter mistura e dispersão específicas em processos contínuos. A mistura de líquidos e/ou gases miscíveis é obtida tanto pela divisão contínua quanto pela transposição radial do fluxo. A Figura 1 ilustra o misturador estático em um processo [13].

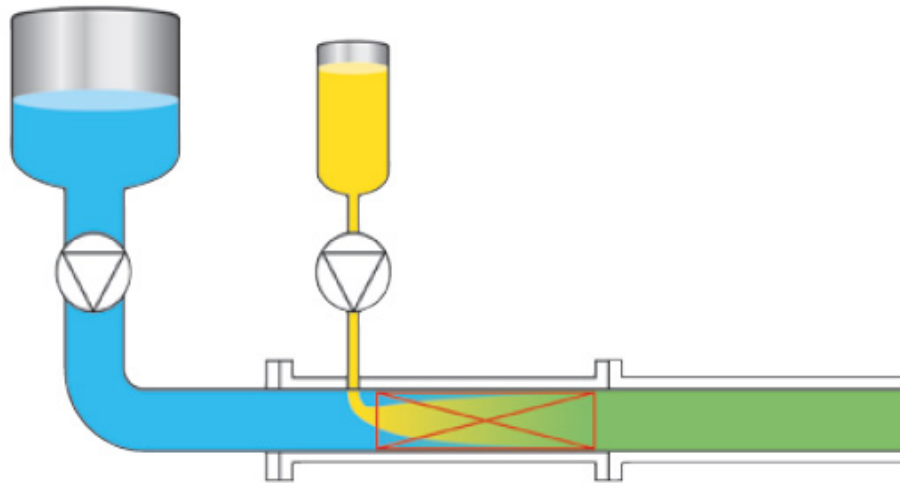


Figura 1 – Misturador estático em um processo

O fluxograma proposto no presente trabalho pode ser uma alternativa a dispensar tais equipamentos após o produto passar pelo misturador estático, podendo ser acondicionado até mesmo em sua embalagem final, o que irá proporcionar uma planta de baixo custo de implementação e manutenção, sendo estas as grandes vantagens do processo. Em contrapartida, é necessário que as vazões de entrada no misturador dos produtos sejam devidamente controladas e as frações sejam respeitadas para não desbalancear a mistura, esse controle pode exigir um investimento a mais no processo sendo a desvantagem do processo.

Em frente as dúvidas a utilização dos melhores processos é sempre um paradigma apresentar algo novo para o mercado, então este deve vir cercado de estudos e resultados consistentes para que a melhor decisão seja tomada na indústria visando otimizar o processo deixando-o mais produtivo e mais econômico.

A simulação de processos apresenta-se como uma ferramenta útil e amplamente utilizada para a previsão e desempenho de cenários ideais para sistemas de produção de fluidos refrigerantes. Mogaji [7] avaliou o comportamento de diferentes fluidos refrigerantes alternativos aos CFCs e HCFCs, utilizando a simulação computacional através de modelos fluidodinâmicos. Uma revisão mais detalhada sobre a história da simulação para sistemas de refrigeração por compressão a vapor foi publicada por Ding [8].

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de um misturador estático para mistura destes fluidos utilizando o simulador de processos ProsimPlus.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A simulação do processo foi realizada através do software de simulação ProSimPlus®. O simulador possui uma biblioteca ampla de modelos termodinâmicos,

operações unitárias, e substâncias químicas. O modelo termodinâmico escolhido na base de dados do simulador foi o modelo para gases de Benedict-Webb-Rubbin utilizando a regra de mistura generalizada de Starling [9-11].

Os produtos R-125 e R-32 normalmente chega a empresa em carros-tanques fabricados previamente para armazenamento e transporte destes fluidos, sendo estes fluidos correspondentes a alimentação do processo. Estes carros-tanques são conectados em bombas centrífugas e os dois produtos são bombeados para o misturador estático. Após a homogeneização, a mistura é avaliada e analisada se atende aos critérios de qualidade. O fluido R-410A produzido é armazenado em um carro tranque. Para construção do fluxograma do processo, foram considerados os seguintes equipamentos e seus respectivos objetivos:

- 1) Bomba centrífuga (centrifugal pump): manter a vazão constante e sem variações de fluxo;
- 2) Misturador Estático (static mixer): misturar os fluxos dos fluidos refrigerantes e com saída de um produto;
- 3) Unidade de Bloco (measurement): a unidade de bloco measurement é conectada ao fluxo de saída de material para medir a concentração da mistura [12].

A Figura 2 ilustra o fluxograma do processo elaborado no software ProSimPlus@.

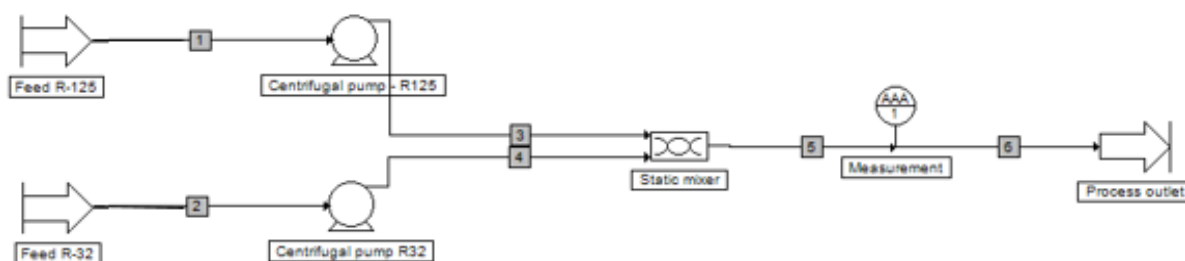


Figura 2 - Fluxograma do processo de produção do gás refrigerante R-410A

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os fluxos de entrada para o misturador estático gerados na Entrada do processo com a simulação.

Fluxos de Entrada Líquido / Vapor				
Fluxos Entrada	R-32		R-125	
	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor
Feed para Bombas	100%	0%	100%	0%
Peso molecular (g/mol)	52,0234	-	120,021	-
Bombas para Misturador Estático	97,79%	2,21%	100%	0%
Peso molecular (g/mol)	52,0234	52,0234	120,021	-

Tabela 2: Fluxos de Entrada de líquido-vapor obtidos na simulação na produção do R-410A

A Tabela 3 apresenta os fluxos de saída do misturador gerados na Entrada do processo com a simulação.

Fluxos de Saída Líquido / Vapor		
Fluxos Saída	R-410A	
	Líquido	Vapor
Misturador Estático para Unidade Measurement	94,55%	5,45%
Peso molecular (g/mol)	72,5848	
Unidade Measurement para a Saída do Processo	94,55%	5,45%
Peso molecular (g/mol)	72,5848	

Tabela 3: Fluxos de Saída de líquido-vapor obtidos na simulação na produção do R-410A

Os resultados dos fluxos obtidos com a simulação evidenciaram a produção do gás R-410A utilizando o misturador proposto. De acordo com os dados obtidos para o fluido R-32 observa-se que durante a transferência do fluido pela bomba o mesmo altera seu estado físico de líquido para gás em aproximadamente 2,2 %, enquanto o R-125 não apresentou mudanças nesta etapa do processo. Por se tratar de fluidos que estão sob pressão é esperado este comportamento. O R-32 possui pressão de vapor maior que a do R-125 e tende a se volatilizar primeiro. Este resultado foi considerado satisfatório.

A Tabela 4 apresenta os dados obtidos na simulação para produção do R-410A em comparação aos limites estabelecidos pela ASHRAE. Os resultados permitem concluir que o produto se encontra dentro das especificações estabelecidas na fase líquida.

Concentração do R-410A					
	Produto	Componentes		Especificação ASHRAE	
Fase Líquida	R-410A	R-32	R-125	R-32	R-125
	94,55330%	49,66340%	50,33660%	48,5% - 50,5%	49,5% - 51,5%
Fase Vapor	R-410A	R-32	R-125		
	5,44671%	56,14350%	43,85650%		

Tabela 4 – Concentração do R-410A nas fases Líquida e Vapor.

Em primeiro lugar sempre deve-se avaliar se o produto na fase líquida atende a especificação ASHRAE para ser comercializado. Porém pode-se verificar a homogeneidade do produto entre as fases líquida e vapor devido o R-32 ser mais volátil.

Para quantificar o grau de homogeneidade nas fases líquida e vapor foi realizado o cálculo do coeficiente de variação, alcançando o valor de (0,0866) 8,66% para o R-32 e o valor de (0,0973) 9,73% para o R-125, que apresenta um valor médio de (0,09195) 9,2%, o que mostra que no processo de mistura sendo repetidamente amostrado, terá uma concentração que se desvie menos de 10% do valor médio. Este valor foi alcançado utilizando o cálculo abaixo: [14]

$$CoV = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

x_i = Medida da concentração (líquido e vapor),
 \bar{x} = Média das concentrações e
 n = número de amostragens.

Este grau de homogeneidade pode ser menor alterando as condições do processo.

4 | CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos concluiu-se que o misturador proposto pode ser utilizado na fabricação do R-410A. As variáveis analisadas estão de acordo com os resultados obtidos na planta atual de processo, o que deixará a planta mais enxuta e com custos de operação mais baixos dispensando equipamentos de alto investimento como tanques e bombas de recirculação, porém ainda deve ser verificado o controle das vazões do produto, que pode ser através de automação. O estudo da simulação de processo permitiu concluir que os softwares comerciais desenvolvidos para simulação facilitam a modelagem do sistema, e permitem prever melhorias otimizando os processos industriais.

REFERÊNCIAS

- ¹ STANDARD, ASHRAE. **Designation and safety classification of refrigerants**. Ansi/Ashrae Standard, p. 34-2007, 2008.
- ² PBH - **Programa Brasileiro de Eliminação de HCFCs**, Disponível em: http://www.protocolodemontreal.org.br/site/images/publicacoes/programa_brasileiro_elimizacao_hcfc/1619.pdf, acessado em 11/04/2018.
- ³ CHASE JR, Malcom W.; TABLES, **NIST-JANAF Thermochemical**. Data reported in NIST standard reference database 69, June 2005 release: NIST Chemistry WebBook. J. Phys. Chem. Ref. Data, Monograph, v. 9, p. 1-1951, 1998.
- ⁴ LÜDDECKE, T. O.; MAGEE, J. W. **Molar heat capacity at constant volume of difluoromethane (R32) and pentafluoroethane (R125) from the triple-point temperature to 345 K at pressures to 35 MPa**. International journal of thermophysics, v. 17, n. 4, p. 823-849, 1996.
- ⁵ Chemours. **THERMODYNAMIC PROPERTIES OF R-410A**, Disponível em: https://www.chemours.com/Refrigerants/en_US/products/literature.html
- ⁶ Chemours. **THERMODYNAMIC PROPERTIES OF HFC-125 REFRIGERANT**, Disponível em: https://www.chemours.com/Refrigerants/en_US/products/literature.html
- ⁷ MOGAJI, T. **Simulation and comparison of the performance of refrigerant fluids in single stage vapour compression refrigeration system**. Br. J. Appl. Sci. Technol, v. 8, n. 6, p. 583-594, 2015.
- ⁸ DING, Guo-liang. **Recent developments in simulation techniques for vapour-compression refrigeration systems**. International Journal of Refrigeration, v. 30, n. 7, p. 1119-1133, 2007.
- ⁹ ABOUL-FOTOUH, K. H. **Use of a generalized modified BWR equation of state for halogenated hydrocarbon saturated thermodynamic properties**. In: Proceedings of the Oklahoma Academy of Science. 1978. p. 77-80.
- ¹⁰ WEI-MIN, Y. U. A. N. **Modified Benedict-Webb-Rubin-Starling Equation of State [J]**. Petroleum Engineering Construction, v. 6, p. 004, 2012.
- ¹¹ STARLING, K.E., 1973, **Fluid Thermodynamic Properties for Light Petroleum Systems**, Gulf Publishing Company, Houston, Texas.
- ¹² PROSIMPLUS (2017). **ProSimPlus Library (Standard version + rate base option)**. Disponível em: <<http://www.prosim.net/bibliotheque/File/Brochures/Unit-Operations-ProSimPlus-Library-3-5-11.pdf>>
- ¹³ Sulzer - **Mixing and Reaction Technology, Pace Setting Technology**. Disponível em: https://www.sulzer.com/-/media/files/products/static-mixers/mixing_and_reaction_technology_e_23270640.ashx
- ¹⁴ SONIA MARIA BARROS BARBOSA CORREA, **Probabilidade e Estatística** 2ª ed. - Belo Horizonte PUC Minas Virtual, 2003

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

Igor Shoiti Shiraishi

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Londrina – Paraná

Caroline Fernanda Hei Wikuats

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Londrina – Paraná

Christina Ojeda

University of California Riverside
Riverside – California

Joanna Collado

University of California Riverside
Riverside – California

Veronica Medina

University of California Riverside
Riverside – California

RESUMO: A poluição atmosférica é responsável pela morte de mais de 5,5 milhões de pessoas anualmente, sendo a queima de combustíveis fósseis uma de suas principais fontes. O objetivo deste trabalho foi estimar a concentração de poluentes atmosféricos - PM_{10} , NO_2 , SO_2 , CO e hidrocarbonetos - de um trem de carga movido a diesel, em uma escola do ensino fundamental em Riverside, Califórnia. As concentrações foram calculadas a nível do chão, a partir do modelo de distribuição gaussiana, considerando um trem em marcha lenta, distância de 32 metros entre a linha férrea e a escola, velocidade média do vento

como 2,1 m/s e valores de emissão conforme Inventário de Emissões Atmosféricas do Porto de Long Beach. Além disso, foram estimadas as concentrações agudas de SO_2 e NO_2 , para o trem em movimento, em que se considerou a presença do trem durante curto período de tempo. Os resultados em condição de marcha lenta mostraram elevados valores para PM_{10} ($489 \mu g/m^3$) e NO_2 (4,75 ppm), valores estes superiores aos estabelecidos pelo padrão de qualidade do ar da USEPA ($150 \mu g/m^3$ e 0,10 ppm, respectivamente). As concentrações agudas são ainda mais alarmantes, pois uma única e curta exposição pode gerar problemas sérios à saúde. A concentração aguda de NO_2 foi estimada em 64,2 ppm e a exposição por 10 minutos à tal concentração é capaz de gerar irritações e doenças. O estudo aponta carência no planejamento urbano, uma vez que o trem se encontra muito próximo, não somente à escola, mas de diversas residências.

PALAVRAS-CHAVE: material particulado, modelagem ambiental, dispersão gaussiana, poluição atmosférica.

ABSTRACT: Air pollution is responsible for the deaths of more than 5.5 million people annually and fossil fuels are its main source. The objective of this work was to estimate the concentration of atmospheric pollutants - PM_{10} , NO_2 , SO_2 , CO and hydrocarbons - from

a diesel powered freight train at a primary school located in Riverside, California. The concentrations were calculated at ground level utilizing the Gaussian distribution model, considering an idling train, distance of 32 meters between the railway line and the school, average wind speed as 2.1 m/s and emission values according to the Long Beach Port Atmospheric Emissions Inventory. In addition, the acute concentrations of SO₂ and NO₂ were estimated for the train in motion, in which the presence of the train was considered for a short period of time. Results in idle conditions showed high values for PM₁₀ (489 µg/m³) and NO₂ (4.75 ppm), values higher than those set by the USEPA air quality standard (150 µg/m³ and 0.10 ppm, respectively). Acute concentrations are even more alarming since a single, short exposure can cause serious health problems. The acute NO₂ concentration was estimated at 64.2 ppm and exposure for 10 minutes at such concentration is capable of generating irritations and diseases. The study points to a lack of urban planning, since the train is very close, not only to the school but to several residences.

KEYWORDS: particulate matter, environmental modeling, Gaussian dispersion, air pollution.

1 | INTRODUÇÃO

A poluição do ar representa o maior risco ambiental para a saúde humana nos dias atuais, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2016). Vários estudos realizados nas últimas décadas têm demonstrado que a deterioração da qualidade do ar pode causar múltiplos efeitos à saúde humana, levando ao aumento tanto da morbidade como da mortalidade (BRUNEKREEF; HOLGATE, 2002; CHEN et al., 2013; OMS, 2016; ALMEIDA et al., 2018). Em 2012, uma em cada nove mortes foi o resultado de condições relacionadas à poluição do ar e cerca de 3 milhões foram atribuídas unicamente à poluição atmosférica ao ar livre (OMS, 2016).

Doenças respiratórias e cardiovasculares podem ser intensificadas com a exposição à poluição do ar, como redução da função pulmonar, aumento da gravidade dos sintomas em indivíduos com asma, aterosclerose, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e doença cardíaca isquêmica, que inclui ataques cardíacos (CHUANG et al., 2007; BROOK et al. 2010; KELLY; FUSSELL, 2011; KELLY; FUSSELL, 2015; ABRAMESKO; TARTAKOVSKY, 2017). Estudos mais recentes sugerem que a exposição ao material particulado (MP) também pode estar potencialmente associada a casos de doenças de Alzheimer e Parkinson (ROUX et al., 2017).

Uma das principais fontes de emissão de poluentes para a atmosfera é a queima de combustíveis fósseis, com maior contribuição proveniente de veículos automotivos nas principais estradas e redes rodoviárias urbanas (BURCHILL et al., 2011). Recentemente, a emissão de trens tem atraído a atenção dos pesquisadores uma vez que os trens movidos a diesel são amplamente utilizados em todo o mundo como uma solução tecnológica padrão para a sua propulsão em linhas ferroviárias

não eletrificadas (BURCHILL et al., 2011; ABRAMESKO; TARTAKOVSKY, 2017).

De acordo com relatório da Agência Internacional de Energia (IEA) e da União Internacional de Ferrovias (UIC) o transporte ferroviário representou 6,7% da atividade global de transporte de passageiros (em passageiros/km) e 6,9% da atividade global de transporte de mercadorias (em toneladas/km) no ano de 2015 (SCHUITMAKER; BUNSEN, 2017). Nos EUA, a atividade ferroviária de passageiros é muito baixa em comparação aos padrões internacionais (10,5 bilhões de passageiros/km em 2015), no entanto, sua atividade ferroviária de transporte de cargas é a maior do mundo, com mais de 2,5 trilhões de toneladas por km em 2015 (SCHUITMAKER; BUNSEN, 2017).

Dentre os poluentes emitidos por trens movidos a diesel estão óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos (HC), monóxido de carbono (CO), material particulado (MP) e fumaça (SCOTT; SINNAMON, 2006). O Fundo de Defesa Ambiental dos EUA (EDF) estimou que, em 2006, as emissões de material particulado e NO_x provenientes de locomotivas foram associadas a mais de 3.000 mortes prematuras, mais de 4.000 ataques cardíacos não fatais, aproximadamente 61.000 casos de bronquite aguda e asma exacerbada em crianças e quase 290.000 dias de trabalho perdidos. Além disso, o impacto econômico desses efeitos adversos à saúde totalizou mais de US\$ 23 bilhões no ano em questão (SCOTT; SINNAMON, 2006).

O desenvolvimento e uso de modelos de dispersão tem aumentado significativamente no estudo da exposição à poluição do ar (FALLAH-SHORSHANI; SHEKARRIZFARD; HATZOPOULOU, 2017). Atualmente, os modelos gaussianos são amplamente utilizados na modelagem da qualidade do ar devido à sua eficiência entre precisão razoável e tempo computacional gerenciável, principalmente na simulação de curto alcance (poucos km da fonte de emissão) de processos de dispersão de diferentes fontes sobre topografias de complexidade variada (BORREGO et al., 2016; FALLAH-SHORSHANI; SHEKARRIZFARD; HATZOPOULOU, 2017).

Nesse sentido, este trabalho tem por objetivo estimar a concentração de poluentes atmosféricos oriundos de um trem de carga movido a diesel, em uma escola do ensino fundamental localizada em Riverside, Califórnia, motivado pela preocupação da população local. Além disso, pretende-se expor uma simplificação para detectar áreas de potencial risco à saúde, visto que equipamentos para medir a poluição do ar nem sempre se encontram disponíveis para toda a população.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Delimitação da área de estudo

A área de estudo localiza-se na cidade de Riverside, Califórnia, tendo como ponto de análise as quadras externas da escola Riverside STEM Academy (coordenadas geográficas: 33°58'04.9"N e 117°18'40.1"O), que se encontram a uma distância de 32

metros da linha férrea.



Figura 1: Localização da área de estudo com destaque para a linha férrea e quadra externa da escola

Fonte: Google Maps (2016)

Por se tratar de uma instituição de ensino fundamental, a poluição atmosférica provinda dos trens que passam pela linha férrea tornou-se uma preocupação aos pais dos estudantes, além disso, trata-se de uma região residencial, com grande número de casas nas proximidades.

2.2 Dados para modelagem ambiental

Para realização do estudo, considerou-se que o trem que trafega próximo à escola é movido a diesel, sendo que as taxas de emissão dos poluentes analisados - MP_{10} , NO_2 , SO_2 , CO e Hidrocarbonetos - seguiram os dados publicados do Inventário de Emissões Atmosféricas do Porto de Long Beach (2008).

A concentração dos poluentes na área de estudo foi obtida pelo modelo de dispersão gaussiana (Equação 1):

$$C = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(z-H)^2}{\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(z+H)^2}{\sigma_z^2}\right] \right\} \quad (1)$$

Na equação acima, a concentração no ponto de estudo (C) é uma variável em função da taxa de emissão do poluente (Q), velocidade média do vento (u), coeficientes de dispersão horizontal (σ_y) e vertical (σ_z), distância horizontal da fonte ao alvo (y), distância vertical do solo (z) e altura efetiva da emissão do poluente (H), conforme descrito por Cooper e Alley (2002).

A direção preferencial dos ventos, bem como velocidade média foram obtidos a partir de dados meteorológicos do município de Riverside, sendo observado maior predominância de sudoeste para noroeste, com velocidade média de 2,058 m/s.

A classe de estabilidade considerada foi B, com reflexão e sem camada de inversão, bem como terreno plano, baseado nas características da área de estudo, além de uma altura efetiva de 4,6 metros (chaminé do trem). A partir dos dados utilizados, os valores de σ_y e σ_z foram de 3,67 metros e 0,11 metros, respectivamente.

Os valores das concentrações dos poluentes foram analisados em duas situações distintas: permanência do trem em marcha lenta nas proximidades da escola, com emissões mais brandas, a fim de se avaliar efeitos crônicos dos poluentes, e uma segunda situação para o trem em movimento, com emissões mais intensas, em que se considerou a presença do trem por um menor período de tempo (exposição por 10 minutos), a fim de se avaliar a intoxicação aguda para os poluentes SO₂ e NO₂.

2.3 Padrões de referência

Os valores de referência para a qualidade do ar em ambientes externos foram obtidos pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), os quais foram comparados com os valores estabelecidos no Brasil, pela Resolução CONAMA 491/2018.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para a condição de marcha lenta, conforme Tabela 1, mostraram elevados valores para MP₁₀ (489 µg/m³) e NO₂ (4,75 ppm), valores estes superiores aos estabelecidos pelo padrão de qualidade do ar da USEPA: 150 µg/m³ e 0,10 ppm, respectivamente, demonstrando uma situação insalubre aos frequentadores da escola.

Poluente	Concentração	Padrão USEPA	Período de referência
MP ₁₀	489 µg/m³	150 µg/m ³	24h
NO ₂	4,75 ppm	0,10 ppm	1h
SO ₂	1,89 ppb	75 ppb	1h
CO	5,38 ppm	35 ppm	1h
Hidrocarbonetos	3,59 mg/m ³	-	-

Tabela 1: Resultados das concentrações de poluentes obtidas para a quadra externa da escola
Valores em vermelho representam concentrações que excedem o padrão estabelecido pela USEPA

Fonte: Autoria própria

Em comparação à legislação brasileira federal, Resolução CONAMA n° 491/2018, nota-se que o padrão intermediário da primeira etapa (PI-1) à vigência da Resolução estabelece 120 µg/m³ para MP₁₀, com período de referência de 24h, além de um padrão final de 50 µg/m³, alinhado ao que preconiza a Organização Mundial da Saúde (OMS). Os valores mais rígidos ressaltam a necessidade urgente de controle das emissões atmosféricas para situações semelhantes que existem no Brasil.

Também foi encontrado valor superior ao estabelecido pela legislação brasileira para o poluente NO₂, (0,14 ppm para período de referência de 1 hora e PI-1), mais restritivo que o estabelecido pela USEPA. As concentrações calculadas para SO₂ e

CO mostraram-se em conformidade com a citada Resolução, entretanto, os padrões para hidrocarbonetos não foram estabelecidos nem na legislação brasileira nem na norte-americana.

Diversos estudos encontraram associações positivas entre a exposição crônica a esses poluentes e efeitos adversos à saúde. A pesquisa realizada por Gauderman e colaboradores (2004) evidenciou que níveis de poluição atmosférica levam a efeitos adversos crônicos no desenvolvimento pulmonar de crianças entre 10 e 18 anos, que resultam em problemas clínicos sérios ao atingirem a idade adulta.

O estudo de Forbes e colaboradores (2009) encontrou uma associação entre maior exposição a MP_{10} , NO_2 e SO_2 e menor função pulmonar em adultos representada pelo volume expiratório forçado em 1 segundo (FEV1). O efeito na média de FEV1 foi cerca de 3% para MP_{10} e 0,7% para NO_2 e SO_2 a um aumento no nível de poluentes de $10 \mu g/m^3$ (FORBES et al., 2009).

Schikowski e colaboradores (2005) também encontraram um efeito prejudicial na função pulmonar, ou seja, um aumento de $7 \mu g/m^3$ nas médias de cinco anos de MP_{10} foi associado a uma diminuição de 5,1% do FEV1. Além disso, os autores ainda afirmam que a exposição crônica a MP_{10} e NO_2 pode aumentar o risco de desenvolvimento de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) em mulheres que vivem menos de 100 metros de uma estrada movimentada, sendo essa condição 1,79 vezes mais provável do que para aquelas que vivem mais longe.

Cada aumento de $10 \mu g/m^3$ no MP_{10} e SO_2 foi associado a um aumento de 4,0 a 13,6% e de 0,8 a 6,7%, respectivamente, no risco de morte por câncer de pulmão para um período de exposição e um ano, conforme dados apresentados por Chen e colaboradores (2016). Chen, Goldberg e Villeneuve (2008) também afirmam que morar perto de locais com tráfego intenso parece estar associado a riscos elevados de mortalidade não acidental, mortalidade por câncer de pulmão e mortalidade cardiovascular total.

A USEPA e o Conselho Nacional de Pesquisa (National Research Council) estabeleceram níveis de diretrizes de exposição aguda (AEGs, na sigla em inglês) que representam limites de exposição para o público em geral e são aplicáveis a cinco períodos de exposição de emergência que variam de 10 minutos a 8 horas (10 e 30 minutos, 1, 4 e 8 horas).

Três níveis (AEG-1, AEG-2 e AEG-3) foram desenvolvidos para cada um dos períodos de exposição e podem ser diferenciados por meio da gravidade dos efeitos tóxicos. O AEG-1 (não incapacitante) é a concentração no ar (expressa em partes por milhão – ppm, ou miligramas por metro cúbico – mg/m^3) de uma substância acima da qual se prevê que a população em geral, incluindo indivíduos suscetíveis, possa sentir notável desconforto, irritação ou certos efeitos não sensoriais assintomáticos. No entanto, os efeitos não são incapacitantes e são transitórios e reversíveis após a cessação da exposição. Os indivíduos suscetíveis são bebês, crianças, idosos, pessoas com asma e pessoas com outras doenças (NATIONAL RESEARCH

COUNCIL, 2010, 2012).

O AEGL-2 (incapacitante) é a concentração no ar (em ppm ou mg/m³) de uma substância acima da qual se prevê que a população em geral, incluindo indivíduos suscetíveis, possa sofrer efeitos adversos de saúde, sendo estes irreversíveis ou graves, de longa duração ou com capacidade prejudicada de escape. O AEGL-3 (letalidade) é a concentração no ar (em ppm ou mg/m³) de uma substância acima da qual se prevê que a população em geral, incluindo os indivíduos suscetíveis, possa sofrer efeitos adversos à saúde que ameaçam a vida ou que causam morte (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2010, 2012).

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho observa-se que, para o SO₂ a concentração aguda, isto é, a exposição de 10 minutos foi de 0,394 ppm, superior ao valor de 0,20 ppm estabelecido para o nível AEGL-1. Nesse caso, os frequentadores da escola podem sentir desconforto, irritação ou ainda certos efeitos assintomáticos. Para o NO₂ o valor da concentração aguda foi de 64,2 ppm, valor duas vezes superior ao estabelecido para o nível AEGL-3. Portanto, os efeitos adversos causados à saúde por uma exposição de apenas 10 minutos ao NO₂ podem colocar em risco a vida dos alunos, professores e funcionários da escola em questão.

Modelos mostraram associações positivas significativas entre efeitos adversos de saúde, como aperto no peito e tosse, com exposição aguda de 24 horas aos poluentes NO₂, NO_x e SO₂ (NKOSI et al., 2016). Além disso, observaram-se impactos de saúde a curto prazo no estudo de Khaniabadi et al. (2017), sendo representados por um risco aumentado de 2,7% de infarto agudo do miocárdio e 2,0% de internações hospitalares por DPOC devido a um aumento de 10 µg/m³ na concentração de SO₂.

Lu et al. (2015) encontraram que acréscimos nas concentrações médias de dois dias de PM₁₀, NO₂ e SO₂ foram significativamente associados com aumentos de 1,6, 2,9 e 2,4%, respectivamente, nas taxas de mortalidade não acidental. Os autores ainda obtiveram resultados de 20,5, 34,9 e 30,3 anos, respectivamente, de anos de vida perdido com o aumento nas concentrações dos poluentes PM₁₀, NO₂ e SO₂ (LU et al., 2015).

Dessa forma, fica evidente os riscos aos quais estão expostos os alunos e professores da escola em questão, além de grande parte da população de Riverside que vive nas proximidades da linha férrea. É importante destacar que esse não é um problema específico para a cidade de Riverside, mas sim para as diversas localidades no mundo que abrigam características semelhantes. Vê-se a importância de políticas públicas para o controle de emissões de poluentes e para o correto zoneamento das atividades desempenhadas nos municípios, mundialmente, de forma a beneficiar a saúde da população.

4 | CONCLUSÃO

O presente estudo revelou elevadas concentrações dos poluentes atmosféricos MP_{10} e NO_2 emitidos por um trem movido a diesel, tendo como potencial alvo as crianças e demais pessoas que frequentam uma escola na cidade de Riverside, Califórnia, localizada próxima à linha férrea. As concentrações desses poluentes na quadra externa da escola excedem os padrões estabelecidos pela USEPA, tendo que vista que a exposição prolongada a esses poluentes está ligada a diversas doenças.

Também foram notadas elevadas concentrações de NO_2 SO_2 quanto aos potenciais efeitos agudos na saúde – exposição por apenas 10 minutos – que podem desencadear diversos malefícios e doenças, evidenciando a importância do controle das fontes de poluição aliado ao planejamento urbano e às políticas públicas como forma de prevenção para a sociedade.

REFERÊNCIAS

ABRAMESKO, V.; TARTAKOVSKY, L. Ultrafine particle air pollution inside diesel-propelled passenger trains. **Environmental Pollution**, v. 226, p. 288-296, 2017.

ALMEIDA, D. S. de et al. Genotoxic effects of daily personal exposure to particle mass and number concentrations on buccal cells. **Atmospheric Environment**, v. 176, p. 148-157, 2018.

BORREGO, C. et al. Urban scale air quality modelling using detailed traffic emissions estimates. **Atmospheric Environment**, v. 131, p. 341-351, 2016.

BRASIL. Resolução CONAMA n.491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. **Diário Oficial da União**, Brasília, 21 nov. 2018.

BROOK, R. D. et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease. An update to the Scientific Statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 121, n. 21, p. 2331-2378, 2010.

BRUNEKREEF, B.; HOLGATE, S.T. Air pollution and health. **Lancet**, v. 360, n. 9341, p. 1233-1242, 2002.

BURCHILL, M. J. et al. Monitoring and analysis of combustion aerosol emissions from fast moving diesel trains. **Science of the Total Environment**, v. 409, p. 985-993, 2011.

CHEN, H.; GOLDBERG, M. S.; VILLENEUVE, P. J. A systematic review of the relation between long-term exposure to ambient air pollution and chronic diseases. **Reviews on Environmental Health**, v. 23, n. 4, p. 243-297, 2008.

CHEN, Z. et al. China tackles the health effects of air pollution. **Lancet**, v. 382, n. 9909, p. 1959-1960, 2013.

CHEN, X. et al. Long-term exposure to urban air pollution and lung cancer mortality: A 12-year cohort study in Northern China. **Science of the Total Environment**, v. 571, p. 855-861, 2016.

CHUANG, K. J. et al. The effect of urban air pollution on inflammation, oxidative stress, coagulation, and autonomic dysfunction in young adults. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 176, n. 4, p. 370-376, 2007.

COOPER, C.D.; ALLEY, F.C. Atmospheric Dispersion Modeling. In: _____. **Air Pollution Control: A Design Approach**. Long Grove: Waveland Press, 2002, cap. 20, p. 607-648.

FALLAH-SHORSHANI, M.; SHEKARRIZFARD, M.; HATZOPOULOU, M. Integrating a street-canyon model with a regional Gaussian dispersion model for improved characterization of near-road air pollution. **Atmospheric Environment**, v. 153, p. 21-31, 2017.

FORBES, L. J. L. et al. Chronic exposure to outdoor air pollution and lung function in adults. **Thorax**, v. 64, p. 657-663, 2009.

GAUDERMAN, W.J.; AVOL, E.; GILLILAND, F.; VORA, H.; THOMAS, D.; BERHANE, K.; MCCONNELL, R.; KUENZLI, N.; LURMANN, F.; RAPPAPORT, E.; MARGNOLIS, H.; BATES, D.; PETERS, E. The Effect of Air Pollution on Lung Development from 10 to 18 Years of Age. **New England Journal of Medicine**, v. 351, n. 11, p. 1057-1067, 9 set. 2004.

KELLY, F. J.; FUSSELL, J. C. Air pollution and airway disease. **Clinical and Experimental Allergy**, v. 41, n. 8, p. 1059-1071, 2011.

KELLY, F. J.; FUSSELL, J. C. Air pollution and public health: emerging hazards and improved understanding of risk. **Environmental Geochemistry and Health**, v. 37, p. 631-649, 2015.

KHANIABADI, Y. O. et al. Acute myocardial infarction and COPD attributed to ambient SO₂ in Iran. **Environmental Research**, v. 156, p. 683-687, 2017.

LU, F. et al. Short-term effects of air pollution on daily mortality and years of life lost in Nanjing, China. **Science of the Total Environment**, v. 536, p. 123-129, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL; COMMITTEE ON ACUTE EXPOSURE GUIDELINE LEVELS. **Acute exposure guideline levels for selected airborne chemicals**. Vol. 8. Washington: The National Academies Press, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL; COMMITTEE ON ACUTE EXPOSURE GUIDELINE LEVELS. **Acute exposure guideline levels for selected airborne chemicals**. Vol. 11. Washington: The National Academies Press, 2012.

NKOSI, V. et al. Acute respiratory health effects of air pollution on asthmatic adolescents residing in a community in close proximity to-mine dump in South Africa: Panel study. **International Research Journal of Public and Environmental Health**, v. 3, n. 11, p. 257-269, 2016.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease**. Geneva: The WHO Document Production Services, 2016.

ROUX, J.; BARD, D.; PABIC, E. L.; SEGALA, C.; REIS, J.; ONGAGNA, J.-C.; SEZE, J. de; LERAY, E. Air pollution by particulate matter PM₁₀ may trigger multiple sclerosis relapses. **Environmental Research**, v. 156, p. 404-410, 2017.

SCHIKOWSKI, T. et al. Long-term air pollution exposure and living close to busy roads are associated with COPD in women. **Respiratory Research**, v. 6, n. 1, p. 152-161, 2005.

SCHUITMAKER, R.; BUNSEN, T. (Coord.). **Railway handbook 2017: energy consumption and CO₂ emissions**. Paris: International Energy Agency; International Union of Railways, 2017.

SCOTT, J.; SINNAMON, H. **Smokestacks on rails: getting clean air solutions for locomotives on track**. New York: Environmental Defense Fund, 2006.

THE PORT OF LONG BEACH. **2006 Air Emissions Inventory**. Disponível em <http://www.polb.com/civica/filebank/blobdload.asp?BlobID=5377> . Acesso em 14 abr. 2019.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. **Air Quality Analysis**. Disponível em: <https://www.epa.gov/air-quality-analysis> . Acesso em 14 abr. 2019.

APLICAÇÃO DO DIAGRAMA DE ISHIKAWA VISANDO A ORIENTAÇÃO DE PRODUTORES DE LEITE: ESTUDO DE CASO NO CENTRO OESTE PAULISTA

Mariana Wagner de Toledo Piza

Faculdade Iteana de Botucatu / UNESP (FCA)

Botucatu – SP

Vitória Castro Santos Barreto

Universidade Anhembi Morumbi

São Paulo – SP

RESUMO: No Brasil, os pequenos e médios produtores de leite possuem participação considerável na produção total, porém condições inadequadas durante a ordenha, conservação e transporte do produto, podem alterar seus padrões físico-químicos resultando na baixa qualidade microbiológica do leite, impactando diretamente no retorno financeiro do produtor. O presente estudo tem como objetivo aplicar a ferramenta Diagrama de Ishikawa levantando as causas e organizando-as a fim de apresentá-las ao produtor de leite para auxiliá-lo na otimização dos recursos, resultando na melhora de seus recebíveis. Para o conhecimento das adversidades que ocasionaram a baixa qualidade microbiológica do leite foram realizados: uma sessão de *brainstorming* entre as autoras, o produtor rural e o veterinário do laticínio (comprador do leite do produtor estudado), a fim de identificar as causas que estão relacionadas com os efeitos: níveis inadequados de Estrato Sólido Total (EST), Contagem de Célula Somática (CCS) e

Contagem Bacteriana Total (CBT). O uso deste Diagrama para detectar as causas dos níveis inadequados de CBT, CCS e EST mostrou-se satisfatório, uma vez que permitiu a visualização de maneira integral das causas esclarecendo-as, e possibilitando a orientação do produtor sobre os aspectos que precisam ser abordados para melhorar os recebíveis. Concluiu-se que o não atendimento de CBT, em sua maior parte, está relacionada ao método, que corresponde a procedimentos incompletos, manuais inexistentes e poucas instruções de trabalho. Já a alta CCS origina-se principalmente do método e da mão de obra, enquanto o baixo EST à inadequada nutrição da vaca leiteira, também relacionada ao método.

PALAVRAS-CHAVE: Ishikawa, produção de leite, otimização.

ABSTRACT: In Brazil, small and medium-sized dairy farmers have a considerable share of total production, but inadequate conditions during milking, preservation and transportation of the product can alter their physicochemical patterns resulting in the low microbiological quality of the milk, directly impacting the financial return of the producer. The present study aims to apply the Ishikawa Diagram tool by raising the causes and organizing them in order to present them to the milk producer to assist in the optimization of resources, resulting in the improvement of their

receivables. A brainstorming session between the authors, the rural producer and the dairy veterinarian (milk purchaser of the studied producer) was carried out to identify the causes that are related to the low microbiological quality of the milk, in order to identify the causes that are related with the effects: inadequate levels of Total Solid Stratum (EST), Somatic Cell Count (CCS) and Total Bacterial Count (CBT). The use of this Diagram to detect the causes of the inadequate levels of CBT, CCS and EST was satisfactory, since it allowed the integral visualization of the causes clarifying them, and enabling the orientation of the producer on the aspects that need to be addressed to improve receivables. It was concluded that the lack of CBT care, for the most part, is related to the method, which corresponds to incomplete procedures, manuals that do not exist and few work instructions. On the other hand, the high CCS originates mainly from the method and labor, while the low EST is due to inadequate dairy cow nutrition, also related to the method.

KEYWORDS: Ishikawa, milk production, optimization.

1 | INTRODUÇÃO

O leite é um alimento composto por inúmeras substâncias capazes de fornecer nutrientes essenciais ao crescimento, desenvolvimento e manutenção do corpo humano. Além disso, a atividade leiteira no Brasil gera empregos e renda para a população (PINTO et al., 2013).

Os pequenos e médios produtores, de acordo com Maia et al. (2013) possuem uma considerável participação na produção leiteira, porém existe baixo investimento na atividade e por vezes condições inadequadas durante a ordenha, conservação e transporte do produto, que devido à sua riqueza nutricional é um dos alimentos mais vulneráveis a alterações físico-químicas e deterioração de microrganismos, ocasionando a baixa qualidade microbiológica do leite.

De acordo com Pinheiro (2010) a fim de incentivar os produtores a aprimorar a qualidade microbiológica do leite cru, os laticínios, por meio de indicadores capazes de medir e avaliar as principais propriedades do produto, passaram a remunerar não só pelo volume de leite entregue como também pela qualidade apresentada por este.

O leite, segundo Lacerda, Mota e Sena (2010) é uma associação de elementos sólidos, que são constituídos por: lipídios (gordura), carboidratos, proteínas, sais minerais, vitaminas e água. Os indicadores considerados básicos na composição da qualidade microbiológica do leite, utilizados pelo laticínio em análise e aplicados nesse trabalho como estudo de caso são: estrato sólido total (EST), contagem de célula somática (CCS) e contagem bacteriana total (CBT). O produto que apresentar baixa CBT e CCS e alta EST é o que apresenta as melhores condições para consumo, portanto será melhor remunerado.

A contagem bacteriana total é um parâmetro utilizado para verificar as condições de higiene em que o leite foi obtido e armazenado (VALLIN, et al. 2009). A contagem de

células somáticas está diretamente relacionada a casos de mastite, principal doença que atinge o rebanho ocasionando a inflamação no úbere da vaca (LINS NETO et al., 2016). O estrato sólido total consiste na mensuração dos elementos sólidos do leite (VIEIRA; FREITAS, 2006).

Uma vez que nem todos os produtores alcançam os indicadores esperados e assim, acabam não recebendo a bonificação no preço do leite, o presente trabalho tem como objetivo aplicar a ferramenta Diagrama de Ishikawa levantando as causas e organizando-as a fim de apresentá-las ao produtor e, desse modo, auxiliá-lo na otimização dos recursos, resultando na melhora de seus recebíveis do leite.

Para a identificação das principais causas que impossibilitam o leite de atingir os parâmetros de qualidade preestabelecidos utilizou-se o Diagrama de Ishikawa, também chamado de Diagrama de Causa e Efeito ou Espinha de Peixe, uma vez que trata-se de uma ferramenta que consiste na representação gráfica para a identificação e organização das possíveis causas de um problema (RODRIGUES, 2015).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para o descobrimento das causas da baixa qualidade do leite foram consideradas informações da bovinocultura de leite proveniente de uma propriedade rural localizada no Centro Oeste do Estado de São Paulo.

A produção de leite tipo C foi de 55.042 litros registrados no período de fevereiro de 2016 a janeiro de 2017, a ordenha era realizada por meio da ordenhadeira mecânica balde ao pé e comercializada para um laticínio da região.

Os indicadores de qualidade do leite considerados foram EST, CCS e CBT, os quais a legislação brasileira estabelece limites por meio da Instrução Normativa 62 (IN62) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, utilizados também pelo laticínio comprador do produtor estudado (BRASIL, 2011).

Para o descobrimento das adversidades que ocasionaram a baixa qualidade microbiológica do leite foram realizados os seguintes passos: uma sessão de *brainstorming* entre as autoras, o produtor rural e o veterinário do laticínio (comprador do leite do produtor estudado), a fim de identificar as causas que estão relacionadas com os efeitos, níveis inadequados de EST, CCS e CBT, e posteriormente agrupar as causas no Diagrama de Ishikawa para cada efeito ponderado (OLIVEIRA, 2014).

O Diagrama de Ishikawa pondera que os problemas podem ser distribuídos em seis tipos diferentes de causas, são eles: método, o quanto a forma de trabalho instigou o problema; máquina, conservação e uso correto da mesma; medida, verificação e métricas adequadas para aquele processo; meio ambiente, influência do ambiente na ocorrência do problema; mão de obra, nível de qualificação do executor do processo e o material, qualidade da matéria prima utilizada para a fabricação do produto final (SOUSA, 2012).

Martins et al. (2017) afirma que, por ser uma representação gráfica, o Diagrama de Ishikawa, facilita não só o entendimento da falha, mas o alcance de uma solução para tal, pois aponta as várias influências que comprometem o processo, tornando possível a análise do conjunto e não apenas do problema de forma pontual.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o *brainstorming* as causas levantadas pelos participantes geraram a Figura 1 para o efeito alta CBT, pode-se verificar que a maior parte das causas está relacionada ao método que corresponde a procedimentos incompletos, manuais inexistentes e poucas instruções de trabalho.

No que diz respeito a mão de obra, a falta de integração e treinamento do funcionário pode ocasionar além de falhas no processo, baixa produtividade, desmotivação do colaborador, falta de segurança no ambiente de trabalho, aumento das despesas, entre outros (OLIVEIRA; MEIRA, 2016).

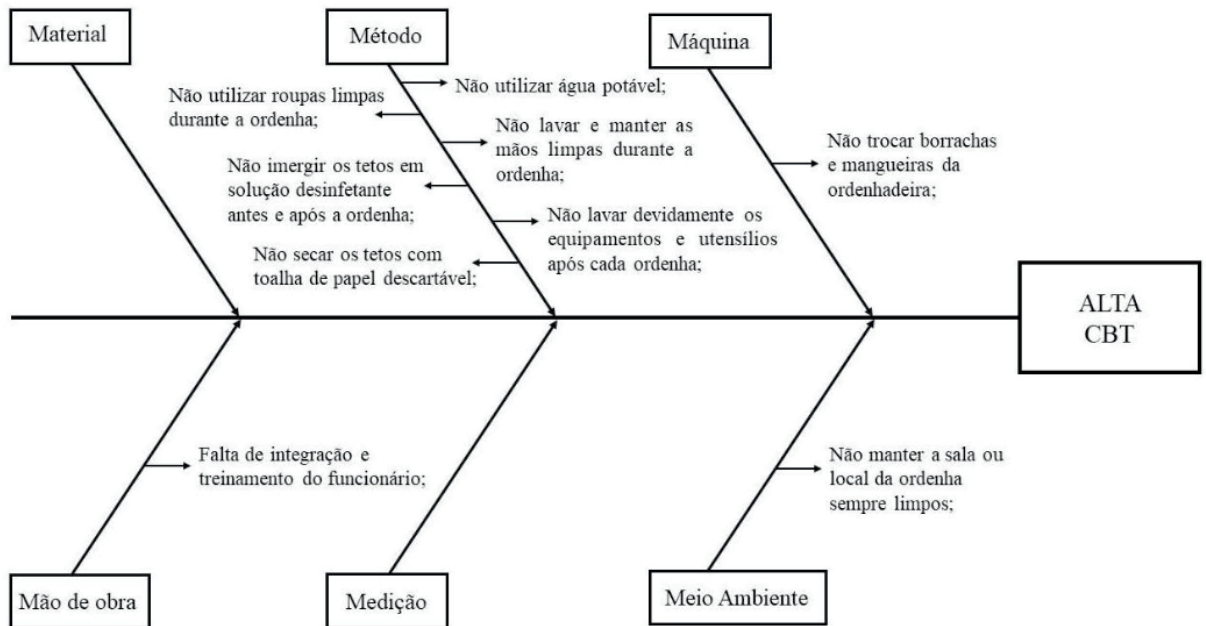


Figura 1. Diagrama de Ishikawa para alta CBT

Na Figura 2 é demonstrado o Diagrama de Ishikawa em relação a alta CCS, pode-se observar que no quesito máquina nenhuma possível causa foi detectada pois o equipamento encontrava-se em condições adequadas de operação, porém seu uso e regulagem inadequados foram apontadas como falhas no processo.

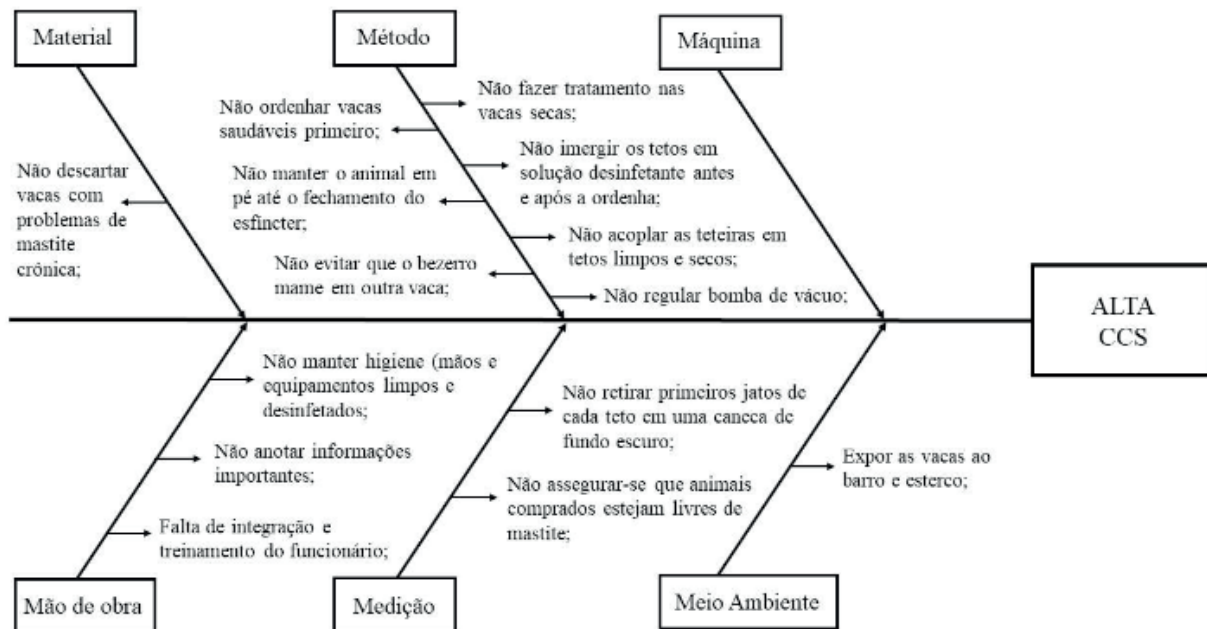


Figura 2. Diagrama de Ishikawa para alta CCS

O baixo EST, apresentado na Figura 3, refere-se basicamente, a inadequada nutrição da vaca leiteira que afeta significativamente a produção e a proporção dos componentes do leite, pois segundo Moreira et al. (2016), através da dieta balanceada a glândula mamária é suprida com componentes nutricionais do sangue para a síntese do produto.

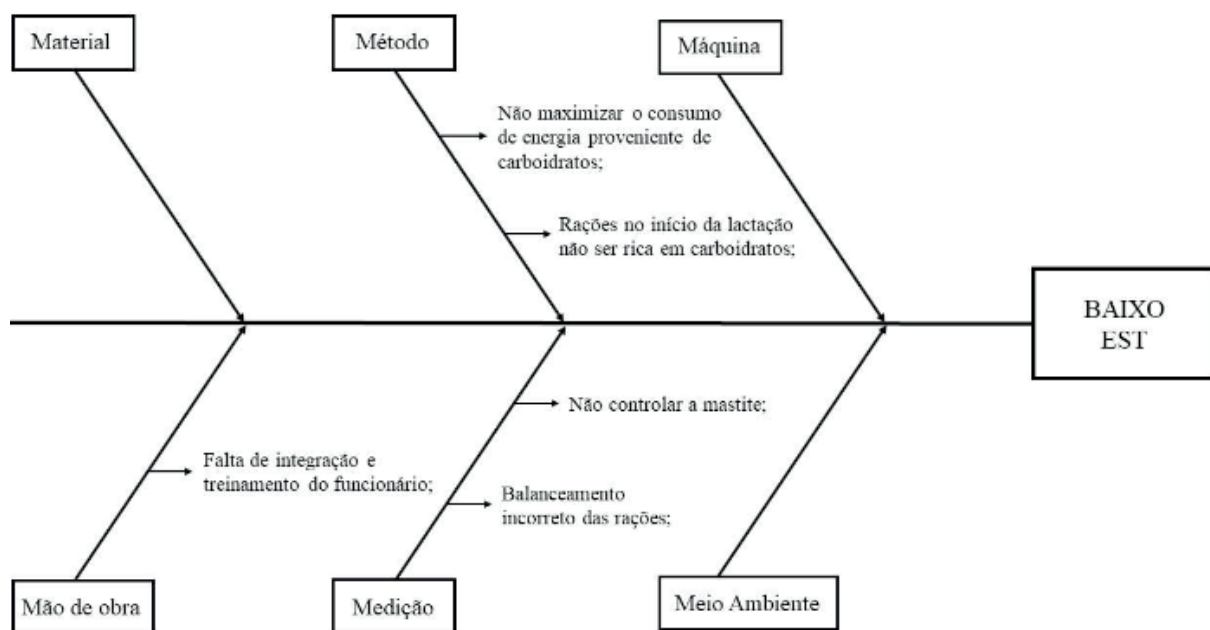


Figura 3. Diagrama de Ishikawa para baixo EST

4 | CONCLUSÕES

Conclui-se que o uso do Diagrama de Ishikawa para detectar as causas dos níveis inadequados de CBT (contagem bacteriana total), CCS (contagem de célula

somática) e EST (estrato sólido total) mostrou-se satisfatório, uma vez que permitiu a visualização de maneira integral das causas e esclareceu-as, possibilitando a orientação do produtor acerca de quais aspectos ele precisa abordar para melhorar os recebíveis.

Foram levantados que o não atendimento de CBT, em sua maior parte está relacionada ao método, que corresponde a procedimentos incompletos, manuais inexistentes e poucas instruções de trabalho.

Já a alta CCS origina-se principalmente do método e da mão de obra, enquanto o baixo EST à inadequada nutrição da vaca leiteira, também relacionada ao método.

Assim, fica claro que o treinamento de mão de obra e a prática de métodos pré-estabelecidos pode melhorar o desempenho do produtor junto ao laticínio levando-o a otimização de seus recursos de produção leiteira.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 62:** Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite. 2011. Disponível em: < <http://www.apcbrh.com.br/files/IN62.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2017.
- LACERDA, L. M.; MOTA, R. A.; SENA, M. J. Contagem de células somáticas, composição e contagem bacteriana total do leite de propriedades leiteiras nos municípios de Miranda do Norte, Itapecurú–Mirim e Santa Rita, Maranhão. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 2, p. 209-215, 2010.
- LINS NETO, O. T. de A. et al. Qualidade do leite in natura produzido e comercializado no município de timon no estado do maranhão. **Nucleus**, Ituverava, v. 13, n. 2, p. 183-190, nov. 2016.
- MAIA G. B. da S. et al. Produção leiteira no Brasil. **BNDES Setorial**, v. 37, p. 371-398, 2013.
- MARTINS, Jarbas Rocha et al. Análise ergonômica no transporte manual de cargas: Um estudo de caso em uma empresa de produção de cimento. **Revista GEPROS**, v. 12, n. 1, p. 269, 2017.
- MOREIRA, Paulo Cesar et al. Substituição de fonte de amido por fibra solúvel em detergente neutro na dieta de vacas. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 164-174, 2016.
- OLIVEIRA, D. de P. R.. **Sistemas de informações gerenciais: Estratégicas, Táticas e Operacionais**. São Paulo: Atlas, 2014. 328 p.
- OLIVEIRA, M. M.; MEIRA, M. L. M. Cultura Organizacional e Traços Culturais: Um estudo nas indústrias de médio porte da cidade de Sousa-PB. **Pensamento & Realidade**, v. 31, n. 3, p. 17, 2016.
- PINHEIRO, F.F. Remuneração como incentivo à qualidade do leite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA QUALIDADE DO LEITE, 4., 2010, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC: Conselho Brasileiro de Qualidade do Leite, 2010.
- PINTO, C.L.O; et al. **Qualidade Microbiológica do Leite Cru**. Belo Horizonte: Epamig, 2013. 272p.
- RODRIGUES, M. de C. **Aplicação de cartas de controle nas análises de rotina do laboratório de qualidade do leite da Embrapa Gado de Leite**. 104f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) apresentada a Universidade Federal de Juiz de Fora/MG. 2015.

SOUSA, R. V. B. **Aplicação do método FMEA para a priorização de ações de melhoria de processos**. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) apresentada a Universidade de São Paulo/São Carlos. 2012.

VALLIN, V. M. V. et al. Melhoria da qualidade do leite a partir da implantação de boas práticas de higiene na ordenha em 19 municípios da região central do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n.1, p. 181-188, 2009.

VIEIRA, L. C.; FREITAS, C. M. K. H. de. Qualidade do leite. In: VEIGA, J. B. de (Ed.). **Criação de gado leiteiro na zona bragantina**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2006. p. 111-116.

ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO EXTERNO: COMPARATIVO DAS PROPRIEDADES NOS ESTADOS FRESCO E ENDURECIDO ENTRE OS TIPOS CONVENCIONAL E ESTABILIZADA

Maiana dos Santos Oliveira

Faculdade Área 1
Salvador - Bahia

Silas de Andrade Pinto

Faculdade Área 1
Salvador - Bahia

Manoel Clementino Passos

Faculdade Área 1
Salvador - Bahia

RESUMO: Existente há quase 50 anos, a argamassa estabilizada é uma argamassa aditivada que se mantém trabalhável por longos períodos. Em função da falta de normatização específica para este tipo de argamassa, o objetivo deste trabalho é fazer um comparativo das características nos estados fresco e endurecido entre a argamassa convencional e a estabilizada de revestimento externo. Para realização dos ensaios necessários para caracterização, a argamassa estabilizada foi ensaiada em diferentes períodos, 0h e 24h, enquanto que a convencional somente a 0h, pois com 24h a mesma já se encontra endurecida, para análise de suas propriedades no estado fresco com o avanço do tempo. Os resultados revelaram que com o passar do tempo há uma diminuição no valor da consistência inicial e os valores da resistência são maiores quanto mais cedo a argamassa estabilizada for utilizada.

PALAVRAS-CHAVE: argamassa estabilizada; argamassa convencional; revestimento externo; estado fresco e; estado endurecido.

ABSTRACT: Existing for almost 50 years, the stabilized mortar is an additive mortar that remains workable for long periods. Due to the lack of specific standardization for this type of mortar, the objective of this work is to make a comparative of the characteristics in the fresh and hardened states between the conventional mortar and the stabilized external coating. In order to perform the necessary characterization tests, the stabilized mortar was tested in different periods, 0h and 24h, while the conventional mortar was only at 0h, because with 24h it is already hardened, for analysis of its properties in the fresh state with the advance of time. The results showed that with the passage of time there is a decrease in the initial consistency value and the resistance values are larger the sooner the stabilized mortar is used.

KEYWORDS: stabilized mortar, conventional mortar, external wall coating, fresh stated and; hardened state.

1 | INTRODUÇÃO

Muito utilizada na construção civil, a argamassa é uma das misturas de grande

importância no processo construtivo de uma edificação, logo, ela está presente na maioria das etapas construtivas, como na de assentamentos, revestimentos, cobertura ou até mesmo recuperação estrutural.

Definida atualmente, conforme a NBR 13281/2005, como sendo uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (argamassa industrializada)¹.

Com o avanço tecnológico, crescimento industrial e conseqüentemente urbano se fez necessário o desenvolvimento de novas técnicas que atendessem a demanda do setor da construção civil, seja tanto pela qualidade ou pela maior rapidez dos processos. Assim, com o desenvolvimento dos aditivos, na década de 70, surgiu, na Alemanha, uma argamassa pronta capaz de ser embalada em recipientes e preservar por até 3 dias suas características de uso com a consistência desejada^{2,3}. No Brasil o primeiro registro data de 1985 e trata de uma argamassa de revestimento externo dosada em central na Grande São Paulo², vindo a ser chamada posteriormente de Argamassa Estabilizada.

A argamassa estabilizada é uma argamassa úmida, pronta para ser utilizada, transportada por meio de caminhão betoneira, que se mantém aplicável por até 60h, a depender da solicitação do cliente e se seguidas as prescrições de acondicionamento das centrais dosadoras. Para promover o retardamento do início da pega, os fabricantes introduzem aditivos retardadores e incorporadores de ar para que suas características sejam preservadas por um período de tempo predefinido⁴.

Segundo Marcondes³ (2009), são muitas as vantagens da argamassa estabilizada sob a convencional fabricada em obra, como por exemplo, limpeza e organização, melhor homogeneidade resultando em melhor acabamento, menor permeabilidade, menor taxa de exsudação, facilidade na carga e descarga, maior rendimento do trabalho, maior precisão do custo da argamassa, menor esforço do pedreiro, mas, ele salienta que “para o aproveitamento de todas as vantagens deste produto, é necessário uma boa informação e assessoramento nas obras”.

Desta forma, definindo a argamassa para revestimento externo, segundo a NBR 13281/05, em uma argamassa indicada para revestimento de fachadas, muros e outros elementos da edificação em contato com o meio externo, caracterizando-se como camada de regularização (emboço ou camada única)¹, o objetivo deste trabalho é avaliar de forma comparativa as propriedades no estado fresco e endurecido das argamassas de revestimento do tipo convencional e estabilizada afim de elucidar as dúvidas em torno desta técnica e até estimular seu consumo.

2 | METODOLOGIA E MÉTODOS

2.1 Argamassas para revestimento externo

Para o estudo foram utilizados dois tipos de argamassas para revestimento externo: a convencional e a estabilizada. O traço para cada argamassa foi definido elaborando-se misturas com diferentes dosagens, prevalecendo os quais atenderam aos requisitos de trabalhabilidade, consistência e pega preestabelecidos pelos autores.

Os parâmetros definidos para este estudo foram: consistência de 21 ± 1 cm, através de ensaio realizado conforme NBR 13276/2016⁵ e para a argamassa estabilizada início de pega a partir de 36 horas. Para essas condições foi definido o traço aditivado para argamassa convencional de 1:6:1,11:x (cimento: areia: água: aditivo plastificante), o aditivo foi dosado de acordo a especificação do fornecedor na proporção de 100ml do mesmo para 50Kg de cimento, e para a argamassa estabilizada o traço aditivado de 1:6:1,15:0,5:0,05 (cimento: areia: água: aditivo retardador: aditivo incorporador de ar).

As misturas foram realizadas conforme recomendação da NBR 16541/2016 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura para a realização de ensaios⁶ e o método de armazenamento da argamassa estabilizada foi em recipientes plásticos, lisos e tampados ou coberto por um plástico. Quanto a aplicação, foi realizada em ambiente externo sobre alvenaria de bloco cerâmico, chapiscada e admitindo uma espessura de 2 ± 1 cm em ambas as argamassas de revestimento externo.

Os materiais utilizados foram os disponíveis comercialmente na cidade do Salvador e RMS. Ressalta-se que o cimento adquirido foi o CP II Z 32 RS – cimento Portland composto para uso geral, porém, durante a realização dos ensaios houve a perda de parte do cimento, havendo a necessidade da aquisição de um novo saco, contudo, não foi encontrada mais a primeira marca adquirida. Logo, foi utilizado o cimento CP II Z 32 RS de duas marcas, onde foram denominados de cimento 01 e cimento 02.

Quanto aos aditivos, para argamassa do tipo convencional foi utilizado o aditivo plastificante Vedalit da Vedacit, enquanto que para argamassa do tipo estabilizada foram utilizados os aditivos retardador Eucon® MT 640 e incorporador de ar Eucon® MT AIR, ambos da Viapol.

Foram 08 as propriedades avaliadas das argamassas de revestimento externo do tipo convencional e estabilizada, entre os estados fresco e endurecido. Essas propriedades são: Índice de consistência; Densidade de massa; Teor de ar incorporado; Tempo de pega; Resistência a compressão; Resistência a tração na flexão; Resistência de aderência a tração e; Coeficiente de capilaridade.

2.2 Propriedades no estado fresco

O índice de consistência foi medido às 0h para a argamassa convencional e em 0h e 24h para a argamassa estabilizada, em conformidade a NBR 13276/2016⁵. O resultado foi a média de quatro medidas extraídas em pontos diferentes no perímetro de ambas as argamassas.

O ensaio para quantificar a densidade de massa e teor de ar incorporado foi realizado conforme NBR 13278/2005⁷ no tempo de 0h para as duas argamassas. O ensaio do tempo de pega foi realizado de acordo a NBR NM 9/2003⁸ e o penetrômetro utilizado foi o com dispositivo de reação o anel dinamômetro.

2.3 Propriedades do estado endurecido

A resistência a compressão e tração na flexão foram medidas na idade de 28 dias. Para a argamassa estabilizada foram moldados os corpos de prova (CP's) a 0h e 24h, conforme a NBR 13279/2005⁹. O desmolde foi em 3 dias para argamassa convencional e em 7 dias para argamassa estabilizada (ver figura 01). A cura dos corpos de prova foi a seco, no próprio laboratório.

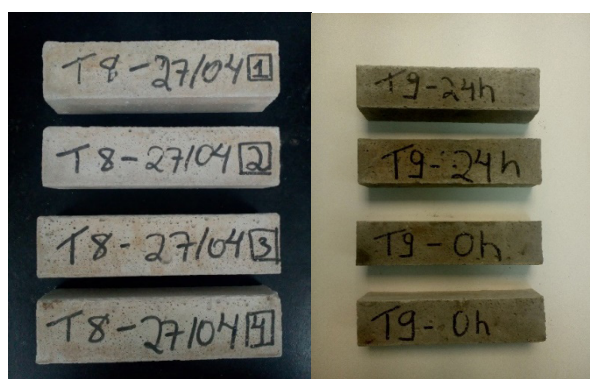


Figura 01: A esquerda os 4 CP's moldados da argamassa convencional e a direita os 4 CP's moldados com a argamassa estabilizada a 0h e 24h.

Fonte: Autores.

Dos corpos de provas moldados para os ensaios de resistência foi realizado o ensaio de capilaridade nos tempos de 10 e 90min conforme a NBR 15259/2005¹¹. O ensaio de resistência de aderência à tração foi realizado conforme metodologia da NBR 13258/2010¹⁰, a partir da extração a tração de 02 testemunhos de cada argamassa: convencional e estabilizada utilizada a 0h e 24h. O aparelho de arrancamento utilizado foi o constituído por placas de 10 x 10 cm.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As argamassas, para determinação do índice de consistência, foram misturadas com o cimento 01. No quadro 01, é possível verificar os valores médios das

consistências obtidas de ambas argamassas.

	Argamassa convencional	Argamassa estabilizada
0h	21 cm	21 cm
24h	-	18 cm

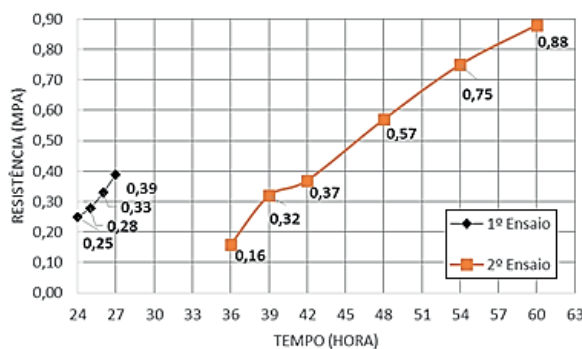
Quadro 01 – Média dos índices de consistência das arg. convencional e estabilizada.

Na determinação de densidade de massa e teor de ar incorporado, a argamassa convencional foi confeccionada com o cimento 02, enquanto a estabilizada com o cimento 01. No quadro 02 são apresentados os valores da densidade e teor de ar incorporado para cada argamassa.

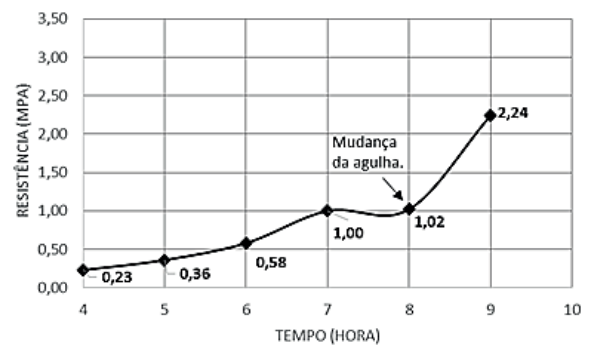
	Argamassa convencional	Argamassa estabilizada
Densidade	1872,00 kg/m ³	1873,00 kg/m ³
Teor de Ar incorporado	14%	14%

Quadro 02 – Média dos índices de consistência das arg. convencional e estabilizada.

O ensaio para determinação do tempo de pega para a argamassa estabilizada foi realizado duas vezes e em ambos o mesmo foi cancelado. No primeiro através dos resultados obtidos demoraria a iniciar a pega e no segundo esgotou a área para penetração. Ressalta-se que no 1º ensaio foi utilizado o cimento 01 e para o 2º ensaio o cimento 02. No gráfico 01(a) são apresentados os resultados da Resistência *versus* Tempo, de ambos os ensaios.



(a)



(b)

Gráfico 01 – (a) Apresentação dos resultados das resistências à penetração para argamassa estabilizada. (b) Apresentação dos resultados das resistências à penetração para argamassa convencional.

Fonte: Autores.

Verificando o gráfico é nítida a variação de tempo em relação as resistências atingidas, enquanto que no primeiro ensaio em 26h foi atingida uma resistência de 0,33 Mpa, no segundo ensaio só em 39h foi atingida a resistência de 0,32 MPa, analisa-se então que o uso de diferentes marcas de cimento influência nas características da argamassa.

No período de determinação do traço, foi dosada uma argamassa com menor quantidade de aditivos e a mesma em 36h já estava rígida.

Já para argamassa convencional, o ensaio foi iniciado 4h após sua mistura, conforme recomendação do item 6.7 da NBR NM 9/2003. Este também foi interrompido por não haver mais área para penetração, contudo nos resultados, apresentados no gráfico 01(b), é possível ter noção do seu início de pega.

Apartir dos resultados apresentados no quadro 03, verifica-se que as resistências tanto à tração quanto à compressão são maiores para a argamassa estabilizada em relação à convencional. Pode-se associar tal resultado aos aditivos usados nesta argamassa, que apesar do aditivo incorporador de ar, de conhecimento comum reduzir a resistência mecânica, a presença do aditivo retardador garantiu uma melhor hidratação do cimento. Ambas as argamassas foram moldadas com o cimento 01.

Enquanto que para a argamassa estabilizada observou-se que os valores das resistências são maiores nas primeiras horas de uso, assim confirmando o relato de Casali *et. al.* (2013) quando diz que maiores valores são obtidos para as argamassas de 36 horas em relação as argamassas de 72 horas¹².

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO					
Argamassa Convencional		Argamassa Estabilizada			
CP	Tensão (MPa)	CP		Tensão (MPa)	Média (MPa)
1	3,75	0h	1	8,75	9,2
2	4,38	0h	2	9,61	
3	4,53	24h	3	8,52	8,6
4	4,22	24h	4	8,59	
Média (MPa)	4,2				
Des. Abs. Máx.	0,5				
RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO					
Argamassa Convencional		Argamassa Estabilizada			
CP	Tensão (MPa)	CP		Tensão (MPa)	Média (MPa)
1	1,38*	0h	1	3,41	3,2
2	2,49	0h	2	2,89	
3	2,03	24h	3	2,63	2,6
4	2,23	24h	4	2,56	

Média (MPa)	2,3	
Des. Abs. Máx.	-0,2	

Quadro 03 – Resultados das resistências à tração e compressão das argamassas convencional e estabilizada aos 28 dias.

No quadro 04, são apresentados os valores da resistência de ruptura e o percentual da forma de ruptura para ambas as argamassas. Ainda em análise dos resultados (quadro 04), a argamassa convencional obteve valores superiores de resistência em relação à argamassa estabilizada, sugere-se que esse resultado pode ser atribuído ao uso do aditivo incorporador de ar na argamassa estabilizada.

CP		Tensão (MPa)	Forma de ruptura (%)						
			a	b	c	d	e	f	g
0h	1	0,34	-	-	-	10	90	-	-
0h	2	0,31	-	-	-	70	30	-	-
24h	3	0,30	-	-	-	50	50	-	-
24h	4	0,30	-	-	-	60	40	-	-
Conv.	5	0,60	-	-	-	60	40	-	-
Conv.	6	0,54	-	-	-	70	30	-	-

Quadro 04 – Resistências de aderência e percentual de ruptura das argamassas convencional e estabilizada.

Onde:

- a – é a ruptura no substrato;
- b – é a ruptura na interface chapisco/substrato;
- c – é a ruptura na interface substrato/chapisco;
- d – é a ruptura na interface chapisco/argamassa;
- e – é a ruptura na argamassa;
- f – é a ruptura na interface argamassa/cola;
- g – é a ruptura na interface cola/pastilha

Apartir dos valores dos coeficientes apresentados no quadro 05, é clara a diferença deste entre as argamassas. A argamassa convencional apresenta um coeficiente de capilaridade maior que a argamassa estabilizada. Tal análise confere verificar que a adição do incorporador de ar não deixa a argamassa com uma quantidade maior de poros, contudo após estudo, Silva *et. al.* (2009) concluiu que submergindo os corpos-de-prova em água não é suficiente para que ocorra a penetração da água no interior das microbolhas de ar, havendo necessidade de utilização de uma técnica mais incisiva que a imersão, como vácuo ou fervura, por exemplo¹³. Outra observação é entre os tempos de moldagem da argamassa estabilizada, que com o passar do

tempo o coeficiente de capilaridade aumenta.

	Argamassa Convencional					Argamassa Estabilizada		
	Aos 10 min	Aos 90 min	Coeficiente (g/dm ² *-min ^{1/2})			Aos 10 min	Aos 90 min	Coeficiente (g/dm ² *-min ^{1/2})
Absorção (g/cm ²)	0,19	0,66	7,5	0h	Absorção (g/cm ²) 0,12	0,10	0,29	3,0
	0,18	0,62	6,9	0h		0,07	0,26	2,5
	0,09	0,56	7,5	24h		0,12	0,37	4,0
	0,12	0,60	7,7	24h		0,10	0,35	4,0
Média	0,15	0,61	7,4		Média	0,10	0,31	3,4

Quadro 05 – Coeficientes de capilaridade das argamassas convencional e estabilizada.

4 | CONCLUSÃO

Partindo do método comparativo ao qual este trabalho se destina, quanto ao índice de consistência, até por ser um parâmetro preestabelecido, as duas argamassas obtiveram boa trabalhabilidade. No que se refere a densidade e o teor de ar incorporado pode-se afirmar que obtiveram resultados iguais.

Já o tempo de pega sofreu grande influência do tempo chuvoso nos dias dos ensaios, uma vez que a pega é retardada pelas baixas temperaturas, pelos cloretos de cálcio e sulfatos, contudo, foi possível constatar a eficiência da argamassa estabilizada em resistir às 36h com boa trabalhabilidade.

Os resultados das resistências à compressão foram conforme o esperado, uma vez que a argamassa estabilizada tendia a ter uma resistência maior que a argamassa convencional. Entretanto, surpreende a proximidade dos valores da tração na flexão, já que se esperava o mesmo padrão que da compressão. Sendo assim, a diferença entre os valores das duas argamassas não torna a tração na flexão um critério fundamental para escolha de determinada argamassa.

A resistência de aderência teve comportamento destacado devido aos valores elevados apresentados para a argamassa convencional, e apesar de ambas argamassas atenderem ao parâmetro normativo e apresentarem boas condições na avaliação tátil/visual, o incorporador de ar como mencionado anteriormente, pode ser o possível fator para a diferença nos valores das resistências.

Enfim, o coeficiente de capilaridade. Hanzic e Ilic (2003, *apud* Silva *et. al.* 2009) dizem que as bolhas microscópicas de ar presentes no interior das argamassas dificultam a ascensão da água pois elas provocam a desconexão dos capilares, em estudos com concreto¹³. Essa afirmativa pode fazer sentido, já que o esperado era uma maior capilaridade da argamassa estabilizada, porém o mesmo não ocorreu e a argamassa convencional apresentou um coeficiente duas vezes maior.

Dado o exposto, ambas argamassas têm propriedades que atendem ao revestimento externo, contudo o tempo de pega é grande o diferencial entre as

argamassas principalmente pelos benefícios atrelados a argamassa estabilizada. Outro ponto observado, principalmente pelo desdobrar do ensaio de tempo de pega, é a necessidade de um método de dosagem para as argamassas, sobretudo que atenda de modo geral, tanto em relação à aplicabilidade, quanto às diferentes regiões do país.

5 | AGRADECIMENTOS

Aos professores que orientaram este trabalho; A Faculdade Área 1 e ao Centro de Pesquisas e Desenvolvimento – CEPED; A Vedacit e a Viapol.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR NM 9: Concreto e argamassa - Determinação dos tempos de pega por meio de resistência à penetração.** Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência.** Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e teto – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13528: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração.** Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15259: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16541: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura para a realização de ensaios.** Rio de Janeiro, 2016.

CALÇADA. L. M. L; Gaio. A. E; Ramos. M. G. **Estudo da influência da dosagem no tempo de início de pega da argamassa estabilizada.** Seminário de Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC, Santa Catarina, 2013.

CASALI. J. M; Neto. A. M; Andrade. D. C; Arriagada. N. T. **Avaliação das propriedades do estado fresco e endurecido da argamassa estabilizada para revestimento.** IX Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Minas Gerais, 2013.

MARCONDES. C. G. **Características e benefícios da argamassa estabilizada.** Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/caracteristicas-e-beneficios-da-argamassa-estabilizada/>>. Acesso em março de 2017.

SILVA. N. G; Collodetti. G; Pichetti. D. Z. C. M; Gleize. P. J. P. **Efeitos do ar incorporado nas propriedades do estado endurecido em argamassas de cimento e areia.** Anais do 51º Congresso Brasileiro de Concreto – CBC2009. Curitiba, 2009.

TREVISOL JR. L. A; Portella. K. F, Bragança. M. O. G. P. **Estudo comparativo entre as argamassas: estabilizada dosada em central, industrializada e produzida em obra por meio de ensaios físicos nos estados fresco e endurecido.** XI Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Porto Alegre, 2015.

HÁ RELAÇÃO ENTRE BAIXOS VALORES DE ÂNGULO DE FASE E DESENVOLVIMENTO DE LESÃO POR PRESSÃO?

Rodrigo França Mota

Universidade Federal Fluminense, Escola de Enfermagem Aurora de Afonso Costa, Niterói – Rio de Janeiro

Barbara Pompeu Christovam

Universidade Federal Fluminense, Escola de Enfermagem Aurora de Afonso Costa, Niterói – Rio de Janeiro

Zenio do Nascimento Norberto

Nutriclínica - Niterói - Rio de Janeiro

Dayse Carvalho do Nascimento

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Hospital Universitário Pedro Ernesto, Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

Michele Pereira da Silva Almeida Xavier

Nutriclínica - Niterói - Rio de Janeiro

Samuel Santos do Nascimento Júnior

Nutriclínica - Niterói - Rio de Janeiro

Ana Paula D'Araújo Borges

Nutriclínica - Niterói - Rio de Janeiro

Dalmo Valério Machado de Lima

Universidade Federal Fluminense, Escola de Enfermagem Aurora de Afonso Costa, Niterói – Rio de Janeiro

Monyque Évelyn dos Santos Silva

Universidade Federal Fluminense, Escola de Enfermagem Aurora de Afonso Costa, Niterói – Rio de Janeiro

Norma Valéria Dantas de Oliveira Souza

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Enfermagem, Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

Rogério Jorge Cirillo Menezes Júnior

Universidade Federal Fluminense, Escola de Enfermagem Aurora de Afonso Costa, Niterói – Rio de Janeiro

Cássio Silva Lacerda

Universidade Federal Fluminense, Escola de Enfermagem Aurora de Afonso Costa, Niterói – Rio de Janeiro

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi avaliar a relação entre baixos valores de ângulo de fase (AF) - medidos pela bioimpedância elétrica - e o desenvolvimento de Lesão por Pressão (LP) em pacientes hospitalizados. Trata-se de um estudo documental, observacional descritivo, retrospectivo, com pacientes hospitalizados. A coleta dos dados foi por meio de registros em prontuário. No grupo avaliado de 11 pacientes, 10 eram acima de 65 anos, e apenas 01 tinha 21 anos de idade. Foram realizadas as médias dos AF, que variaram de 2,09° a 4,53°, com média de 3,18°. De acordo com o teste T independente foi possível observar que as médias do AF de pacientes com LP são menores que o valor referência de 4° (P=0,001). Pacientes que apresentaram LP em mais de uma região apresentaram média de AF de 3,62°, o que não foi diferente significativamente do grupo que apresentou somente uma região com lesão (p=0,011). Diante do que foi exposto,

podemos inferir que baixos valores de AF possivelmente estejam correlacionados à diminuição de integridade celular, e conseqüentemente, abertura de lesões por pressão, já que dos 11 pacientes avaliados que desenvolveram a LP, 10 apresentaram AF abaixo do valor de referência na literatura (4°).

PALAVRAS-CHAVE: lesão por pressão, impedância elétrica, segurança do paciente.

The purpose of the current study was to evaluate low phase angle (PA) values – measured by electrical bioimpedance – against the development of ulcer pressure (UP) in hospitalized patients. It's a documentary, retrospective, observational, descriptive study of hospitalized patients. Data was based in medical records. In the evaluated group of 11 patients, 10 were over 65 years old, and just 01 was 21 years old. The PA average was taken. The PA results varied from 2.09° to 4.53°, with an average of 3.18°. According to the independent T-test, the average PA of patients with UP are smaller than the reference value of 4° (P = 0.001). Patients with UP in more than one region had a PA average of 3.62°, which was not significantly different from the group that had just one region with UP (p = 0.011). As showed, we can infer that low values of PA are probably correlated with the decrease in cell integrity, and, consequently, to the development of UP, as 10 out of 11 patients of the study developed UP and had PA under the reference value found in the literature (4°).

ABSTRACT: pressure ulcer, electric impedance, patient safety.

1 | INTRODUÇÃO

A lesão por pressão (LP) é um dano localizado na pele e/ou nos tecidos moles subjacentes, geralmente ocorre sobre uma proeminência óssea e pode também está relacionada ao uso de dispositivo médico ou de outro artefato. Apresenta-se como uma lesão de pele íntegra ou como úlcera aberta, que pode ser acompanhada ou não por dor. A lesão decorre do resultado de pressão ou de pressão em combinação com cisalhamento do local. A tolerância do tecido mole à pressão e ao cisalhamento pode ainda ser afetada pelo microclima, nutrição, perfusão, comorbidades e pela sua condição (EPUAP, 2014; WUWHS, 2016; MAZZO, 2018).

Foi instituído no Brasil o Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP), com a portaria nº 529, de 1° de abril de 2013, por meio da publicação da Portaria GM nº. 529. Esse programa tem como objetivo geral a contribuição para a qualificação do cuidado em saúde em todo o território nacional (BRASIL, 2013).

“Ainda, para facilitar a implantação, a implementação e a sustentação das ações de Segurança do Paciente nos serviços de saúde, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) publicou a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº. 36 de 25 de julho de 2013. A RDC estabelece a obrigatoriedade de implantação do Núcleo de Segurança do Paciente (NSP) em serviços de saúde, o qual desempenha papel fundamental em todo processo de implantação do Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP). Uma das ações que devem estar previstas no PNSP é aquela voltada para a prevenção de lesões por pressão em serviços de

A lesão por pressão é um evento adverso que merece destaque para o cuidado preventivo. De acordo com o Relatório Nacional de Incidentes Relacionados à Assistência à Saúde, notificados ao Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, no período que compreendeu janeiro de 2014 à julho de 2017, dos 134.501 incidentes notificados, 23.722 (17,6%) corresponderam às notificações de lesões por pressão, sendo, durante este período, o terceiro tipo de evento mais frequentemente notificado pelos NSP dos serviços de saúde do país (BRASIL, 2017).

A Bioimpedância Elétrica (BIE) tem sido um método não invasivo amplamente utilizado para estimar a composição corporal e o estado nutricional em diversas populações de doentes. É considerado um método simples, rápido e não invasivo, de baixo custo que possibilita a sua medição à beira do leito, uma vez que o equipamento é portátil e os resultados são reproduzíveis e rapidamente obtidos facilitando a execução do exame na maioria dos pacientes. A análise da BIE baseia-se na medida da resistência total do corpo à passagem de uma corrente elétrica de baixa amplitude (800 mA) e alta frequência (50 KHz), permitindo avaliar a impedância (Z), a resistência (R), a reatância (Xc) e o ângulo de fase (AF), parâmetros esses que compõe o exame de BIE (BARBOSA-SILVA; BARROS, 2005; KYLE, U.G. et al., 2004).

A resistência reflete a oposição à passagem da corrente elétrica pelo corpo, sendo inversamente proporcional à quantidade de fluidos intra e extra-celulares. No corpo humano, a massa não gorda é altamente condutora, por conter grande quantidade de água e eletrólitos, representando, portanto, um meio de baixa resistência elétrica. Já a massa gorda e os ossos, por apresentarem pequena quantidade de água e eletrólitos, caracterizam-se como maus condutores de corrente elétrica e, como tal, meios de alta resistência (MIRANDA, 2010). A reatância, que por sua vez, é a oposição ao fluxo da corrente elétrica causada pela capacitância, pode ser entendida como um indicador da quantidade de massa celular corporal. Desta forma, encontra-se relacionada com a estrutura e função das membranas celulares, podendo representar uma avaliação funcional, além de morfológica (BAUMGARTNER, 1988; MIRANDA, 2010).

O uso da bioimpedância elétrica ganhou popularidade na avaliação e monitoramento do estado nutricional. A impedância (Z), medida em ohms, é a raiz quadrada da soma dos quadrados da resistência (R) e da reatância (Xc) e é dependente da frequência. A R é a oposição pura de um condutor biológico ao fluxo de uma corrente elétrica alternada, enquanto a Xc é o efeito da resistência devido à capacitância, armazenamento de carga elétrica em um capacitor, produzido pelas interfaces dos tecidos e pelo membranas celulares. A capacitância faz com que a corrente deixe a tensão para trás, criando uma mudança de fase. Essa mudança é quantificada geometricamente como a transformação angular da relação de Xc para R, ou o ângulo da fase (BAUMGARTNER, 1988).

O AF pode ser calculado diretamente da R e da Xc como o arco tangente (Xc / R)

$\times 180^\circ / \pi$. Portanto, o ângulo de fase, por um lado, é dependente da capacitância do tecido (X_c) associada à celularidade, tamanho da célula e integridade da membrana celular, e por outro lado, o comportamento da R , que depende principalmente da hidratação dos tecidos (MIRANDA, 2010; BAUMGARTNER, 1988). O ângulo de fase também tem sido utilizada para prever a massa celular corporal (CCM), por isso, também tem sido utilizada como indicador nutricional em adultos e crianças. O papel da AF tem sido estudado como um indicador de prognóstico e isso pode variar em diferentes condições clínicas (SILVA, 2005; WESTPHAL, 2006).

O AF tende a diminuir com o aumento da idade, visto que este se relaciona com a diminuição da massa muscular e sofre influência da relação de água intra e extracelular, alterações observadas no envelhecimento (FERREIRA, 2015).

Está descrito na literatura que o AF entre pessoas saudáveis pode variar de 4° a 10° e de 5° a 15° (SILVA, 2005; SILVA, BARROS 2005; apud EICKEMBERG, 2011).

2 | OBJETIVO:

Avaliar se há relação entre baixos valores de ângulo de fase medidos pela bioimpedância elétrica e desenvolvimento de Lesão por Pressão em pacientes hospitalizados.

3 | METODOLOGIA

Estudo documental, observacional descritivo, retrospectivo, com pacientes internados em um hospital privado no município de Niterói - Rio de Janeiro. A coleta dos dados foi realizada por meio de registros em prontuário e evoluções dos pacientes no período que compreende 2016 e 2017.

Foram incluídos no estudo os pacientes maiores de 18 anos, com quadro clínico ou cirúrgico, que necessitavam de nutrição enteral ou parenteral, e que desenvolveram LP em algum momento da internação, e realizaram duas ou mais avaliações com bioimpedância elétrica.

E foram excluídos: pacientes amputados, com marca-passos, obesos mórbidos e em hemodiálise.

Considerando o desenvolvimento e o engajamento ético, a presente pesquisa seguiu as recomendações da Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2012).

A pesquisa foi encaminhada e registrada no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal Fluminense sob o número de Parecer nº 2.207.919.

As análises dos ângulos de fase foram obtidas pelo aparelho de Bioimpedância elétrica In Body S10 (Biospace). As localizações das LP foram obtidas pelas evoluções multidisciplinares.

Para as análises estatísticas foi realizado o teste T para uma amostra e ANOVA unidirecional, admitindo-se $\alpha=5\%$.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Após critérios de inclusão e exclusão obtivemos 11 pacientes para análise e discussão, sendo substituídos os nomes dos pacientes por códigos iniciados pela letra E seguido de um número sequencial.

Dos 11 pacientes avaliados 10 eram idosos acima de 65 anos, e apenas 01 era jovem com 21 anos de idade, foi identificado o sexo e a localização da lesão por pressão.

Foram realizadas as médias dos ângulos de fase medidos de cada paciente durante a internação, conforme a tabela abaixo:

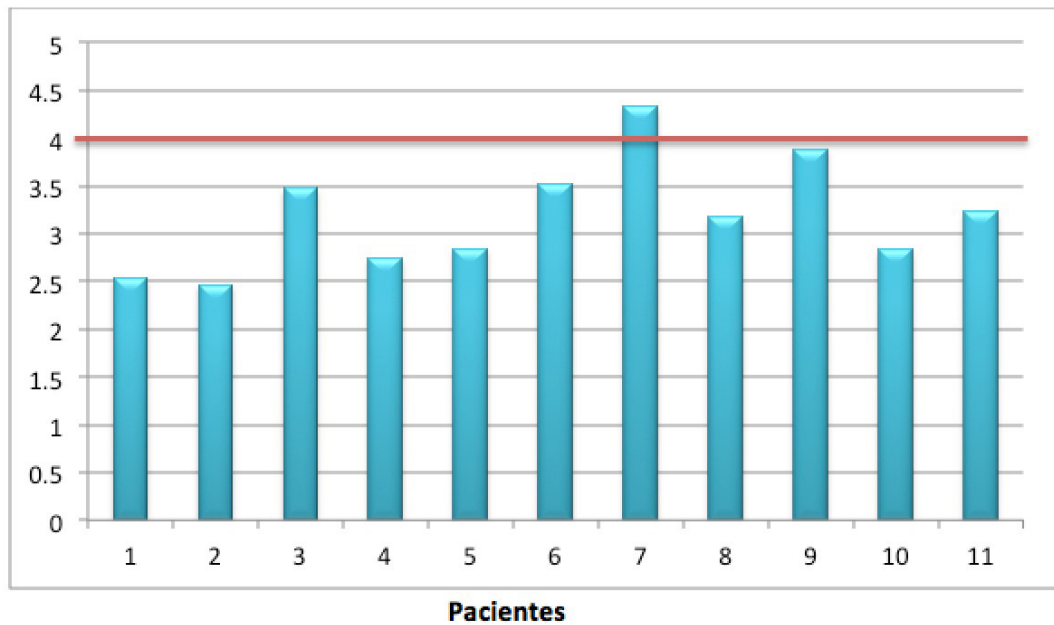
Paciente	Idade	Sexo	LP	AF (1)	AF (2)	AF (3)	AF (4)	AF (5)	AF (6)	AF (7)	Média do AF
E1	83	F	LP Sacra	2,22	2,74	2,62	2,56				2,535
E2	91	F	LP Sacra	2,82	2,09	2,49					2,466666667
E3	88	F	LP Sacra	2,39	2,77	4,38	4,37				3,4775
E4	69	M	LP Sacra	3,32	2,47	3	2,97	3	2,12	2,34	2,745714286
E5	80	M	LP Sacra	3,19	2,65	2,7					2,846666667
E6	74	M	LP Sacra, Trocanter, Calcâneo e Maleolo	4,19	3,66	2,96	3,28				3,5225
E7	21	F	LP Sacra, Interglutea, Calcaneo, Pododáctilo	4,51	4,53	4,28	4,01				4,3325
E8	91	F	LP Sacra e Dorso	3,44	2,9						3,17
E9	84	F	LP Sacra e Membros	3,91	3,86						3,885
E10	66	M	LP Dorsal	2,9	2,76						2,83
E11	94	M	LP Sacra, Trocanter e Bolsa Escrotal	2,8	2,94	3,96					3,233333333

Tabela 1: Análise dos ângulos de fase

Fonte: autores

Após análise de amostra dos 11 pacientes, foi possível identificar que a idade média do grupo estudado gira em torno de 76,45 anos ($\pm 19,59$), sendo 6 (54,5%) do sexo feminino. Os resultados das médias dos AF examinados variaram de 2,09° a 4,53°, com média geral de 3,18° ($\pm 0,55^\circ$).

Média do AF



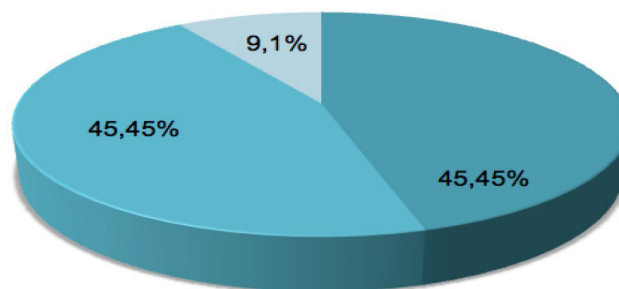
Fonte: Autores

De acordo com a localização das LP dos pacientes, 5 lesões (45,45%) foram exclusivamente na região sacra, 5 (45,45%) localizavam-se na região sacra associado a outras regiões (trocanter, membros, dorso, calcâneo, interglútea, maléolo e pododáctilo), e somente 1 lesão (9,1%) foi exclusivamente na região dorsal.

LOCALIZAÇÃO DAS LESÕES POR PRESSÃO

Localização das LPPs

■ Região Sacra ■ Região Sacra associada a outras regiões ■ Região Dorsal



Fonte: Autores

De acordo com o teste T independente foi possível observar que as médias do AF de pacientes com LP ($3,18^\circ \pm 0,55^\circ$) são menores que o valor referência de 4° ($P=0,001$). Os pacientes que tiveram LP em mais de uma região apresentaram média de AF de $3,62^\circ (\pm 0,43^\circ)$, o que não foi diferente significativamente do grupo que apresentou somente uma região com lesão ($p=0,011$). Sendo assim, podemos inferir que baixos valores de ângulo de fase ($< 4^\circ$) podem está relacionados com o desenvolvimento de LP, seja em uma ou mais regiões do corpo humano, uma vez que

dos 11 pacientes avaliados que desenvolveram as LP, 10 estavam abaixo do valor referência e 1 (E7) estava bem próximo, sendo que este era o único paciente não idoso (21 anos) e por este motivo pode ter apresentado AF de 4,3°.

5 | CONCLUSÃO:

Diante do que foi exposto, podemos inferir que baixos valores de ângulo de fase possivelmente estejam correlacionados à diminuição de integridade celular, e conseqüentemente, abertura de lesões por pressão, pois dos 11 pacientes avaliados que desenvolveram a LP, 10 apresentaram AF abaixo do valor de referência na literatura que seria de 4°, e 1 paciente apresentou valor maior, porém bem próximo do valor referência, possivelmente por ser um paciente de faixa etária diferente dos demais avaliados, o que nos leva a acreditar que uma avaliação do desenvolvimento de lesão por pressão em pacientes mais jovens terão que serem feitas separadamente dos idosos, ou seja, devesse criar um padrão de avaliação das LP usando AF para idosos e outro padrão para os pacientes jovens.

O caráter observacional e retrospectivo do estudo limita, por sua inferioridade metodológica, maiores conclusões, sendo assim, estudos randomizados e controlados são necessários para melhor avaliar se há relação de causalidade entre AF e desenvolvimento de LP.

Sugere-se uma análise prospectiva de pacientes com a inserção de um banco de dados maior para melhor análise da acurácia e sensibilidade do ângulo de fase medido por bioimpedância elétrica para monitorar e/ou prever a evolução das lesões por pressão em pacientes internados.

REFERÊNCIAS

Documento de Consenso da World Union of Wound Healing Societies (WUWHS). **O PAPEL DAS COBERTURAS NA PREVENÇÃO DA LESÃO POR PRESSÃO**. Wounds International, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº. 529, de 1 de abril de 2013. Institui o Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 01 abr. 2013. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt0529_01_04_2013.html> Acesso em: 02 abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Ações para a segurança do paciente em serviços de saúde**. 2018 Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0036_25_07_2013.html> Acesso em 02 abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Nota Técnica. GVIMS/GGTES N° 03/2017. out/2017.

BARBOSA-SILVA, M.C.; BARROS, A.J. Bioelectrical impedance analysis in clinical practice: a new perspective on its use beyond body composition equations. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, England, v. 8, n. 3, p. 311-317, 2005.

BAUMGARTNER, R.N.; CHUMLEA, W.C.; ROCHE, A.F. Bioelectric impedance phase angle and body composition. **Am J Clin Nutr**, United States, v.48, n. 1, p. 16-23, 1988.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução Nº 466, de 12 de dezembro de 2012**. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html. Acesso em: 21 set. 2019.

European Pressure Ulcer Advisory Panel and National Pressure Ulcer Advisory Panel. **Prevention and treatment of pressure ulcers: Quick Reference Guide**. Washington DC: National Pressure Ulcer Advisory Panel; 2014. Disponível em: <http://www.epuap.org/wp-content/uploads/2016/10/portuguese-quick-reference-guide-jan2016.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2019.

EICKEMBERG, M; OLIVEIRA; RORIZ, A.K.C; SAMPAIO. Bioimpedância elétrica e sua aplicação em avaliação nutricional. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 24, n.6, p. 883-893, nov./dez., 2011.

Ferreira, R.C.; Oliveira, A.C.M.; Bastos, E.L.; Barbosa, J.H.P.; Barbosa, L.; Vasconcelos, S.M.L. Ângulo de fase como indicador prognóstico em pacientes com insuficiência cardíaca congestiva. **Rev Bras Nutr Clin**, Porto Alegre, v. 30. n.3. p. 201-205, 2015. Available from: <http://www.braspen.com.br/home/wp-content/uploads/2016/11/04-Ângulo-de-fase-como-indicador-prognóstico.pdf>

KYLE, U.G. et al. Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principles and methods. **Clin Nutr**, England, v. 23, n.5, p. 1226- 1243, 2004.

MAZZO, A. et al. Ensino de prevenção e tratamento de lesão por pressão utilizando simulação. **Esc. Anna Nery**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, e20170182, 2018. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-81452018000100701&lng=en&nrm=iso>. access on 23 Apr. 2019. Epub Dec 07, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/2177-9465-ean-2017-0182>.

MIRANDA, A.A.M. **Ângulo de fase como indicador de prognóstico em doentes críticos com sépsis**. 2010. 74f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Clínica). Universidade do Porto, Porto, 2010.

SILVA, M.C. et al. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. **Am J Clin Nutr**, United States, v.82, n. 1, 2005.

WESTPHAL, A. et al. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. **JPEN J Parenter Enteral Nutr**, United States, v. 30, n. 4, p.309-316, 2006.

Silva, L.M.D.; Caruso, L.; Martini, L.A. Aplicação do ângulo de fase em situações clínicas. **Rev Bras Nutr Clin**. Porto Alegre, v.22, n.4, p.317-321,2007.

SILVA, M.C.; BARROS, A.J. Bioelectrical impedance analysis in clinical practice: a new perspective on its use beyond body composition equations. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, England, v.8, n. 3, p.311-317, 2005.

ASPECTOS JURÍDICOS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E SUA INFLUÊNCIA NO MEIO RURAL

Karina Burgos Anacleto

Bacharel em Direito pela Faculdade Marechal Rondon - FMR de São Manuel - São Paulo.

Marcus Vinícius Contes Calça

Doutorando na Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP de Botucatu - São Paulo.

Matheus Rodrigues Raniero

Mestrando na Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP de Botucatu - São Paulo.

Alexandre Dal Pai

Professor da Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP de Botucatu - São Paulo.

RESUMO: A energia elétrica é um fator determinante para o desenvolvimento econômico e social do país. Tem forte dependência da situação climatológica de cada época do ano, e de outros fatores, que afetam a questão financeira da sociedade em geral. O consumo de energia elétrica nacional obteve retração nos últimos anos, pois é um fator que teve grande impacto financeiro no orçamento de todas as classes da sociedade, causado, principalmente, pela atual conjuntura econômica adversa do Brasil. Essa adversidade atinge também o setor rural, que tem grande dependência da energia elétrica em diversas atividades cotidianas. O objetivo deste estudo é apresentar uma revisão de literatura sintetizada, com foco na adoção de uma medida alternativa de energia

elétrica para suprir necessidades básicas em propriedades rurais. Em uma residência, rural ou urbana, onde o consumo seja em torno de 285 kWh por mês, pode-se obter, a partir de um investimento mínimo de R\$ 13.337,10 uma potência de 324 kWh/mês gerada a partir de um sistema individual de energia solar fotovoltaica, suprimindo a carência e necessidades básicas de propriedades rurais e gerando uma economia de R\$ 153,00 por mês e R\$ 1834,00 por ano.

PALAVRAS-CHAVE: Geração individual de energia solar. Incentivos a energia solar fotovoltaica. Energia solar na agricultura.

ABSTRACT: Electricity is a determining factor for the economic and social development of the country that has a strong dependence on the climatological situation of each season of the year, and other factors that affect the financial issue of society. National electricity consumption has been reduced in recent years, since it has a large financial impact on the budget of all classes of society, caused mainly by the current adverse economic situation in Brazil. This adversity also affects in the rural sector, which has great dependence on electricity in various daily activities. The aim of this paper is to present a review of literature, focusing on the adoption of an alternative measure of electric energy to supply basic needs in rural properties. In a residence, rural or urban, where the consumption is around

285 kWh per month, from a minimum investment of R\$ 13,337.10 a power of 324 kWh/month generated from a system individual solar photovoltaic energy, supplying the basic needs and needs of rural properties and generating savings of R\$ 153.00 per month and R\$ 1834.00 per year.

KEYWORDS: Individual generation of solar energy. Incentives to photovoltaic solar energy. Solar energy in agriculture.

1 | INTRODUÇÃO

No cenário atual do país, a sociedade vem compartilhando de uma crise financeira que se propaga a cada dia, comprometendo a renda familiar aos itens básicos de sobrevivência, tais como alimentação, saúde, educação e moradia. Em muitos desses itens verifica-se que os tributos estão cada vez mais presentes, o que dificulta sua garantia para as famílias brasileiras. A energia elétrica é um dos itens que obtiveram retração no consumo nos últimos anos, pois teve grande impacto financeiro no orçamento de todas as classes da sociedade, causado, principalmente, pela atual conjuntura econômica adversa do Brasil (EPE, 2017).

No tocante a energia elétrica, fator determinante para o desenvolvimento econômico e social do país, se tem uma forte dependência da situação climatológica de cada época do ano, e de outros fatores, que afetam a questão financeira da sociedade. Em épocas chuvosas pode ocorrer a cheia dos reservatórios das hidrelétricas, e em épocas de seca, os níveis dos reservatórios são baixos, por esta razão, a conta de energia tem um acréscimo. Além do fato de que em determinados lugares do país a energia elétrica ainda não é acessível para a sociedade, principalmente em propriedades rurais demasiadamente afastadas de centros urbanos (ANEEL, 2008).

A energia elétrica é um item de grande importância na produção rural, e tem impacto significativo no desenvolvimento do agronegócio e da sociedade do campo. Nesse ponto de vista é importante o aproveitamento de fontes energéticas renováveis em atividades agrícolas, apesar da baixa expressividade que possuem na matriz energética brasileira (EPE, 2017). A energia solar, eólica e biomassa, são fontes sustentáveis que tem cada vez mais representatividade no meio rural. A biomassa tem originado benefícios em regiões de produção agrícola, através de empregos, no aumento da qualidade de vida e na redução do êxodo rural. A energia solar tem expectativa de expansão na zona rural, prevendo o atendimento de demandas energéticas a comunidades carentes e distantes de redes de distribuição de energia, por meio de sistemas de geração descentralizada e individuais (ANEEL, 2008).

Com a problemática apresentada, o objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão de literatura sintetizada, com foco na adoção de uma medida alternativa de energia elétrica em propriedades rurais. Foi analisado o custo de aquisição de placas fotovoltaicas com foco na geração individual de energia, focando na economia mensal e anual por meio, colaborativamente foram apresentados benefícios e contrapostos

a curto e longo prazo, apontando como a legislação brasileira trata desse tema na atualidade.

2 | DESENVOLVIMENTO DO ASSUNTO

2.1 Energia Solar Fotovoltaica

Nos tempos atuais pode-se perceber que a demanda de energia elétrica está em constante desenvolvimento, pois para um maior conforto e comodidade de todos, esta deve sempre estar em pleno funcionamento e disponibilidade para a sociedade. No campo da ciência e tecnologia é perceptível a busca por fontes de energias limpas e renováveis para que assim ela nunca possa se tornar escassa e seja gerada de forma menos prejudicial para o meio ambiente. Dentre as várias formas de energia renovável, pode-se citar a energia solar fotovoltaica, a qual é tema deste estudo.

A energia solar é aquela que deriva da radiação solar, a qual é captada pelos painéis solares que são formados por células fotovoltaicas, e desta forma à transforma em energia elétrica para ser utilizada em residências e até mesmo nos campos pelos agricultores (MENDES; JÚNIOR-ERTHAL; HOSKEN, 2013). Radiação solar é a energia proveniente do sol que incide sobre a superfície terrestre através de um fenômeno de natureza eletromagnética, que se propaga por meio de movimentos ondulatórios (IQBAL, 1983; VAREJÃO-SILVA, 2006; PEREIRA et al, 2017). Colaborativamente a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, traz a sua definição do que vem a ser a energia solar fotovoltaica:

"A conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O primeiro caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, em condições específicas. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio do uso de células solares." (ANEEL, 2008, p. 29).

Diferentemente da energia provinda das hidrelétricas, gerada pelo potencial hidráulico de rios, e que demanda de grande espaço territorial, as placas solares fotovoltaicas necessitam também de um espaço físico, porém bem menor, pois geralmente são instaladas nos telhados residências. Isto se dá para que se possa obter um melhor aproveitamento e captação da luz solar, não destruindo o solo e nem contaminando rios. Atitude que colabora para a diminuição do impacto negativo no meio ambiente (MENDES; JÚNIOR-ERTHAL; HOSKEN, 2013).

O grande impasse para a aquisição da energia solar fotovoltaica é o alto custo de uma placa por conta dos elevados tributos que são impostos pelo governo. Porém, o retorno financeiro vem gradualmente com o decréscimo no valor da conta de energia ao longo dos anos (SILVA et al., 2016). Neste sentido, um sistema individual de geração de energia solar fotovoltaica deve ser avaliado no intento de suprir as necessidades

energéticas de produtores rurais, no que se refere a alimentação elétrica de sistemas automatizados de controle de culturas, a redução de custos no consumo de energia elétrica em residências do meio rural e até mesmo a geração de energia elétrica onde não há rede distribuidora (ANEEL, 2008; FERREIRA; FORTES, 2014).

Uma experiência foi realizada com objetivo de fornecer maior subsídio ao produtor rural, e a sociedade em geral, na adoção da geração individual da energia solar fotovoltaica. Orçamentos de três empresas distintas que comercializam equipamentos para geração de energia solar fotovoltaica foram analisados (Figura 1), apresentando a quantidade produzida de kWh antes e depois da instalação do sistema de geração. As informações prestadas foram retiradas de uma conta de energia elétrica de uma residência familiar, onde o consumo mensal foi com base no mês de agosto de 2018. Pode-se observar um aumento significativo desses valores. A coluna “Antes da Solar” mostra o quanto o consumidor utilizou durante um mês, e a coluna “Depois da Solar” mostra o quanto foi produzido de energia com as placas solares fotovoltaicas. Desta forma, ao adquirir o uso dessa fonte de energia renovável, toda a energia que não for consumida, poderá ser armazenada na rede elétrica (caso esteja próximo de sua propriedade rural), onde o consumidor fará a compensação de energia conforme sua necessidade.

Empresas	Antes da Solar	Depois da Solar	Economia Mensal	Economia Anual	Valor do Investimento
Empresa 1	285 kWh	373 kWh	R\$ 243,77	R\$ 2.925,24	R\$ 16,789,99
Empresa 2	285 kWh	411 kWh	R\$ 288,78	R\$ 3.465,36	R\$ 21.300,00
Empresa 3	285 kWh	324 kWh	R\$ 152,75	R\$ 1.833,00	R\$ 13.337,10

Tabela 1 - Análise do consumo em kWh e economia do sistema solar fotovoltaico

Fonte: Pesquisa direta dos autores, 2018.

Na coluna “Economia Mensal” e “Economia Anual” demonstra o quanto o consumidor irá economizar na sua conta de energia com o equipamento de cada empresa, podendo assim fazer uma comparação entre as mesmas e ver a que lhe traz o melhor custo benefício. Desta forma, pode-se perceber que além da produção de energia necessária para que não falte para o consumidor em uma residência familiar, ainda dá para armazenar a energia excedente e assim ter uma economia maior no fim do mês.

2.2 Aspectos Jurídicos

Quando se trata de economia que pode modificar o cenário do país, esta deve sempre estar ligada a uma legislação, e na questão da energia elétrica não é diferente, pois a Constituição Federal de 1988 prevê que a energia é um bem exclusivo da

União e somente a ela compete legislar sobre tal assunto, conforme expresso no artigo 22, inciso IV da Constituição Federal (SILVA et al., 2016).

Existe no ordenamento jurídico alguns incentivos quanto a aquisição da energia solar fotovoltaica e programas de financiamento, dentre eles pode-se encontrar os seguintes estímulos na obtenção dessa fonte de energia:

- O Programa Luz para Todos, o qual decorre da instalação de painéis solares em unidades consumidoras que não possuem acesso à energia elétrica, por meio de um sistema fotovoltaico isolado;
- A Resolução Normativa da Aneel nº 488, de 15 de maio de 2002, a qual estabelece as condições para a revisão dos planos de globalização dos serviços quanto a distribuição de energia elétrica no meio rural;
- A Resolução Normativa da Aneel nº 493, de 5 de junho de 2012, a qual define quais são os procedimentos e condições para o fornecimento por meio do Sistema de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente (SIG-FI) ou Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica (MIGDI).
- Condições Diferenciadas de Financiamentos pelo banco BNDES, na qual estimula a obtenção da energia elétrica, com geração a partir da biomassa, hidrelétricas e outras fontes renováveis, as quais podem obter o financiamento com baixa taxa de juros e um prazo de amortização de até 20 (vinte) anos. Permitindo condições especiais para a fonte solar no Leilão de Energia de Reserva, inclusive para apoiar a produção de equipamentos no país;
- A Caixa Econômica Federal - CEF, tem um financiamento que permite que a pessoa física faça a aquisição de equipamentos para microgeração, podendo pagar o financiamento em até 240 (duzentas e quarenta) parcelas mensais no máximo, a uma taxa mensal de juros que terá variação de 1,4% mais Taxa Referencial (TR) a 2,33%. No ano de 2014 foram incluídos equipamentos de energia fotovoltaica e aerogeradores como equipamentos financiáveis através do Construcard.

2.3 Energia Solar na Agricultura

O acesso à energia elétrica ainda é muito distante para uma parte da sociedade, sendo que uma porção da população ainda vive sem qualquer fonte de energia, e grande parte disso se encontra na área rural. A instalação da energia elétrica demanda um alto custo, por mais que seja garantido na legislação vigente, esse serviço é privado e muitas vezes o consumidor não tem as condições financeiras necessárias para sua instalação e utilização. O setor rural possui grande capacidade para o uso das fontes renováveis de energia, em função da disponibilidade de recursos e dos potenciais que beneficiam a atividade econômica local, juntamente com o alto custo

de abastecimento via extensão da rede elétrica (WALTER, 2003).

Na produção rural é necessário o uso da energia em diversos fatores, como exemplo para os produtores rurais no bombeamento de água, eletrificar cercas para impedir a passagem de animais e pessoas não desejadas, na iluminação da propriedade, seja na residência familiar ou até mesmo por toda a extensão da propriedade. Apesar da carência e da diversificação dos empregos que se tem a energia elétrica no meio rural, sua produção por meio da energia solar fotovoltaica se torna cada vez mais onerosa e inviável, pois o retorno financeiro com sua produção e o uso da energia é muito custoso para o produtor rural (WALTER, 2003). A perspectiva evidencia ainda mais a importância de incentivos governamentais no tocante a geração individual de energia solar fotovoltaica para produtores rurais no Brasil.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo, com propósito de revisão bibliográfica, visou buscar informações detalhadas sobre a geração individual de energia solar fotovoltaica, e como essa pode ser aplicada na área rural. Uma análise de custos, com base no consumo mensal de 285 kWh (residência familiar), foi desenvolvida por meio da obtenção de orçamentos de três diferentes fornecedores. A análise destacou que quanto maior o investimento, maior a economia futura de energia, com um valor R\$ 21.300,00 para o investimento mais custoso poderá ser obtido um potencial de 411 kWh/mês, gerando uma economia de aproximadamente R\$ 290,00 por mês. Já com um valor mais baixo de investimento, de aproximadamente R\$ 13.340,00 poderá ser obtido um potencial de 324 kWh/mês com uma economia mensal de aproximadamente R\$ 153,00.

Neste sentido dados e informações relevantes da literatura científica e jurídica foram organizados, junto de uma simulação orçamentaria para instalação de um sistema individual de geração de energia solar fotovoltaica, demonstrando que, apesar do recente desenvolvimento na área de energia solar e de incentivos jurídicos, pode-se ter bons valores de investimentos, atendendo as necessidades básicas de uma residência em propriedades rurais. O estudo até o momento prevê que um sistema individual de geração de energia solar poderá contribuir na economia para os agricultores, utilizando a energia gerada em sua residência e nas demais dependência e atividades da propriedade rural.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3 ed. Brasília: ANEEL, 2008. Acesso em: 23 set. 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2O91wRu>>.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, Senado, 1998.

BRASIL. Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 53, 19 abr. 2012. Seção 1. Disponível em: <<https://bit.ly/2jtPNxt>>. Acesso em: 5 set. 2018.

BRASIL. Resolução Normativa nº 488, de 15 de maio de 2012. Estabelece as condições para revisão dos planos de universalização dos serviços de distribuição de energia elétrica na área rural. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 103, 19 abr. 2012. Seção 1. Disponível em: <<https://bit.ly/2Q3eYDQ>>. Acesso em: 5 set. 2018.

BRASIL. Resolução Normativa nº 493, de 5 de junho de 2012. Estabelece os procedimentos e as condições de fornecimento por meio de Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica - MIGDI ou Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente - SIGFI. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 61, 05 nov. 2012. Seção 1. Disponível em: <<https://bit.ly/2N0dkkn>>. Acesso em: 5 set. 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017: ano base 2016**. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 2017. Acesso em: 03 set. 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2HzO0nt>>.

FERREIRA, V. H.; FORTES, M. Z. Energia Solar Fotovoltaica: Uma Aplicação na Irrigação da Agricultura Familiar. **Sinergia**, v. 15, n. 4, p. 311-318, dez. 2014.

IQBAL, M. **An Introduction to Solar Radiation**. Ontario: Academic Press Canada, 1983, 390 p.

PEREIRA, E. B. et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2 ed., São José dos Campos: INPE, 2017, 79 p.

MENDES, L. F. R.; JÚNIOR-ERTHAL, M.; HOSKEN, L. A. L. Seleção de sistema de fornecimento de energia elétrica para propriedades rurais litorâneas localizadas no Norte do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Eletrônica Produção & Engenharia**, v. 4, n. 1, p. 338-345, jun. 2013.

SILVA, L. G.; et al. Análise de viabilidade econômica entre o uso de energia em grid e a solar no sertão paraibano. **Energia na Agricultura**, v. 31, n. 1, p. 89-96, mar. 2016.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital 2, Recife: 2006, 449 p.

WALTER, A. **Fomento à geração elétrica com fontes renováveis de energia no meio rural brasileiro: barreiras, ações e perspectivas...** In: Encontro de Energia no Meio Rural, v. 3, 2000. Acesso em: 20 set. 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2xCLFB7>>.

SOBRE O ORGANIZADOR

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

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura de precisão 162

Aprendizagem 7, 74, 93

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

Argamassa estabilizada 242

Automação 103, 162, 179

B

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

C

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

Criptomoeda 194

D

DCCA 185, 186, 187, 188, 190

Deficiência 150, 151, 154, 155, 161

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

E

Elementos Finitos 126, 138

Energia solar na agricultura 256

Ensino-aprendizagem 65

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

Etnociência 38

F

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

G

Geração individual de energia solar 256

H

HCFC 214

Hospitalização 77, 78

I

Inovação 2, 5, 65, 140, 180, 246

Internet das coisas 162

L

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

Lúdico 77, 79, 81

M

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

MCC 139, 141, 142, 148

Microfresamento 116

Monitoramento 140, 142

O

Otimização 136

P

Professor 15, 256

S

Sensores 162

Simulação numérica 126, 130, 138

T

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

Tolerâncias 116

Trânsito 170

Tratamento 77

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



9 788572 475617