

**Elói Martins Senhoras**  
(Organizador)

# Políticas públicas

para ciência, tecnologia e inovação 2



**Elói Martins Senhoras**  
(Organizador)

# Políticas públicas

para ciência, tecnologia e inovação 2



**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Dr. Alexandre de Freitas Carneiro – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Ana Maria Aguiar Frias – Universidade de Évora

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa



Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadilson Marinho da Silva – Secretaria de Educação de Pernambuco  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal do Paraná  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lucicleia Barreto Queiroz – Universidade Federal do Acre  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Universidade do Estado de Minas Gerais  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Marianne Sousa Barbosa – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso  
Prof. Dr. Pedro Henrique Máximo Pereira – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins



## Políticas públicas para ciência, tecnologia e inovação 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Elói Martins Senhoras

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P769 Políticas públicas para ciência, tecnologia e inovação 2 /  
Organizador Elói Martins Senhoras. – Ponta Grossa -  
PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0344-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.449222906>

1. Tecnologia. I. Senhoras, Elói Martins (Organizador).

II. Título.

CDD 601

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

O objetivo desta obra é apresentar a riqueza existente nos estudos de Ciência, Tecnologia e Inovação a partir de uma abrangente agenda de estudos que valoriza a pluralidade temática, metodológica e teórica para analisar a realidade empírica, partindo do ambiente escolar até se chegar ao meio empresarial.

A proposta implícita nesta obra valoriza a pluralidade teórica e metodológica por meio de um trabalho coletivo de pesquisadoras e pesquisadores de distintas formações acadêmicas e expertises, o que repercutiu em uma rica oportunidade para explorar as fronteiras do conhecimento sobre a Ciência, Tecnologia e Inovação.

Escrito por um conjunto diversificado de profissionais brasileiros advindos de diferentes estados macrorregiões do país, o presente livro expressa uma rica pluralidade de agendas de pesquisas construídas em diferentes instituições de ensino e pesquisa públicas e privadas e com base em distintas realidades e experiências.

O livro oferece um total de doze capítulos que abordam distintas realidades empíricas, por meio de estudos de caso que possibilitam um olhar multidisciplinar sobre temas relevantes sobre Ciência, Tecnologia e Inovação a partir das contribuições analíticas advindas dos campos epistemológicos de Educação, Administração e Engenharia de Produção.

Com base nas discussões e resultados obtidos nesta obra, uma rica construção epistemológica sobre Ciência, Tecnologia e Inovação fundamentada em relevantes análises de estudos de casos que corroboram para a produção de novas informações e conhecimentos sobre a realidade da escola à empresa.

A indicação deste livro é recomendada para um extenso número de leitores, uma vez que foi escrito por meio de uma linguagem fluída e de uma abordagem didática, acessível, tanto para um público leigo não afeito a tecnicismos, quanto para um público especializado de acadêmicos ou de profissionais que lidam com Ciência, Tecnologia e Inovação.

Excelente leitura!

Elói Martins Senhoras




## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

A IMPORTÂNCIA DO CLIMA ORGANIZACIONAL PARA UMA GESTÃO EFICAZ DA ESCOLA

Dirceu Fernando Belotto

Rosimeire Martins Régis dos Santos


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4492229061>

### **CAPÍTULO 2..... 16**

CULTURA POPULAR E EDUCAÇÃO POPULAR: UM OLHAR PARA O SISTEMA EDUCACIONAL DE JOVENS E ADULTOS ABARCADO PELO EDUCADOR PAULO FREIRE

Renata Maria Oliveira Mendes


Antônio Carlos Frasson

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4492229062>

### **CAPÍTULO 3..... 27**

NÍSIA FLORESTA E A LUTA PELA EDUCAÇÃO FEMININA

Bárbara Lúcia Takei Barbieri Azevedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4492229063>


### **CAPÍTULO 4..... 40**

PERCEPÇÕES SOBRE A PROGRAMAÇÃO E A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO POTENCIAIS GERADORA DE SITUAÇÕES DIDÁTICAS

Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos

Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro

Jussara Rodrigues Ciappina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4492229064>


### **CAPÍTULO 5..... 58**

A SEMIÓTICA PEIRCEANA, OS NÍVEIS DE COMPREENSÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO E AS MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES: UM ESTUDO ENVOLVENDO OS TRÊS REFERENCIAIS E O CONTEÚDO SOLUBILIDADE QUÍMICA

Maysa de Fátima Moraes Frauzino

Elaine da Silva Ramos

Carlos Eduardo Laburú

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4492229065>


### **CAPÍTULO 6..... 70**




DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÃO IOT PARA SENSORIAMENTO HÍDRICO EM TEMPO REAL

Jorge Otta Júnior

Leandro Augusto de Carvalho

Pedro Luiz de Paula

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4492229066>

|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPÍTULO 7.....</b>  | <b>88</b>  |
| UMA APLICAÇÃO DE RANDOM SURVIVAL FORESTS NA AVALIAÇÃO DE DADOS DE FALHA DE BOMBAS CENTRÍFUGAS SUBMERSAS   |            |
| Ricardo de Melo e Silva Accioly   |            |
| Rafael de Olivaes Valle dos Santos  |            |
|  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.4492229067">https://doi.org/10.22533/at.ed.4492229067</a>     |            |
| <b>CAPÍTULO 8.....</b>  | <b>102</b> |
| RESEARCH OF 3D PRINTING TECHNIQUES WITH METALS  |            |
| Rômulo da Costa Delmondes   |            |
| Marcelo Antonio Adad de Araújo  |            |
|  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.4492229068">https://doi.org/10.22533/at.ed.4492229068</a>     |            |
| <b>CAPÍTULO 9.....</b>  | <b>119</b> |
| APLICAÇÃO DE REDES NEURAIS CONVOLUCIONAIS EM LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA  |            |
| Milena Lucas dos Santos   |            |
| Fabiana Frata Furlan Peres  |            |
| Valéria Nunes dos Santos  |            |
| Claudio Roberto Marquette Mauricio  |            |
|  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.4492229069">https://doi.org/10.22533/at.ed.4492229069</a>     |            |
| <b>CAPÍTULO 10.....</b>   | <b>132</b> |
| O TRABALHO DE CATADORES DE MATERIAL RECICLADO COMO INSTRUMENTO PARA SENSIBILIZAR A PARTICIPAÇÃO NA COLETA SELETIVA  |            |
| Paola de Cassia Ferreira Borges   |            |
| Rosemari Castilho Foggiatto Siveira   |            |
|  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.44922290610">https://doi.org/10.22533/at.ed.44922290610</a>  |            |
| <b>CAPÍTULO 11.....</b>   | <b>144</b> |
| PREVALÊNCIA DA SÍNDROME DE BURNOUT ENTRE PROFISSIONAIS DE SAÚDE QUE ATUAM EM UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA  |            |
| Vanessa Paula da Silva Oliveira   |            |
|  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.44922290611">https://doi.org/10.22533/at.ed.44922290611</a> |            |
| <b>CAPÍTULO 12.....</b>   | <b>155</b> |
| A GESTÃO FINANCEIRA E SUA IMPORTÂNCIA NAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS  |            |
| Edivaldo Braga de Oliveira  |            |
| Gabriel Babichi Siqueira  |            |
| Moises da Silva Martins   |            |
|  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.44922290612">https://doi.org/10.22533/at.ed.44922290612</a> |            |
| <b>SOBRE O ORGANIZADOR .....</b>  | <b>167</b> |
| <b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>  | <b>168</b> |

# CAPÍTULO 1

## A IMPORTÂNCIA DO CLIMA ORGANIZACIONAL PARA UMA GESTÃO EFICAZ DA ESCOLA

Data de aceite: 01/06/2022

### Dirceu Fernando Belotto

Licenciado em Filosofia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS e pós-graduado em Gestão Escolar pela Universidade Católica Dom Bosco, UCDB  
<http://lattes.cnpq.br/5603325760733538>

### Rosimeire Martins Régis dos Santos

Professora orientadora deste trabalho. Graduada em Formação de Professores e Pedagogia. Mestre e Doutora em Educação pela Universidade Católica Dom Bosco (UCDB)  
<http://lattes.cnpq.br/0525681433425154>

Trabalho de Conclusão do Curso de Pós-graduação *lato Sensu* em Gestão Escolar da Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2015.

**RESUMO:** A gestão de pessoas tem demonstrado ser uma das mais importantes ferramentas de gestão no mundo moderno. Preterida por muitos, tem demonstrado ser fator decisivo para o sucesso das organizações especialmente nas instituições prestadoras de serviços. Destarte, a escola é um dos ambientes em que o desafio da gestão de pessoas assume uma importância estratégica que vai além dos muros da escola e do qual depende o seu sucesso ou fracasso. Por isso, por meio de um estudo bibliográfico com abordagem qualitativa, apresentamos neste breve artigo alguns conceitos fundamentais e propomos alguns passos e atitudes chaves

para desenvolver um bom clima e cultura organizacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** 1 Gestão de Pessoas. 2 Clima Organizacional. 3 Cultura organizacional.

### THE IMPORTANCE OF THE ORGANIZATIONAL CLIMATE FOR EFFECTIVE SCHOOL MANAGEMENT

**ABSTRACT:** People management has proven to be one of the most important management tools in the modern world. Even though it is overlooked by many, it has been proving to be a decisive factor for the success of organizations, especially in service providers. Thus, the school is one of the environments where the challenge of managing people assumes a strategic importance that goes beyond the walls of the school and on which success or failure of the school depends. Therefore, through a bibliographic study and a qualitative approach, we present in this brief paper some fundamental concepts and we propose some steps and attitudes to develop a good organizational climate and culture.

**KEYWORDS:** 1 Personal Management. 2 Organizational Climate. 3 Organizational culture.

## 1 | INTRODUÇÃO

No mundo contemporâneo em que as relações estão cada vez mais virtualizadas e líquidas tendemos muitas vezes a cultivar relações cada vez mais superficiais e com vínculos muito fragilizados. Isso se reflete também na maneira das pessoas se

relacionarem com as instituições e nas relações interpessoais que se desenvolvem no interior delas.

Por isso, um dos grandes desafios do setor de Gestão de Talentos (Recursos Humanos) é o de propiciar um clima institucional favorável para o desenvolvimento de relações saudáveis entre colaboradores e instituição e destes entre si; e, deste modo, contribuir para o sucesso da instituição e a satisfação pessoal de seus colaboradores na medida em que se sentem parte do grupo de pessoas que compõem determinada instituição (sentido de pertença e criação de vínculos).

Uma escola que possua um bom clima organizacional tem por isso um grande diferencial frente as demais instituições podendo alcançar seus objetivos com maior eficiência e sucesso.

Tendo isso presente, nosso breve trabalho pretende elucidar de modo sintético os (1), fundamentos teóricos e contextos do clima organizacional, apresentado de um modo geral os principais elementos que devem ser considerados para resultados práticos eficazes e sólidos. Em seguida, pretendemos apresentar também alguns (2), desafios que consideramos importantes para alcançar um bom clima organizacional no ambiente escolar. E, ao final, sugerir algumas pistas de (3), um caminho possível para um Gestão Escolar geradora de um clima organizacional que favoreça a conquista de resultados consistentes para o sucesso da Escola, de seus colaboradores e de seus alunos.

## **2 | FUNDAMENTOS TEÓRICOS E CONTEXTOS DO CLIMA ORGANIZACIONAL**

O estudo ao qual nos propomos encontra sua fundamentação no arcabouço teórico da gestão de pessoas. Deste modo, vale destacar que desde a década de 80<sup>1</sup> com o surgimento dos primeiros programas de planejamento estratégico a gestão de pessoas passou a ser melhor reconhecida como uma “ferramenta” importante para que uma empresa alcançasse seus objetivos com melhor qualidade e eficiência. Nesse momento figuras como o Gerente de Recursos Humanos passaram a ganhar destaque dentro do organograma das empresas. (Cf. PIMENTA, s/d, p. 06).

Dentro deste prisma podemos dizer em primeiro lugar, quando se fala de clima organizacional, estamos falando de Gestão de Pessoas ou como tem-se apresentado nos textos mais recentes como “Gestão de Talentos”<sup>2</sup>.

---

1 O caminho para a compreensão da gestão de pessoas percorreu um longo caminho desde a década de 30. Assim, gostaríamos de destacar as várias fases desse percurso: fase contábil, na qual a mão de obra era “comprada (antes de 1930); fase legal, destaca-se o surgimento das leis trabalhistas (1930 a 1950); fase tecnicista, focada em treinamento, recrutamento e seleção, cargos e salários, higiene e segurança no trabalho, benefícios (1950 a 1965); fase administrativa, com foco nos indivíduos e suas relações: sindicatos, sociedade (1965 a 1985) e, por fim, a fase estratégica, focada nos colaboradores e em integrar sistemas de suporte (1985 até hoje).

2 Posteriormente a escrita desse artigo se passou também a falar sobre Gestão Humanizada das empresas, método pelo qual as empresas procuram humanizar os seus processos visando valorizar o “capital humano”, uma vez que demissões e contratações frequentes custam caro. De outro lado, um clima organização organizacional saudável e equipes satisfeitas diminui muito esses custos. Podemos dizer que investir na gestão de talentos contribuiu para o fortalecimento das organizações e, conseqüentemente, para o seu sucesso.

No campo da Gestão de Pessoas um tema de grande relevância estratégica é o clima e a cultura organizacional de uma empresa. Os aspectos organizacionais para a gestão estratégica de pessoas têm grande importância dentro do contexto das organizações. Por isso, segundo Knapik, “é importante que a área de gestão de pessoas conheça bem a estrutura da organização, seu ambiente de trabalho, suas crenças, valores, missão e visão, o clima de trabalho e a cultura empresarial, para que se possa gerenciar os talentos aí presentes e proporcionar um ‘engajamento’ entre empresa e colaboradores” (KNAPIK, 2012, p. 17).

Destarte, fica claro que um dos fatores de grande importância para um bom clima organizacional é, a nosso ver, a busca pelo *bem viver* do professor. Nesse sentido, podemos dizer que os recursos humanos são uma questão fundamental para o sucesso de qualquer instituição e muito mais em uma escola. Conforme Bazarra (2008),

Os recursos humanos são, sem dúvida, o valor distintivo de toda organização; o melhor termômetro do estado de uma escola é ver como se trabalha nela. O sucesso na conquista dos objetivos é proporcional ao grau de comprometimento dos educadores no seu trabalho e somente um profissional motivado é capaz de se comprometer com ele (BAZARRA, 2008, p. 117).

Assim, nossa tese é que um bom clima organizacional e uma boa compreensão da cultura organizacional da escola favorecem um maior comprometimento e motivação por parte dos professores o que resulta em melhores resultados. Em tese de mestrado elaborada por Pinheiro (2011) o clima organizacional aparece com um dos fatores diferenciados da escola pesquisada em relação a outras com menor desempenho:

O clima organizacional (chamado nesta dissertação de ambiente psicossocial) é outro fator que é parte intrínseca da escola salesiana e que realmente mostrou ser um diferencial de outras escolas em que os professores entrevistados trabalham (PINHEIRO, 2011, p. 121)

A cultura organizacional de uma escola se constitui assim de uma série de variáveis envolvendo tanto aspectos pessoais quanto da escola. Cada indivíduo possui a sua personalidade, a sua motivação interna, a sua cultura e costumes, a sua percepção e os valores em que acredita. Assim também, a escola possui variáveis como o ambiente de trabalho, as recompensas e punições e o grau de confiança que a instituição deposita em sua equipe (cf. KNAPIK, 2012, p. 17). Porém, tudo perpassa as pessoas, pois mesmo a instituição é um conjunto de percepções das pessoas que a dirigem como bem define Knapik (2012, p. 17), “as pessoas se adaptam aos ambientes, exercem influências sobre eles ou os modificam, são os alicerces da organização e por isso têm um papel importante no clima e na cultura organizacional”.



Fonte: Knapik (2012, p. 17).

Nenhuma instituição independentemente da época em que tenha surgido nasceu “por si”, mas da vontade das pessoas. Assim, também a continuidade das instituições se dá por meio de outras pessoas que ao longo do tempo vão se inserindo nesta ou naquela instituição, pois identificam-se com o “sonho original” ou com os valores que a instituição construiu ao longo de sua existência. Sendo assim, a pessoas ao trazerem para dentro da instituição tudo aquilo que pessoalmente as move, não apenas renovam as forças no objetivo comum ali representado, como também podem renová-lo ou mesmo destruí-lo caso não se identifiquem com os valores ali representados.

Por isso, sintonia ou a “sinergia” entre os valores pessoais e institucionais se refletirá na cultura e no clima organizacional da empresa. Devemos considerar que as pessoas tendem a formar grupos, esses grupos tendem a ter uma força interna e motora de tal maneira a determinar os rumos – positivos ou negativos – de uma instituição. Daí a importância de uma gestão que esteja atenta aos anseios dos grupos de colaboradores de modo a oportunizar ações para que tanto o indivíduo, quanto os grupos, possam estar cada vez mais sintonizados com os valores da instituição e ao mesmo tempo respeitar e até mesmo integrar aos valores da instituição aquilo que cada indivíduo ou grupo tem a oferecer.

Esse movimento, porém, não é simples. Exige flexibilidade tanto das estruturas da instituição, quanto do próprio indivíduo. Pois, em certo sentido, um depende do outro para alcançar seus objetivos. O que, todavia, não é fácil, uma vez que tanto o indivíduo, quanto a instituição entendida como grupo de indivíduos, costumam sedimentar certas crenças nem sempre facilmente transformadas, substituídas ou renovadas. Uma crença, por exemplo, pode ser o modelo de gestão adotado pela instituição que não responde mais no presente como no passado. Um novo indivíduo ou grupo formados recentemente podem oferecer a instituição novas visões nem sempre aceitas por ela. O contrário também pode ocorrer. A instituição propõe mudanças que os indivíduos têm dificuldades de aceitar. Numa escola, por exemplo, em que são propostas metodologias ativas que fomentem a aprendizagem a partir da resolução de problemas utilizando a tecnologia, pode não ser bem aceita pelo docente que foi formado com uma outra forma de ensinar.

Em ambas as situações estão implicados, dentre outros fatores, o medo de transgredir não tanto os valores, mas as crenças de como tornar esses valores significativos no cotidiano da instituição e naquilo que ela oferece à sociedade.

Por isso, é importante compreender que as pessoas se adaptam aos ambientes exercendo sobre eles influências e por isso tem um papel fundamental para um bom clima e cultura organizacional. A partir disso se pode estabelecer estratégias de gestão de pessoal que deem sentido aos anseios pessoais e institucionais de modo a favorecer um ambiente saudável para se trabalhar e conviver.

## 2.1 Clima e cultura organizacional

Para uma melhor compreensão dessas interpelações que constroem o clima organizacional é preciso distinguirmos o que é “clima” e “cultura” organizacional. Compreender essa distinção é de grande importância para uma boa gestão de qualquer organização. Pois, “o clima e a cultura de uma empresa têm forte impacto no contexto ambiental, principalmente na imagem que a instituição passa ao meio em que está inserida” (KNAPIK, 2012, p. 21).

Antes de nos aprofundarmos sobre essa diferenciação, podemos dizer que tanto o clima, quanto a cultura organizacional refletem o “ambiente organizacional” de uma empresa e como ela se relaciona com tudo aquilo que envolve o ambiente interno e externo da organização (escola).

Assim, quando falamos de ambiente organizacional, consideramos que tanto o clima, quanto a cultura organizacional se desenvolvem dentro de um ambiente - externo e interno - no qual se estabelecem uma série de redes de relações entre as partes interessadas. O ambiente, segundo Knapik,

é tudo aquilo que envolve uma organização, é o universo complexo de *stakeholders*, ou seja, todos os relacionamentos ou partes interessadas nas práticas, serviços ou produtos da organização, como outras empresas (competidoras, concorrentes, prestadores de serviços, etc.), empregados clientes, governo, fornecedores, investidores, sindicatos, etc. (2012, p. 18).

A relação entre escolas e o ambiente – interno e externo – é fundamentalmente estratégica para o sucesso e o alto desempenho frente as diversas. Isso porque

É do ambiente que as organizações conseguem os recursos para o seu funcionamento e é para o ambiente que produzem. Os processos organizacionais sofrem diretamente com as interferências do ambiente, principalmente com as constantes mudanças nos aspectos social, político, tecnológico e econômico. (KNAPIK, 2012, p. 18).

Deste modo, tendo presente que os processos organizacionais sofrem interferências do ambiente, descuidar do ambiente e, por conseguinte, do clima e da cultura organizacional significa descuidar da instituição como um todo desde as estruturas mais básicas até às pessoas que são o coração de uma empresa e muito mais daquelas que prestam serviços

como a escolas.

Daí começamos a perceber que, para uma gestão eficiente do clima e da cultura organizacional, é preciso estarmos atentos as diversas mudanças que vão ocorrendo *ad intra* e *ad extra* das organizações ao mesmo tempo em que se deve buscar aprofundar os processos de gestão dentro de uma perspectiva de uma relação contínua de troca com o ambiente e seus *stakeholders* (Cf. KNAPIK, 2012, p. 20).

Algo que vamos insistindo ao longo de todo este breve trabalho começa a se desenhar desde já: a importância da gestão de pessoas e talentos da instituição. Pois, como reforça Knapik,

o sistema de gestão de pessoas atua diretamente no ambiente interno das organizações, bem como no clima e na cultura organizacional. Por essa razão, deve ser um sistema administrativo aberto para que consiga, por meio de seus sistemas, estabelecer uma relação de cooperação e 'ganha-ganha', buscando o engajamento dos times de trabalho para o processamento dos sistemas interno na busca dos objetivos organizacionais e dos intentos profissionais de seus colaboradores (2012, p. 20).

Considerando que essas inter-relações conceituais não são tão distintas no dia-a-dia das organizações, ao vermos a seguir a diferença, digamos, pedagógica entre clima e cultura organizacional é imprescindível perceber as nuances de cada uma e suas relações, pois disso depende a gestão estratégica de pessoas e de talentos especialmente da organização escola.

### 2.1.1 CLIMA ORGANIZACIONAL

O clima organizacional é um dos pontos de maior importância em uma escola podendo ser considerado o melhor termômetro para medir a qualidade de uma instituição educacional.

Para Casanova e Ugarte (2008, p. 237), o clima de escola significa “o grau de satisfação profissional e pessoal que os diversos membros da comunidade educativa manifestam”. Por sua vez Knapik (2012, p. 21) define o clima organizacional como

O ambiente psicológico que existe em um departamento ou empresa, é aquela condição interna percebida pelas pessoas e que influencia o comportamento delas. Está ligado a motivação da equipe, aos aspectos internos da organização que conduzem a diferentes níveis ou tipos de motivação e dão origem a comportamentos que podem ser favoráveis e benéficos ou desfavoráveis e prejudiciais ao trabalho.

Ugarte destacam ainda que o clima da escola é marcado por duas dimensões: o clima *externo* e o clima *interno*. Essas dimensões são assim apresentadas:

*Clima externo* é o grau de satisfação de alunos e pais em relação aos diversos aspectos formativos e estruturais da ação educativa da escola. *Clima interno* é o grau de satisfação profissional e pessoal dos educadores e do pessoal não-docente da escola (URGARTE, 2008, p. 238).



Assim, podemos dizer que o clima organizacional de uma escola é a percepção interna e externa das pessoas em relação a instituição. De certo modo, o clima organizacional de uma instituição é o “estado de espírito” dessa organização. Ao se falar de uma escola (ou outras empresas de serviços) o clima organizacional ganha uma complexidade muito maior em vista de que esse estado de espírito abrange não apenas quem está em contato direto com a escola (aluno, professores, funcionários), mas também pessoas com contato indireto (pais e responsáveis dos alunos).

Um fator de grande importância para a instituição criar um bom clima organizacional está em garantir que a cultura organizacional esteja solidificada, sendo partilhada e compartilhada com todos os membros da equipe. Por isso, é de grande importância que a cultura organizacional seja bem compreendida especialmente pelos gestores.

### *2.1.2 Cultura organizacional*

Segundo Ribeiro (2006, p. 98 *in* PIMENTA, s/d, p. 48), “cultura organizacional, por sua vez, é um conjunto de ideias, valores e conceitos que definem a organização e que sustentam a sua prática administrativa e a sua ação no mercado”. Podemos dizer assim que a cultura organizacional encontra seu fundamento e constrói seu arcabouço – positivo ou negativo – a partir dos valores explícitos e implícitos da vida de uma instituição e na maneira como os sujeitos interpretam esses valores nas atitudes assumidas e nas ações concretas realizadas no cotidiano. A maneira como essas inter-relações acontecem determina não apenas a cultura organizacional, como também a identidade das instituições e como elas são vistas pela comunidade na qual ela está inserida. Knapik (2012, p.23) ao falar sobre isso amplia essa análise ao dizer que a cultura organizacional

É composta por regras formais e informais que direcionam a forma de agir, pensar, perceber e compartilhar das pessoas que fazem parte de uma organização, direcionando esforços de todos para alcançar os objetivos da empresa. Assim como cada ser humano tem características individuais próprias, cada empresa tem sua cultura e até mesmo algumas peculiaridades que são bem conhecidas pela sociedade, e sua identidade é revelada por meio de seus valores institucionalizados, hábitos e crenças, atitudes e expectativas.

Assim, podemos dizer que quando se fala de cultura organizacional estamos dizendo a respeito da identidade de uma instituição. Pois, estamos falando dos seus valores e características próprias que fazem ela ser reconhecida. Sejam esses valores e características manifestos por aspectos formais (políticas, diretrizes, métodos de trabalho, estrutura da empresa e dos cargos etc.) ou não formais (sentimentos, percepções, regras estabelecidas informalmente, valores etc.).

### 3 | DESAFIOS PARA UM BOM CLIMA ORGANIZACIONAL NA ESCOLA

Dos serviços oferecidos à sociedade tanto pela iniciativa privada, quanto pelo poder público, um dos mais desafiadores é o da Educação. A partir do que vimos até agora, consideramos que três sejam os desafios principais para qualquer instituição, especialmente da escola, que deseje ter uma boa cultura e clima organizacional: a clareza da cultura da empresa, a adesão a essa cultura e a gestão de pessoas. Esses três pontos são, a nosso ver, essenciais para um bom clima organizacional.

O primeiro desafio é, portanto, tornar clara a cultura organizacional e isso não é tarefa fácil. Conforme expressa Hatch (1997, p. 201 *in* KNAPIK, 2006, p. 24) “a cultura organizacional, entre outros aspectos organizacionais, é provavelmente o mais difícil de se definir. A compreensão da cultura organizacional vem da ideia de que as organizações são manifestações de sistemas culturais maiores.”

A complexidade da cultura organizacional está nos diversos elementos que a compõem. De um modo geral podemos afirmar a existência de três níveis a partir da imagem de uma célula um primeiro mais superficial (artefatos), um intermediário (valores) e um mais profundo (núcleo) de crenças e pressupostos (cf. KNAPIK, 2012, pp. 24-25)

As crenças e pressupostos estão a um nível inconsciente e influenciam na compreensão da realidade e na percepção da mesma. Os valores, também chamados de *código ético* ou *moral* são os princípios sociais, objetivos e padrões que existem dentro de uma cultura e definem o que importante para os membros de uma organização. São a base dos julgamentos sobre o que é certo e errado dentro da instituição. Os “artefatos” dizem respeito a tudo aquilo que é visível na instituição: objetos, manifestações verbais escritas e faladas, rituais, cerimônias, etc. (Cf. KNAPIK, 2012, 24-25).

O segundo desafio diz respeito a adesão da cultura de uma organização que, como vimos, já em seu conceito se manifesta complexa e necessita ser explicitada constantemente. Por isso, é fundamental que a equipe de gestão, de modo especial os recursos humanos tenham clareza da cultura da organização. Pois, de acordo com Hatch (1997, p. 201 *in* KNAPIK, p. 25) “as pessoas que ingressam em determinada cultura são selecionadas de acordo com a afinidade com os valores da cultura ou então são socializadas par que aceitem esses valores.”

A nosso ver a seleção de pessoas é um dos grandes desafios da atualidade, pois os desafios estão desde a formação dos profissionais nas universidades, especialmente os profissionais docentes, até o desencantamento pela adesão a ideais, inclusive educativos.

Desse modo a gestão de pessoas se constitui no terceiro e talvez maior desafio pois tem a tarefa de evidenciar a cultura organizacional para favorecer a adesão a essa cultura de modo a gerar um clima favorável para o desenvolvimento da missão educativa da escola. T tamanha importância da gestão de pessoas que ela não apenas se constitui num desafio como também na melhor ou em uma das mais apropriadas soluções para um

bom clima organizacional. Esse terceiro desafio aprofundaremos no próximo item de nosso artigo.

## **4 | GESTÃO ESCOLAR, CLIMA ORGANIZACIONAL E RESULTADOS: UM CAMINHO POSSÍVEL**

Como vimos acima, a gestão de pessoas é um setor estratégico dentro de qualquer instituição e o mesmo acontece quando se trata de uma escola. Diríamos até de modo muito mais profundo em uma escola, pois a gestão de pessoas precisa se dar em vários níveis no tecido social que forma a instituição escola (pais e/ou responsáveis, alunos, professores, colaboradores e até mesmo a comunidade na qual a escola está inserida).

Assim, a nosso ver a gestão de pessoas é, para a escola, um dos pontos mais sensíveis e complexos a não se descuidar. Pois, os efeitos de uma má gestão de pessoas se refletirá na qualidade de vida da comunidade escolar e, conseqüentemente, na perda de bons resultados, na perda/ganho de alunos, na imagem da instituição perante a sociedade, na perda/ganho de credibilidade, entre outros.

Para que a gestão de pessoas tenha eficiência (meios pelos quais chegamos a um resultado, método de trabalho e procedimentos usados para atingirmos um objetivo) e eficácia (objetivo alcançado, resultado final do trabalho, satisfação da sociedade em relação ao serviço prestado) acreditamos que seja necessário estarmos atentos a algumas coisas.

Nosso entendimento é de que o clima organizacional se mede pelo “nível de satisfação das necessidades dos envolvidos (moral)” (MURICI, 2013, p. 155). Um professor que sente-se bem com seu trabalho e em seu ambiente de trabalho possuirá, em tese, atitudes mais agregadoras e de colaboração favorecendo a construção de um bom clima organizacional (Cf. MURICI, 2013, p. 155).

Para que seja possível criar um bom ambiente de trabalho consideramos alguns aspectos de grande importância, a saber: (a) necessidade de uma gestão eficaz e eficiente do clima e da cultura da escola, (b) a mudança de paradigmas que deram certo no passado mas não respondem às novas exigências e estar atentos aos novos modelos de gestão, (c) para isso é preciso haver também um gestão da mudança e (d) estabelecer indicadores para acompanhar os processos de gestão de modo rápido e desburocratizado.

A gestão do clima de escola é fundamental para uma escola. Pois, “pessoas satisfeitas produzem e mantêm melhores resultados. Para isso, os fatores motivacionais devem ser medidos e gerenciados sistematicamente” (MURICI, 2013, p. 155). A satisfação das necessidades dos envolvidos (moral) é algo que deve sempre ser acompanhado juntamente com outras dimensões de resultado da escola.

Uma das referências para gestão do clima é Abraham Maslow que define um grupamento de necessidades humanas: fisiológicas, segurança, sociais (pertencimento), estima (reconhecimento) e autorrealização (gostar do que faz). Uma boa gestão da cultura

e do clima organizacional favorece uma série de benefícios para as pessoas envolvidas e para a instituição a qual ela faz parte.

O primeiro passo para uma gestão eficaz do clima da escola – para que produza os resultados esperados (motivação e moral) - será a realização de um diagnóstico do clima atual (pesquisa) para então definir metas de melhoria, construir planos de ação e acompanhar a realização das ações propostas e o alcance das metas (Cf. MURICI, 2013, p. 156).

O benefício de aplicar sistematicamente um método de gestão está em agir preventivamente em vez de tomar ações de forma reativa.

Porém a boa gestão do clima escolar depende da capacidade de se adaptar aos novos tempos e de mudar os paradigmas e adotar novos modelos de gestão. Segundo Knapik (2012, p. 38), “é comum as pessoas se fixarem nos bons resultados do passado (nem sempre remoto), mas eles não garantem o êxito do presente. No entanto, os paradigmas em que acreditamos direcionam nossos comportamentos”. Da mesma forma que nos orientam (face positiva dos paradigmas) eles podem nos “cegar” ou limitar nossos comportamento e ações condicionando as estratégias a modelos que podem ter dado resultado no passado, mas que não tem os mesmos resultados no presente.

Uma visão muito presente e persistente nas instituições é a chamada visão (paradigma) *mecanicista* ou *reducionista* – impulsionada por Taylor e Fayol e que “ainda se encontra em muitas organizações, mesmo sendo ultrapassada e decadentes. Ela considera, entre outros aspectos, a empresa como uma máquina e as pessoas como engrenagens. Assim, só a diretoria e a alta gerência devem conhecer as estratégias e as metas da empresa, pois delegar implica perder o poder” (KNAPIK, 2012, p. 39).

Para novos tempos são precisos novos paradigmas, assim como Knapik, sugerimos uma visão mais *holística* da gestão. “De acordo com essa proposta, a empresa é um sistema dinâmico e orgânico, a cooperação a impulsiona e a move, toda a equipe-chave deve conhecer as estratégias e as metas organizacionais e delegar é ganhar poder” (KNAPIK, 2012, p. 39).

Uma visão holística da gestão amplia horizontes para entender especialmente as variáveis que envolvem a motivação dos colaboradores, a transparência e a clareza das metas, etc. Assim, conforme Knapik (2012, p. 42):

Os novos modelos de gestão buscam processos flexíveis, orientados à missão, à visão e aos valores da empresa, abertos a mudanças de paradigmas e adaptados às demandas provocadas pela globalização para que a organização mantenha uma vantagem competitiva no mercado e, ao mesmo tempo, instaure uma cultura e um clima organizacional que atraiam e motivem a equipe de trabalho.

Nesse contexto a gestão de pessoas é, como viemos afirmando, é uma necessidade estratégica por si só. Conforme Knapik (2012, p. 53), “a área ou departamento de gestão

de pessoas é o conjunto de políticas e subsistemas que se preocupa com o gerenciamento estratégico das pessoas e leva à eficácia dos colaboradores em busca dos objetivos pessoais e empresariais (...). É responsabilidade dos gestores do *staff* de gestão de pessoas criar uma relação positiva e construtiva de parceria, colaboração e interação”. Cabe, portanto, à gestão de pessoas criar as estratégias necessárias para fomentar uma cultura e um clima organizacional que leve ao desenvolvimento de atitudes proativas e de crescimento pessoal e institucional. Porém, é preciso que fique claro, cabe a todos os membros da organização buscar a efetivação da cultura e de um clima institucional favorável. É, por isso, guardada as devidas proporções, uma tarefa de todos.

Por isso o gestor de pessoas deve buscar sempre a integração entre os diversos setores da instituição, visando criar políticas de gestão de pessoas que desenhem regras com as quais a empresa pretende alcançar uma melhor administração dos colaboradores para atingirem os seus objetivos individuais e os da organização a fim de orientar e criar uma linha de atuação.

Outro fator de grande importância é a implantação de processos na área da gestão de pessoas que possa construir uma identidade institucional a partir dos profissionais que nela atuam. Os principais processos de gestão de pessoas podem ser enquadrados em quatro conjuntos de ecossistemas apresentados por Knapik (2012, p. 59): 1) Processos de captação de pessoas (usar ferramentas de captação para atrair novos colaboradores identificados com escola); 2) Processos de orientação e acompanhamento de pessoas (Descrevem as funções exigidas pelos cargos, orientam e avaliam o desempenho dos colaboradores); 3) Processos de desenvolvimento de pessoas (elaboram projetos de capacitação dos colaboradores, preocupando-se com o desenvolvimento profissional e pessoal) e 4) Processos de remuneração, valorização e segurança de pessoas (buscam meios para corresponder às expectativas individuais dos funcionários e criar condições favoráveis de trabalho).

Esses quatro conjuntos de ecossistemas são, a nosso ver, igualmente fundamentais para o sucesso da escola em função social. A captação de pessoas comprometidas com o PPP - Projeto Político Pedagógico da escola e com os valores que ela defende favorece o desenvolvimento sólido de todos os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. Ao passo que a os processos de assessoria pedagógica (acompanhamento e orientação dos professores), por exemplo, favorecem que os professores e outros colaboradores da escola internalizem os valores e as proposta expressas do PPP da escola. Isso se reflete num trabalho cada vez mais comprometido por parte dos professores e dos alunos, pois estes percebem naqueles a clareza da proposta a que são convidados a aderir.

Os processos de capacitação para todo o corpo docente e demais colaboradores valoriza os talentos da instituição de modo a favorecer a mutua colaboração entre os diversos agentes, bem como o aumento da autoestima de todo o grupo que se sente, cada vez mais, como parte de um projeto relevante (sentido de pertença). Por fim, quando

essa valorização se reflete numa política de valorização salarial, especialmente quando é possível que se estabeleçam remunerações em nível de “gratificação” por mérito, conforme o comprometimento do professor com a causa.

Vale ressaltar que não é simples questão de meritocracia, mas de serem estabelecidos critérios claros para que todos possam receber gratificações pontuais e aquelas permanentes sem prejuízos a um ou a outro. Em outras palavras, um plano de carreira claro, abrangente e realista não apenas para a Escola Pública, como também para a Escola Privada e Filantrópica. Nossa legislação, entretanto, apresenta algumas limitações nesse sentido, por outro lado, também é tarefa do gestor estar atento ao equilíbrio financeiro da instituição para que, tanto a instituição, quanto seus colaboradores possam crescer juntos de modo sustentável e duradouro.

Sobre o quarto conjunto, segundo Knapik (2012, p. 63), algo muito importante, visado especialmente pelos processos *pós-captação*, é a relação de “ganha-ganha” entre empregado e empregador que “passa a ser um ingrediente fundamental no mundo dos negócios” a área da gestão de pessoas ganha grande importância nas empresas para desenvolver processos que garantam um clima organizacional perene diante das variações próprias dessa área.

Destacamos ainda, a grande importância desses processos para gerar uma mentalidade de mudança e renovação constante, pois mudanças inspiram novas mudanças e uma vez iniciada a mudança não deve ter volta. Respeitando-se a história de cada instituição é preciso ter coragem de trilhar o caminho da melhoria contínua. É um caminho longo, sem volta, mas que torna possível acreditar numa educação com uma qualidade cada vez maior. Ferramenta importante para as mudanças é o clima organizacional e, portanto, devemos estar sempre medindo os índices que oferecem as possibilidades de aprimoramento contínuo.

Pode-se destacar igualmente, ainda que de modo bastante breve, a importância de serem utilizadas ferramentas de gestão que ajudem a planejar, executar e avaliar ações buscando o aprimoramento de todos os processos dentro da escola. Pois, a nosso ver, quando os objetivos da organização estão claros a todos não só o comprometimento se apresenta modo mais consistente como também o clima organizacional é melhor experimentado por toda a equipe.

Rui Fava (2014, p. 106-107), por exemplo, fala dos benefícios do uso das ferramentas de gestão inclusive para elaborar o currículo da escola. Como sugestão Rui apresenta a ferramenta PDCA (Plan, Check, Do, Action) para a elaboração do currículo. Aplicar essa ferramenta, ou outras, é importante passo para não apenas garantir uma certa unidade na diversidade na ação dos docentes, bem como irá gerar indicadores que demonstrarão de maneira mais “concreta” o rosto da instituição, seus caminhos, seus limites e possibilidades, etc.

A escolha da ferramenta de gestão deve levar em conta que “modelos de gestão não

são bons ou ruins – são apenas situacionalmente adequados”, ou seja, nenhum modelo é categoricamente o melhor ou o único possível, mas a depender da realidade de cada escola se poderá adotar a melhores ferramentas para aquele contexto. Por isso, o gestor da escola também precisa estar sempre atento à gestão da mudança e evitar o *dilema da inovação*, termo cunhado por Clayton Christensen (1952) em livro com título homônimo, que “explica por que instituições muito bem-sucedidas sucumbem quando o ambiente externo muda. Segundo o autor, elas desaparecem porque continuam utilizando modelos de gestão bem-sucedidos no passado em uma conjuntura nova, diferente.” (FAVA, 2014, p. 103). Ou seja, é preciso como dissemos acima, estar atentos aos processos de mudanças, que são cada vez mais dinâmicos, e buscar sempre avaliar constantemente os próprios modelos de gestão.

De modo geral, podemos dizer que algo imprescindível é o uso de ferramentas de gestão para o sucesso da escola. Assim, diante daquilo que refletimos a até o momento, a maneira de se medir o clima organizacional, seria então, os fatores motivacionais dos professores. Entretanto, como é possível notar, esse não é um indicador fácil de medir. Para Ugarte (2008, p. 242) “a felicidade é o motor do ensino”. Como medir a “felicidade” dos vários níveis que compõem o tecido social da escola e de modo especial a do professor? E ainda, como garantir um clima de “felicidade”? Ugarte nos oferece um “decálogo de indicadores de clima” que podem ajudar, não a medir a felicidade, mas saber se o ambiente está favorável para a formação de um bom clima e cultura organizacional. Reproduzimos abaixo:

1. Existe um projeto educativo de futuro e um plano de ação para realizá-lo.
2. Existem objetivos compartilhados por todos os profissionais da escola.
3. Todos, como equipe, dedicam sua energia para o cumprimento dos objetivos propostos.
4. A comunicação interna é ampla e aberta.
5. O ambiente geral é de crítica construtiva, em que os problemas são tratados abertamente.
6. A vida pessoal não é um assunto estranho à vida profissional.
7. O ambiente geral de tratamento e trabalho é informal e respeitoso.
8. Existem líderes positivos de referência que impulsionam e apoiam o trabalho de suas equipes.
9. Os profissionais se sentem apoiados pela direção na tomada de decisões.
10. As pessoas se sentem valorizadas e reconhecidas em seu trabalho.

## CONCLUSÃO

A abordagem que fizemos acima pode elucidar alguns pontos fundamentais e indicativos para, a partir do clima organizacional, estabelecer um caminho de sucesso na gestão escolar. Como pudemos perceber os desafios nesse campo são vastos e tendem a representar um campo muito sensível para o sucesso ou fracasso das instituições em atingirem seus objetivos e isso de modo especial quando se trata da escola.

Ao nos referirmos às noções básicas sobre a gestão do clima e da cultura organizacional procuramos fundamentar a nossa convicção de que, assim como em qualquer instituição, é preciso cuidar das pessoas que fazem a escola cumprir a sua missão e a sua função social.

Os tempos mudaram, não podemos permanecer em modelos de gestão que não valorizam os seus recursos humanos e que não favorecem as mudanças necessárias para uma gestão eficiente e eficaz da escola.

Em outras palavras, estamos vivendo algo muito maior que uma “época de mudanças”, mas uma verdadeira “mudança de época” e como tal esse momento é de crises e de sínteses. Por isso, muitos modelos de gestão que deram certo no passado não tem o mesmo sucesso na atualidade. Isso não significa que são modelos ruins, apenas que são modelos que serviram para uma época que não existe mais. Urge, portanto, a necessidade de revisão de conceitos tanto na gestão, agora necessitando ser muito mais focada nas pessoas, quanto na maneira de educar. Caso contrário, podemos perder uma geração inteira embarcada em navios à deriva. O momento é de tomar o timão do navio, enfrentar os ventos contrários que surgem em momentos de crise e conduzir a escola para ser um espaço de transformação e libertação.

Podemos dizer que, em última análise, além do sucesso institucional da escola, um verdadeiro e significativo processo de ensino aprendizagem dos educandos se dá verdadeiramente quando toda a comunidade educativa encontra-se unida em torno de uma causa comum e sente-se feliz por isso.

## REFERÊNCIAS

BAZARRA, Lourdes; CASANOVA, Olga; UGARTE, Jerónimo Garcia. **Ser professor e dirigir professores em tempos de mudança**. Trad.: Antonio Efro Feltrin. 2.ed.. São Paulo: Paulinas, 2008.

BEPPLER, Mônica Kùlkamp; PEREIRA, Maurício Fernandes. **Planejamento estratégico: a contribuição da cultura organizacional para o processo de implementação da estratégia**. Vol. 3. São Paulo: Atlas, 2013.

BRIGHOUSE, Tim; WOODS, David. **Como fazer uma boa escola?** Trad.: Magda França Lopes. Porto Alegre: Artmed, 2010.

COSTA, Eliezer Aradas da. **Gestão estratégica fácil**. São Paulo: Saraiva, 2012.



FAVA, Rui. **Educação 3.0**: aplicando o PDCA nas instituições de ensino. São Paulo: Saraiva, 2014.

MURICI, Izabela; CHAVES, Neuza. **Gestão para resultados na educação**. Nova Lima: Falconi, 2013.

PEREIRA, Maurício Fernandes. **Planejamento estratégico**: teorias, modelos e processos. Vol. 1. São Paulo: Atlas, 2010.

PINHEIRO, Leandro Brum. **O bem-estar na escola salesiana**: evidências da realidade. Porto Alegre: PUCRS, 2011.

# CAPÍTULO 2

## CULTURA POPULAR E EDUCAÇÃO POPULAR: UM OLHAR PARA O SISTEMA EDUCACIONAL DE JOVENS E ADULTOS ABARCADO PELO EDUCADOR PAULO FREIRE

*Data de aceite: 01/06/2022*

*Data de submissão: 21/04/2022*

### **Renata Maria Oliveira Mendes**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Mestranda do Programa de Pós Graduação em  
Ensino de Ciência e Tecnologia - PPGCET  
Ponta Grossa – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/9561705092791490>

### **Antônio Carlos Frasson**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Profº Dr. Do Programa de Pós Graduação em  
Ensino de Ciência e Tecnologia - PPGCET  
Ponta Grossa – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/4888650601323596>

**Resumo:** Este artigo objetiva articular um diálogo entre a Cultura Popular e Educação popular tendo como princípio basilar a teoria freiriana desenvolvida a partir dos anos de 1960. Consubstancialmente este objetivo reúne elemento para uma reflexão sobre estes dois movimentos que entrelaçam em sua caminhada em prol de uma conscientização do homem em relação a sua presença no contexto nacional fugindo dos meandros das concepções tradicionais emanadas dos poderes dominantes. O diálogo em Paulo Freire nos oportuniza esta reflexão, visto que a mesma apresenta fortes traços para se pensar a educação como agente de transformação de uma sociedade. Para tal o presente estudo centrou-se em uma pesquisa bibliográfica. Nesse processo educativo busca-

se a transformação, proposta fundamentada na construção de consciência crítica, na ação e reflexão, entendemos assim, esse o caminho para a libertação, tornando sujeitos capazes de escrever sua própria história.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação Popular; Cultura Popular; Sistema Freireano de Educação.

### POPULAR CULTURE AND POPULAR EDUCATION: A LOOK AT THE EDUCATIONAL SYSTEM FOR YOUTH AND ADULTS INCLUDED BY EDUCATOR PAULO FREIRE

**ABSTRACT:** This article aims to articulate a dialogue between Popular Culture and Popular Education having as its basic principle the Freirean theory developed from the 1960s onwards. of man in relation to his presence in the national context, escaping from the intricacies of traditional conceptions emanating from the dominant powers. The dialogue in Paulo Freire gives us this reflection, since it presents strong traits to think about education as an agent of transformation of a society. To this end, the present study focused on a bibliographic research. In this educational process, transformation is sought, a proposal based on the construction of critical consciousness, on action and reflection, we understand that this is the path to liberation, making subjects capable of writing their own history.

**KEYWORDS:** Popular Education; Popular culture; Freirean Education System.

## 1 | INTRODUÇÃO

Debates sobre as configurações Cultura Popular e Educação Popular, caracterizam-se como um tempo de redemocratização no contexto mundial ao qual traz como um parâmetro temporal após a Segunda Guerra Mundial ocorrida entre os anos de 1939 a 1945. A política e a economia em que se vivia possuía um teor capitalista, e conseqüentemente dominado pelas classes elitistas. Em relação ao Brasil vivia-se um período de redemocratização do sistema político, econômico e social o qual estava vinculado aos princípios de outros países.

Nesse sentido os movimentos que traziam em seu escopo rupturas bem como buscassem a transformação social vinham ganhando força no país face as mudanças que estavam sendo realizadas devido ao novo modelo econômico ou seja, a substituição do modelo agrário pelo modelo industrial. Entretanto defensores do capitalismo ainda resistiam as transformações sociais.

Ao analisar todo este processo de transformação Fávero (1983), evidencia que nessa época o uso da expressão Cultura Popular era algo novo no Brasil, como as discussões de cultura e acesso do povo aos bens culturais.

Nesta esteira Freire (1987, p. 15-16) defensor do movimento em prol da Cultura Popular, bem como, da Educação Popular tratava a cultura como um “debate que tinha a ver com as relações entre ser humano e o mundo; o papel do trabalho na transformação do mundo e o resultado dessa transformação se consubstanciando na criação de um outro mundo que, esse sim, é criado por nós: o mundo da cultura, que se alonga no mundo da História”.

Freire (2005), também tratava o processo educativo como pauta inicial a prática política, dentro do contexto de educação popular, onde só é possível ter a leitura de mundo a partir das práticas da realidade. Trazia junto também em sua reflexão que a educação como uma organização popular servia para o que se quer conquistar, para depois compor os saberes junto aos grupos populares, desenvolvendo uma consciência crítica, e tornando sujeitos capazes de escrever sua história, lutando pelos seus direitos e igualdades.

Ao exposto objetiva articular um diálogo entre a Cultura Popular e Educação popular tendo como princípio basilar a teoria freiriana desenvolvia a partir dos anos de 1960.

## 2 | CULTURA POPULAR

Dentro de paradigmas conceituais a respeito de um processo transformador da sociedade brasileira a reflexão sobre cultura popular se torna necessária, face novas ideias e concepções emergiram no Brasil, bem como na América Latina a partir da década de 1960. O caminhar deste movimento que se fez presente no Brasil até os anos de 1990 teve como um dos seus precursores o educador Paulo Freire. A reflexão sobre este movimento oportuniza refletir sobre as nuances que se apresentam no contexto social brasileiro visto que para este a cultura deve estar atrelada com a condição de vida do sujeito. Destaque deve

ser dado a este movimento de transformação social visto que o mesmo tem como suporte uma prática social e, por conseguinte coletiva aonde o homem deve se fazer presente calcado em sua experiência de vida, dentro de uma sociedade excludente. Entende-se que este seria a ruptura dos modelos organizacionais praticados de marginalização do ser humano para um modelo de inclusão social e humanitário.

Considerando uma série de elementos que se fazem presente na construção de sua concepção a respeito da cultura popular Freire (2003, p. 75-76) traz para uma reflexão que;

Todos os povos têm cultura, porque trabalham, porque transformam o mundo e, ao transformá-lo, se transformam. A dança do povo é cultura. A música do povo é cultura, como cultura é também as formas como o povo cultiva a terra. Cultura é também a maneira como que o povo tem de andar, de sorrir, de falar, de cantar, enquanto trabalha (...) Cultura são os instrumentos que o povo usa para produzir. Cultura é a forma como o povo entende e expressa o seu mundo e como o povo se compreende nas suas relações com o seu mundo. Cultura é o tambor que soa pela noite adentro. Cultura é o ritmo do tambor. Cultura é a ginga dos corpos do povo ao ritmo dos tambores

Destaca também que a cultura traz em sua premissa o resultado da labuta do homem no processo de criação de uma cultura de libertação que venha contemplar os anseios da população brasileira oportunizando uma reflexão do mundo que o rodeia.

Estudar os aspectos que são inerentes a uma figuração centrada nos meandros da sociedade brasileira impõe limitações que a princípio são consideradas como óbvias em relação a cultura popular. Entretanto ao mesmo tempo que se impõe limitações transforma-se em observar outros contextos sociais que se apresentam.

Num sentido mais amplo sobre este contexto Brandão (2002, p. 51) destaca “este é o processo pelo qual as palavras ‘cultura’ e ‘popular’ passam do significar as ‘tradições do povo’, ao traduzir o ‘movimento das classes populares”.

Indo além deste se posicionamento Brandão (2002, p. 68) ao se referir a este movimento revolucionário no Brasil demonstra a condução deste no Brasil ao assim demonstrar

Conduzido por educadores como Paulo Freire, por cientistas políticos como Carlos Estevam Martins, por políticos de carreira como Miguel Arraes, por religiosos da hierarquia católica e de seu sacerdócio mais avançado com o Pe. Henrique da Lima Vaz, o **movimento** dos movimentos de cultura popular era também conduzido por artistas, por poetas, como Ferreira Gullar, para quem todo o político do trabalho a fazer não devia destruir o seu sentido profundamente **cultural**.

Como meio de ampliar esta compreensão bem como do envolvimento da cultura popular tem-se em Fávero (1983, p.07) que

A partir do estudo dos problemas da consciência histórica, da cultura e da ideologia, de um lado, e das discussões, sobre a arte popular revolucionária e o papel das vanguardas artísticas e intelectuais, de outro lado, essas ideias foram retrabalhadas no Brasil. Procurava-se definir o papel da cultura na

Atentos a esta nova configuração social em relação ao conceito de Cultura Popular tem-se em Fávero (1983, p. 49 e 50) que:

A expressão “cultura popular” surge como uma denúncia dos conceitos culturais em voga que buscam esconder o seu caráter de classe. Quando se fala em cultura popular acentua-se a necessidade de pôr a cultura a serviço do povo, isto é, dos interesses efetivos do país. Em suma, deixa-se clara a separação entre uma cultura desligada do povo, não-popular, e outra que se volta para ele e, com isso, coloca-se o problema da responsabilidade social do intelectual, o que obriga a uma opção. Não se trata de teorizar sobre cultura em geral, mas de agir sobre a cultura presente, procurando transformá-la, estendê-la, aprofundá-la.

Ao analisar este posicionamento visualiza-se que os conhecimentos obtidos pela população passaram a ser vistos como uma forma de cultura, surgindo assim o conceito de “Cultura Popular”, aonde acredita-se que a cultura popular faz parte do dia a dia dos sujeitos, ou seja, da vida das pessoas, sem distinção de classes sociais. A peça central do estudo de Freire em relação a cultura popular integra de certa forma a necessidade de que o homem adquira uma consciência política e assim supere a estigmatização de um povo sem cultura superando as barreiras interpostas pela sociedade dominadora.

Entende-se que para que exista esta superação tem-se a educação popular como um dos meios eficaz para o desenvolvimento de sujeitos capazes de lutar pelos seus direitos.

### 3 | EDUCAÇÃO POPULAR

A contextualização da educação Popular no Brasil traz em sua estrutura organizacional princípios centrados em ideológicos políticos cujo seu principal objetivo era de ensinar as pessoas a se tornarem críticos e criativos e assim construir uma nova uma visão crítica do mundo.

Por esta via Freire (2003) destaca que a educação popular deve estar atrelada a um processo dialógico visando romper com os grilhões do silêncio imposto ao homem. Entretanto destaca também que este deve ser organizado a partir da organização das classes populares para alcançar seus objetivos.

Deve-se ressaltar que os valores e as nuances inicial deste processo surgiu nos países da América Latina, principalmente em períodos de industrialização, com a função de alfabetizar em massa, sendo uma emergência social notificada por meio das campanhas, dos movimentos e bandeiras de lutas existentes no período (BRANDÃO (2002).

Especificamente no Brasil este momento ganha força e recursos com a institucionalização no Governo de Getúlio Vargas do Fundo Nacional de Ensino Primário, institucionalizado em 14 de novembro de 1942 por intermédio do Decreto Lei nº 4.958, e posteriormente regulamentado pelo Decreto nº 19.513 de 25 de agosto de 1945 ao qual

estabelecia as “Disposições regulamentares destinadas a reger a concessão do auxílio federal para o ensino primário”. Ao qual em seu artigo 4º inciso 2. Assim determinava “A importância correspondente a 25% de cada auxílio federal será aplicada na educação primária de adolescentes e adultos analfabetos, observados os termos de um plano geral de ensino supletivo, aprovado pelo Ministério da Educação e Saúde”.

Ao refletir sobre estes documentos legais pode-se observar que a preocupação do governo federal estava voltada para atender o contexto educativo do país voltado para a promoção da cidadania e maior participação do povo que de certa forma deram uma organicidade ao sistema educacional.

As medidas de educação popular criadas era específico para as classes trabalhadoras, o que nos leva a pensar que eram medidas de dominação destes sujeitos para suprir as necessidades dos governos visto que neste período governamental o país encontrava-se numa transição entre uma economia centrada na monocultura para um processo de industrialização.

Posterior a este momento houveram outras manifestações em prol da educação entre as quais tem-se Campanha de Educação de Adolescentes e Adultos (1947), Movimento de Educação de Base – MEB, Sistema Rádio educativo desenvolvido na Conferência Nacional dos Bispos do Brasil, com apoio do governo federal (1961); além dos Centros Populares de Cultura – CPC (1963), Movimento de Cultura Popular- MCP e Campanha Pé no chão Também se Aprender a Ler- CPCTAL, sendo o primeiro voltado para atender as necessidades da qualificação da mão de obra para o setor industrial. Os demais tinham o objetivo de atender as populações das regiões menos favorecidas, além da preocupação da conscientização e integração desse grupo através da alfabetização e utilização do sistema Paulo Freire (Brasil, 1945). Porém durante o regime militar (1964- 1985), estes movimentos e seus integrantes foram perseguidos e oprimidos pelos órgãos do Governo Federal que, em 1997 autorizou a criação do Movimento Brasileiro de Alfabetização – MOBRAL, que em 1985, passou a se chamar Fundação Educar.

A proposta da educação de base, fazia parte do arquitetário da Organização das Nações Unidas para a Educação Ciência e Cultura (UNESCO), em seus programas de educação para os povos subdesenvolvidos, e havia sido introduzida no Brasil a partir de 1947, pela Campanha Nacional de Alfabetização de Adultos e pela Campanha Nacional de Educação Rural (CNER), com atuação significativa até meados dos anos de 1950. (FÁVERO, 2006).

As propostas estimuladas pela UNESCO a respeito da educação de base, buscava fazer aproximações entre os altos índices de analfabetização e o baixo desenvolvimento econômico. Sobre essa visão o analfabetismo era visto como um mal que precisava ser exterminado, pois atrasava o desenvolvimento do país.

Nesse sentido o currículo baseava-se em aspectos como saber ler, escrever e realizar operações matemáticas, o que era considerado suficientes para o desenvolvimento

do trabalho na agricultura, comércio e para o desenvolvimento de forma geral no âmbito profissional, isso permitiria o desenvolvimento econômico.

A educação além da preparação para a indústria e modernização agropecuária ela também tinha como princípio a formação da consciência nacional e instrumentalizada a de transformações políticas sociais na sociedade brasileira.

Como possibilidade do rompimento do domínio elitista, as expressões, Cultura Popular, Educação Popular e Educação de Base eram colocadas como bem cultural e acesso da população.

A organização de um projeto educacional de conscientização e politização das classes populares buscava superar a dominação do capital e transformar as relações de poder do país.

Gullar (1983) entende esse movimento como a tomada de consciência do povo acerca da realidade brasileira: “[...] é compreender que o problema do analfabetismo, como a deficiência de vagas nas Universidades, não está desligado da condição de miséria do camponês, nem da dominação imperialista sobre a economia do país”. (GULLAR, 1983, p. 51).

A relação entre as classes dominantes e as dominadas manifesta, “A luta interna de libertação liga-se profundamente à cultura popular, que assume no primeiro momento o sentido de desalienação de nossa cultura, sobrepondo aos valores culturais estranhos, valores criados e elaborados aqui”. (FÁVERO, 1983, p. 74). Nesse entendimento, a cultura popular não é uma forma política de preparação das classes para conquistar o poder, mas um acentuado sentido dialético entre libertação humana e cultura popular.

Entretanto deve-se destacar que na década iniciada nos anos 1960, a participação da população nas iniciativas de educação popular favoreceu o aumento de sujeitos a favor de uma socialização política. Nesse cenário a igreja católica, por meio da Conferência Nacional dos Bispos no Brasil (CNBB), em 1961 criou o Movimento de Educação de Base (MEB), como forma de apoio ao governo federal. Esse movimento se preocupava com o desenvolvimento de um processo educativo por meio de escolas radiofônicas atingindo principalmente zonas rurais das regiões norte, nordeste e centro oeste.

A partir de uma reflexão dialógica Fávero (2006, p. 4) acrescenta

De todas as experiências citadas, o MEB foi a única que logrou intensa penetração no meio rural, inclusive dando apoio decisivo à sindicalização rural, principalmente no início dos anos de 1960. E foi o único movimento que sobreviveu ao golpe militar de 1964 e à repressão dos anos seguintes, devido exclusivamente ao fato de ser um movimento da Igreja.

Sob o manto da igreja o MEB, reestruturou algumas estratégias de ação, visando um programa intensivo de alfabetização, educação cívica e sanitária, além da organização da comunidade.

Indo além desta sua reflexão Fávero (2006, p. 9) expõem que “Pelo compromisso

assumido com o povo e pela dimensão política decorrente desse compromisso, a prática educativa do MEB converteu-se numa original pedagogia da participação popular”.

Sobre essa questão, Fávero (2006, p. 130) elenca a importância do sistema radiofônico no país ao assim se manifestar “escolas radiofônicas atendendo à escolarização da população jovem e adulta, desenvolvendo um conteúdo de alfabetização (leitura, escrita e cálculo) ao qual se somavam alguns conhecimentos de saúde, de agricultura, de vida associativa, de religião”.

Dentro dessa premissa Freire (2005) usa o termo “politicidade da educação”, destacando que a mesma deve estar centrada em uma qualidade política, visto ser esta em dos meios a ser empregados para se ensinar mudanças no *statu quo* de uma população carente para a compreensão de mundo que a rodeia.

Nesse contexto a alfabetização de adultos proposta por Paulo Freire, tinha como primícias o estabelecimento da relação entre educação e cultura, estabelecendo debates de situações desafiadoras do contexto social. A construção de uma nova concepção de educação, não instrumental mais dialogal, tendo o sujeito como ativo na sociedade e com uma consciência crítica começando a se desenvolver.

#### **4 | EDUCAÇÃO E CULTURA POPULAR ABARCADOS POR PAULO FREIRE**

Ao discorrer sobre o processo civilizatório no Brasil em relação a Cultura Popular e Educação Popular necessário se torna refletirmos sobre a trajetória de vida de Paulo Freire desde a sua infância as quais são permeadas de movimentos em prol de uma classe social da população brasileira.

Paulo freire ao descrever sua trajetória e experiências de vida, em sua obra “Conscientização” no capítulo “ O homem e sua experiência – Paulo Freire por si mesmo”, faz uma referência sobre sua infância, de forma singela as quais nos possibilita refletirmos sobre este seu caminhar.

Ao observarmos o mundo que o rodeava desde a sua tenra infantil foi constituído por uma plêiade de configurações sociais complexa e cheia de dificuldades. Destas é possível destacar:

[...] em Jabotão perdi meu pai. Em Jabotão experimentei o que é a fome e compreendi a fome dos demais. Em Jabotão, criança ainda, converti- -me em homem graças à dor e ao sofrimento que não me submergiam nas sombras da desesperação. Em Jabotão joguei bola com os meninos do povo. Nadei no rio e tive “minha primeira iluminação”: um dia contemplei uma moça despida. Ela me olhou e se pôs a rir... Em Jabotão, quando tinha dez anos, comecei a pensar que no mundo muitas coisas não andavam bem. Embora fosse criança comecei a perguntar-me o que poderia fazer para ajudar aos homens. (FREIRE, 1980, p. 14)

A par das dificuldades interpostas em seu caminho Freire inicia seus estudos destacando que em sua carreira teve grande influência de sua esposa Elza Freire, com



quem se casou aos 23 anos, em 1944:

[...] à Elza, professora primária e, depois, diretora de escola, devo muito. [...] Foi a partir do casamento que comecei a me preocupar sistematicamente com problemas educacionais. Estudava mais educação, Filosofia e Sociologia da Educação que Direito, curso que fui um aluno médio. (FREIRE, 1980, p. 15).

Dando continuidade aos estudos Freire formou-se em Direito pela Universidade de Pernambuco, desde o início percebeu que sua atuação nessa carreira não o fazia sentido, uma vez que buscava outras realizações, as quais visavam contribuir para uma sociedade justa. Assim é possível destacar a sua vocação em ser educador a qual estava ligada à sua postura ética perante a sociedade.

No âmbito educacional foi alçado ao cargo de diretor do Departamento de Educação e Cultura do Serviço Social da Indústria (SESI), posteriormente assumiu a superintendência (1946 a 1954). Ao assumir esta missão educacional teve a oportunidade de colocar suas práticas educativas centradas no favorecimento da população como um todo, realizando suas primeiras experiências como educador, o que conduziu para a sistematização do seu método, conhecido como Método Paulo Freire, em 1961, visto que desde o início dos anos 1960, ideias e propostas de ações sociais iam surgindo através da cultura e educação junto as classes populares, a ideia de uma nova cultura popular surge como uma opção pedagógica de trabalho político, tendo a cultura como foco.

Movimentos em prol de uma cultura popular, partem da ideia de que é possível transformar o mundo por meio da educação popular. Nos cinco primeiros anos da década de 1960, os movimentos de cultura popular, partem de uma releitura crítica da política, sociedade e cultura brasileira. Os movimentos de cultura popular partem da ideia de que transformar e significar o mundo é igual a transformar e significar homens e mulheres. Como uma ação coletiva e significativa socialmente.

As propostas de Cultura Popular dos anos 1960 propunham um repensar da prática educação, contribuindo revolucionariamente para a participação de sujeitos militantes e comprometidos com o seu povo.

Nesse sentido tornando educandos críticos e produtivos, inovadores, por meio de uma prática de reflexão conscientizada de sua realidade. Aqui o papel do educador comprometido consiste em auxiliar sujeitos das classes populares a se tornarem capazes de serem construtores de sua própria história, de uma nova cultura popular, a partir de novas ações coletivas.

Esse caminho de uma nova cultura, criada de atos populares de libertação que busque a prática da liberdade, a realidade social, constituem em significados e valores longe da opressividade e engano dos dominantes.

Ao tomar como referência, a cultura como um processo histórico, é possível entender o homem e a mulher como aqueles que “[...] transformam a natureza e se transformam a si mesmos, construindo um mundo qualitativamente novo de significações, valores e obras

humanas e realizando-se como homem/mulher neste mundo humano. (FÁVERO, 1983, p.16).

Nesse pensamento a ação política por meio de ações culturais, para que esta seja libertadora deveria partir de significados de sua própria realidade cultural. Tradições, costumes, saberes populares.

A ideia de manutenção da alienação dos sujeitos coloca o desafio de fazer com que a cultura seja promotora de realizações de comunicação do homem e da mulher, colocando-os como sujeitos abertos as consciências críticas. Nesse sentido, Fávero (1983, p. 23) afirma que “[...] é popular a cultura que leva o homem e mulher a assumir a sua posição de sujeito da própria criação cultural e de operário consciente do processo histórico em que se acha inserido”.

Ao posicionar o homem e a mulher como sujeitos criadores e não só receptores de exteriorizações culturais, Freire nos revela que é possível que o movimento de cultura popular seja um ato reflexivo, completando assim uma missão histórica. Rompendo o domínio de uma classe social sobre a outra e ambas se unirem, muitos significados podem gerir, possibilitando recriação de valores, conciliação entre classes, culturas, pessoas e consciências.

Com a possibilidade de criar um instrumento de cultura popular, o documento de ações populares listado em 1963, descrito por Fávero (1983), lista como possibilidades a alfabetização, núcleos populares, festivais de cultura, ou ações que proponham a mobilização popular, como meios de conscientização e politização do povo. Tal documento destaca que a utilização desses meios de cultura popular se liga ao contexto da realidade dos sujeitos inseridos na ação cultural.

A dialogicidade, o dinamismo de um trabalho de conscientização e politização encoraja as organizações já existentes a memorarem a valores do povo. Presumivelmente na alfabetização de jovens e adultos, os movimentos de cultura popular tenham um aporte mais duradouro, conseguindo realizar suas ideias. Todo processo de alfabetização proposto por Freire, começava a partir de uma pesquisa conjunta do universo cultural popular. Posteriormente as aulas eram transformadas em Círculos de Cultura, onde o diálogo ganhava uma dimensão inovadora no ato de ensinar e aprender. Nesses círculos de cultura o educador desempenhava papel de mediador em debates. Assim os próprios ensinamentos de palavras proporcionavam uma reflexão crítica e coletiva por parte dos educandos.

Não se tratava de apenas aprender a ler e a escrever, como tradicionalmente é feito em processo de alfabetização, mas de aprender “[...] ler o seu próprio mundo através de sua própria cultura [...], a cultura como acrescentamento que o homem faz ao mundo que ele não fez. A cultura como resultado de seu trabalho. Do seu esforço criador e recriador”. (FREIRE, 2013, p. 116). Daí a proeminência de comunicar-se com o outro como sujeito consciente no mundo e não apenas como um simples objeto no mundo.

As ideias defendidas por Paulo Freire, nos movimentos de cultura popular, procuram

estabelecer práticas fundadas em seu tempo e nos deixam como herança, resumidas e esboçadas por Brandão (2014), aqui descritas:

Tem como pauta a busca por uma interação entre diversos campos do saber, compreendidas como diferentes domínios humanos, criando novas ideias como um ato político-transformador. Sendo através do partilhamento de saberes o desenvolvimento de uma nova cultura.

Buscar aproximações entre culturas, estabelecendo novas alianças entre grupos, entre pessoas, partir de um diálogo que possibilite a autotransformação das pessoas dos grupos sociais e movimentos populares em construtores de sua autonomia, rompendo a hegemonia dominante e transformando radicalmente a sociedade.

Colocar a Cultura e a Política como centro da educação, é lembrar que para Paulo Freire, a educação é vista e pensada como um campo da cultura, onde tanto podem se reproduzir uma conjuntura social de desigualdade e opressora, como também um teor político de construção de uma nova ordem social libertadora. A questão é buscar por soluções sociais para resolver problemas pessoais.

É preciso entender a educação também como um ato político, onde se formem sujeitos conscientes e críticos, criativamente ativos, participativos em função de uma transformação de sua própria história.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ações decorrentes dos movimentos de cultura popular, estavam baseadas na realidade dos sujeitos, entendendo sua própria cultura, sua história, como em manifestações, saberes populares, tradições, costumes, ações que traziam significado a sua própria existência.

O método Paulo Freire de educação buscava colocar organizar uma educação democrática, que fosse além das classes dominantes, sendo a cultura popular influente no papel de libertação dos sujeitos centrada no diálogo, voltada para uma responsabilidade política e social atrelada na interpretação dos problemas sociais, fundamentadas em um trabalho pedagógico crítico (FREIRE, 2003).

Nesse processo educativo, é preciso impulsionar o encorajamento de homens e mulheres a discutirem a sua realidade social, conscientes, buscando a transformação. Tal proposta educativa fundamenta-se na construção de consciência crítica, na ação e reflexão. Entendendo que esse era o caminho para a libertação, tornando homens e mulheres seres capazes de escrever a sua própria história.

## REFERÊNCIAS

BRANDÃO, C. R. Paulo Freire: **a educação, a cultura e a universidade. Memória de uma história de cinquenta anos atrás.** Eja em debate, Florianópolis, ano 3, n. 4, jul. 2014.

BRANDÃO, C. R. **A educação como cultura**. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2002.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 4.958, de 12 de novembro de 1942**. Diário Oficial da União, Brasília, 14 de novembro de 1942.

BRASIL. **Decreto nº 19.513, de 25 de agosto de 1945**. Diário Oficial da União, Brasília, 30 de agosto de 1945

FÁVERO, O. (Org.). **Cultura popular, educação popular: memória dos anos 60**. Rio de Janeiro: Graal, 1983.

FÁVERO, O. **Uma pedagogia da participação popular: análise da prática educativa do MEB – Movimento de Educação de Base (1961/1966)**. Campinas: Autores Associados, 2006.

FREIRE, P. **Conscientização e alfabetização: uma nova visão do processo**. In: FÁVERO, O. (Org.). **Cultura popular, educação popular: memória dos anos 60**. Rio de Janeiro: Graal, 1983.

FREIRE, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação. Uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. São Paulo: Editora Moraes, 1980.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005, 42.<sup>a</sup> edição.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

## NÍSIA FLORESTA E A LUTA PELA EDUCAÇÃO FEMININA

*Data de aceite: 01/06/2022*

**Bárbara Lúcia Takei Barbieri Azevedo**

Faculdade Adamantinenses Integradas  
Licenciatura em História

Trabalho Acadêmico apresentado ao Departamento de História da UNIFAI como requisito para conclusão do curso de história sob orientação do Profº Drº Marcos Martinelli

**RESUMO:** Esta pesquisa possui como tema a vida de Nísia Floresta e sua luta pela educação feminina. Considerada uma pioneira do feminismo no Brasil, a escritora e educadora Nísia Floresta, foi de extrema importância na luta pela emancipação das mulheres e na defesa de outras minorias oprimidas pela sociedade da época. No tempo em que a grande maioria das mulheres vivia reprimida e subjugada, ela dirigia colégios para moças, colaborava em jornais e escrevia livros defendendo os direitos das mulheres, dos índios e dos escravizados. Neste sentido, o objetivo geral desta pesquisa busca compreender como se deu o acesso da mulher à educação, analisando a luta feminista no Brasil do século XIX, partindo do ponto de vista de Nísia Floresta, protagonista dessa luta na época. Assim, os objetivos específicos buscam apresentar a história de vida de Nísia Floresta, descrever o contexto histórico que Nísia Floresta esteve inserida durante sua vida, e por fim, compreender todo o panorama histórico e evolutivo da luta pela educação feminina. A

metodologia escolhida para esta pesquisa foi a de revisão bibliográfica. Conclui-se que Nísia exerceu importante papel na conquista ao direitos para mulheres no Brasil, onde se destaca a luta pela educação feminina.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nísia Floresta; Educação; Luta feminina.

**ABSTRACT:** This research has as its theme the life of Nísia Floresta and her struggle for female education. Considered a pioneer of feminism in Brazil, the writer and educator Nísia Floresta, was extremely important in the struggle for the emancipation of women and in the defense of other minorities oppressed by the society of the time. At a time when the vast majority of women were repressed and subdued, she ran schools for girls, collaborated in newspapers and wrote books defending the rights of women, Indians and the enslaved. In this sense, the general objective of this research seeks to understand how women had access to education, analyzing the feminist struggle in Brazil in the 19th century, from the point of view of Nísia Floresta, protagonist of that struggle at the time. Thus, the specific objectives seek to present the life story of Nísia Floresta, describe the historical context that Nísia Floresta was inserted during her life, and finally, understand the entire historical and evolutionary panorama of the struggle for female education. The methodology chosen for this research was that of bibliographic review. It is concluded that Nísia played an important role in the conquest of rights for women in Brazil, where the struggle for female education stands out.

**KEYWORDS:** Nísia Floresta; Education; Female

wrestling.

## 1 | INTRODUÇÃO

O feminismo é um movimento que surgiu no contexto das ideias iluministas (1680-1780), principalmente na Revolução Francesa (1789) e Americana (1775), reivindicando direitos sociais e políticos para as mulheres.

Porém no Brasil, foi durante o Império (1822-1889), que essa luta feminina começou a ganhar força. Muitas mulheres, inclusive da alta sociedade, influenciadas pelas ideias inglesas e francesas, passaram a criticar a sociedade que dava aos homens mais direitos que obrigações e às mulheres mais obrigações que direitos. Ainda assim, a repressão da sociedade patriarcal, frustravam as aspirações de independência econômica e à cidadania que essas mulheres ansiavam.

No campo da educação, as mulheres permaneciam nas escolas até os doze anos, quando abandonavam os estudos para se casarem, e o ensino estava centrado em lições de tarefas domésticas e boas maneiras, em uma sociedade onde a maioria das mulheres eram analfabetas. Existia o pensamento de que era necessária a ênfase na formação moral das mulheres, e não a instrução, que segundo muitos, servia de distração para o real destino das mulheres, como esposa e mãe.

Esse contexto se faz relevante, ao escrever sobre Nísia Floresta (Dionísia Gonçalves Pinto, 1819-1885), grande ativista pela emancipação feminina, que elegeu a educação como instrumento pelo qual se possibilitaria moldar uma sociedade mais igualitária entre homens e mulheres. Fundou escolas para meninas e revolucionou a metodologia de ensino da época implantando métodos inovadores de pedagogia e introduzindo disciplinas nunca antes contempladas na educação da mulher, como língua, ciência, arte e matemática.

Suas obras chamam atenção, tanto pela coragem revelada em seus escritos, como pelo ineditismo e ousadia de suas ideias, que refletiam sobre a desconstrução da ideologia vigente, no que diz respeito às diferenças entre os gêneros (homem x mulher). Além de ser considerada pioneira na causa feminista por sua colaboração como educadora e escritora, defendia também a liberdade religiosa, as campanhas abolicionistas e era uma forte crítica da opressão colonial aos povos indígenas.

Apesar da conquista pelo direito à educação igualitária entre homens e mulheres, resultado da incansável luta de mulheres como Nísia Floresta no século XIX. Partindo deste cenário, esta pesquisa buscará responder: é possível afirmar que, nos dias atuais, toda mulher possui a mesma oportunidade de ingressar na escola e se formar em um curso superior?

Neste sentido, o objetivo geral desta pesquisa será compreender como se deu o acesso da mulher à educação, analisando a luta feminista no Brasil do século XIX, partindo do ponto de vista de Nísia Floresta, protagonista dessa luta na época. Assim, os objetivos

específicos buscarão apresentar a história de vida de Nísia Floresta, descrever o contexto histórico que Nísia Floresta esteve inserida durante sua vida, e por fim, compreender todo o panorama histórico e evolutivo da luta pela educação feminina.

A pesquisa presente, se faz pertinente ao contribuir para uma maior quantidade de material acadêmico que faça menção a mulheres como Nísia Floresta, que dedicaram suas vidas a lutar pelos direitos das mulheres, e que nos dias atuais são escassamente recordadas ou citadas.

Também é justificada como uma forma de contribuir ao meio acadêmico em que está inserido, além de ser possível enriquecer a temática sobre Nísia Floresta e a luta pela educação feminina. Além disso, também pode ser uma forma de agregar conhecimento em seu meio social, onde pretende-se apresentar um material concreto, possibilitando também a compreensão dos leitores, mesmo que sem conhecimento técnico, que buscam maior conhecimento sobre o tema.

O método que fora utilizado na elaboração do presente trabalho, consiste na pesquisa e análise dos principais temas sobre Nísia Floresta e a luta pela educação feminina e da prática de suas atividades, existentes na bibliografia já publicada. Por meio do método de pesquisa, fora incluído temáticas que apresentem o tema em questão como um meio de fornecer subsídios, incentivando os leitores a buscar um novo desenvolvimento sobre o tema abordado em seu ambiente de influência.

Para o presente estudo, utilizou-se os critérios de citações, pesquisas relacionadas a Nísia Floresta e a luta pela educação feminina, artigos que apresentam o tema em questão, artigos que não apresentam o tema, teses, dissertações além de textos, artigos e citações traduzidas. Por fim, as análises foram orientadas pelo objetivo geral e específico do estudo, evidenciando-as por três etapas: Pré-análise, Exploração do material e Tratamento dos dados obtidos e interpretação, para uma melhor compreensão.

## **2 | A VIDA DE NÍSIA FLORESTA**

Nísia Floresta Brasileira Augusta nasceu na cidade rural de Papari, no Rio Grande do Norte, filha de pai português e mãe brasileira. O nome verdadeiro era Dionísia Gonçalves Pinto, mas utilizou tão ativamente o nome Nísia que raramente é referida pelo nome de batismo. O Brasil era um país politicamente volátil durante os anos 1800 e ela foi forçada a se mudar com frequência na juventude (DUARTE, 2005).

Apesar disso, os pais promoveram nela uma educação forte, mas informal. A herança portuguesa do pai contribuiu para muito da oferta de educação para ela, mas também para a necessidade de se deslocar, pois havia animosidade na região por “interferência europeia” no Brasil. Em 1823, aos treze anos, era casada com um vizinho proprietário de terras, mas não se sabe se essa união foi com o consentimento dela (ALBERTON, CASTRO e EGGERT, 2010).

Apesar disso, ele falhou e ela voltou para a família em poucos meses. Eles se mudaram logo depois. A animosidade mencionada ficou mais evidente no momento em que o pai foi assassinado em 1828 por uma elite pernambucana, ela tinha dezoito anos de idade. Casou-se com um estudante de Direito chamado Manuel Augusto de Faria Rocha. Embora essa relação possa ter parecido necessária para apoio financeiro, o amor dela por Manuel Augusto fica evidente nas referências carinhosas a ele mais tarde (SILVA, 2014).

Após dar à luz a filha, Nísia publicou o primeiro trabalho *Direitos das Mulheres e Injustiça dos Homens* (A Vindicação dos Direitos da Mulher) primeira obra feminista do gênero no Brasil. Originalmente pensado como a tradução de um texto com o mesmo nome da autora inglesa Mary Wollstonecraft, foi descoberto entre os últimos anos pela historiadora Maria Lúcia Pallares-Burke ser na verdade uma tradução de “Woman Not Inferior to Man”, um texto anônimo sobre feminismo publicado em Londres noventa e três anos antes (OLIVEIRA e MARTINS, 2012).

A peça usou argumentos lógicos para defender a igualdade de capacidade das mulheres com os homens na educação, em cargos públicos e, em geral, em todos os níveis da sociedade. A conclusão do texto original aponta que não busca uma revolta contra os homens, mas “apenas significa mostrar o sexo, que eles não são tão desprezíveis como os Homens querem que eles próprios acreditem (DUARTE, 2005).

Para manter crenças aparentes na educação de mulheres, combinada com uma necessidade crescente de sustentar a si mesma e aos dois filhos, ela começou a administrar uma pequena escola para meninas. Em 1837, a Guerra Ragamuffin, considerada uma das guerras civis mais sangrentas do Império Brasileiro, forçou ela a família (e mãe e irmã) a se mudar para 1.500 km ao norte de Porto Alegre para o Rio de Janeiro (CAMPOI, 2011).

Na nova casa, Nísia Floresta recomeçou com a escola e inaugurou com sucesso o Colégio Augusto, que leva o nome do falecido marido. Ela começou a escrever os próprios textos, de natureza educacional. O primeiro deles foi *Conselhos a minha filha* em 1842. O texto era principalmente informação sobre como criar os filhos e funcionava em certo sentido como um livro de “autoajuda”, mas é abundante com um sentido de melhorar a “condição das mulheres” e um reconhecimento que sempre será uma luta (CASTRO, 2010).

Mary Wollstonecraft mais uma vez aparece como uma inspiração, já que ela havia escrito um texto semelhante em 1787. O resto da escrita de Floresta desta época serve tanto como livros didáticos para os alunos quanto como propaganda para a escola. Grande parte do roteiro segue as crenças sociais da época, para não atrapalhar as convenções sociais patriarcais que financiavam a escola, mas com o incentivo para que os alunos não “desperdicem a educação” (ALBERTON, CASTRO e EGGERT, 2010).

*Conselhos* até começa a insinuar que o falecido marido estabeleceu a educação que ela ensina para a filha, em uma tentativa de insinuar que o currículo vem de um homem. Escritos posteriores fazem menção a ele de maneira amorosa e trágica, em vez de maneira autoritária, mostra o próprio crescimento na confiança e na escola como negócio (CAMPOI,



2011).

Depois de dirigir a escola por seis anos, Nísia e a família mudaram-se para Paris. As razões para essa mudança não são claras, mas o movimento pelos direitos das mulheres coincidentemente foi muito ativo em Paris durante o período em que um governo provisório se formava (DUARTE, 2005).

Ela trouxe de volta muito desse idealismo no momento em que voltou ao Brasil e publicou Opúsculo Humanitário. Para elevar os pontos de vista além da visão simplesmente dos Direitos da Mulher, mas mais para os Direitos Humanos. Ela criticou o sistema educacional do Brasil, o tratamento dado às mulheres, o uso da escravidão e os maus tratos aos indígenas. Naquela época, EUA e Brasil eram os únicos países restantes que perpetuaram a escravidão (CAMPOI, 2011).

Vários dos pequenos ensaios e peças de ficção foram publicados no periódico O Brasil Ilustrado em 1855 e 1856, e inclui uma peça de ficção em prosa sobre um escravo cristão devoto modelado na Cabana do Tio Tom de Beecher Stowe. Como se Nísia já não tivesse tragédia suficiente na vida, em 1849 a filha sofreu uma grave queda de um cavalo, e regressaram à Europa por sugestão dos médicos de que o “ar europeu” a ajudaria a recuperar (OLIVEIRA e MARTINS, 2012).

Enquanto lia e escrevia sobre a dor, ela fez amizade com o fundador do positivismo, Auguste Comte, a cujas palestras ela havia assistido na visita anterior. Os trabalhos posteriores são muito influenciados por esse idealismo e fazem uma abordagem mais científica e natural do feminismo, que assume uma visão do “papel natural” das mulheres (SILVA, 2014).

Os ideais de Nísia relacionados ao feminismo se confundiam com os ideais do catolicismo, o papel doméstico da mulher e as virtudes de ser mãe e esposa. Essas visões eram necessárias para as condições econômicas da sociedade brasileira da época, e ela parecia reconhecer isso. As mulheres eram tão capazes e iguais aos homens e, embora ela acreditasse que elas deviam desempenhar o papel no sentido familiar, relegá-las a um papel doméstico sem instrução era uma injustiça tanto para as mulheres quanto para os filhos de uma civilização (ALBERTON, CASTRO e EGGERT, 2010).

Embora ela não tenha falado fortemente sobre a chamada “independência” das mulheres, ela continuamente se manifestou contra a subjugação e a escassez de educação disponível para as mulheres por toda a vida e publicou com sucesso no momento em que nenhum outro brasileiro o fez. Parte da obra de Nísia Floresta pode ser encontrada na Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro, obras como Direitos das mulheres e injustiça dos homens (1832), Conselhos para minha filha (1842), Fany ou o modelo das donzelas (1847), O rasgo de um Caeté (1849), Dedicção do amigo / Romance histórico (1850), Livro humanoitário (1853), Itineraire d’un Voyage en Allemagne / Itinerário de uma viagem à Alemanha (1857), Scintille d’un’Anima Brasileira (Cintilações de uma alma brasileira, 1859), Trois Ans en Italie, Suivis d’un Voyage en Grèce (Três anos na Itália, seguido por

uma viagem à Grécia, 1864), Le Brésil (Brasil, 1871) (DUARTE, 2005).

### 3 | CONTEXTO HISTÓRICO

As mulheres do século XIX eram educadas para o casamento, a maternidade e o respeito e aquiescência aos pais e maridos. As janelas das residências abriam perspectivas ao mundo exterior, desde que usadas com discrição, evitava-se a grande exposição. Nessa cultura de submissão, as uniões matrimoniais eram acordadas entre os pais dos futuros noivos e, muitas vezes, baseadas em critérios de conveniência (SILVA, 2014).

No início do século 19, as mulheres eram cidadãs de segunda classe. Esperava-se que as mulheres restringissem a esfera de interesse ao lar e à família. As mulheres não foram incentivadas a obter uma educação real ou a seguir uma carreira profissional. Após o casamento, as mulheres não tinham o direito de possuir os próprios bens, manter o próprio salário ou assinar um contrato (CASTRO, 2010).

Além disso, todas as mulheres tiveram o direito de voto negado. Só depois de décadas de intensa atividade política as mulheres finalmente conquistaram o direito de voto. Durante o início do século 19, as mulheres geralmente ficavam presas nas casas e apenas desempenhavam o caos e as tarefas domésticas. A natureza e a sociedade deram-lhes papéis de donas de casa, guardiãs éticas do lar e de toda a sociedade, bem como de donas de casa para as famílias (ALBERTON, CASTRO e EGGERT, 2010).

Os papéis de donas de casa deviam exercer filhos, cuidar dos mais novos assim como se submetam aos maridos. Socialmente, as mulheres eram consideradas mais fracas, portanto, desiguais em relação aos homens. Algumas pessoas comparariam tal condição como escravidão. As mulheres não tinham controle das vidas. Tudo era totalmente controlado pelos homens da sociedade (OLIVEIRA e MARTINS, 2012).

Primeiro, os pais e irmãos iriam controlá-las se elas ainda fossem jovens e se elas se casassem, os maridos finalmente as controlariam. O objetivo principal era procurar um marido, dar à luz e cuidar dos maridos por toda a vida. Era um tabu para uma mulher permanecer solteira, na verdade, as mulheres solteiras eram desprezadas e desprezadas pela sociedade (LOURO, 2000).

Uma mulher possuía propriedade se ainda estava na casa do pai, mas depois que ela se casou, a propriedade passou para o marido. O marido tinha direito ao acesso a tudo que a mulher possuía, assim como o próprio corpo. Para essas mulheres, o casamento era um compromisso para a vida toda. As mulheres não deveriam se divorciar, elas deveriam viver com os maridos, mesmo que isso significasse viver em um casamento miserável (HAHNER, 2003).

O divórcio era altamente punível e a mulher sempre seria vítima. Isso não apenas minou os requisitos físicos, mas também destruiu as oportunidades de ter qualquer tipo de liberdade. Ele subjogou a voz de influência, não lhes dava nenhuma esperança de alcançar

o reconhecimento social (CASTRO, 2010).

As mulheres não podiam se aventurar em outras atividades além de cuidar da família. O marido era o único ganha-pão da família. A única fonte de financiamento era o marido, portanto, a única chance para as mulheres serem economicamente protegidas era se casarem com homens financeiramente seguros. Isso os tornava mais dependentes dos homens e, se o homem morresse, eles ficariam sem nenhuma fonte de renda além das economias do marido (SILVA, 2014).

A sociedade via as mulheres como seres assexuados; pessoas sem sentimentos e sem vida própria. No entanto, durante os anos 1800, os movimentos de mulheres tornaram-se tão eficazes que as mulheres começaram a desafiar os intelectuais sociais, tradicionais, econômicos e políticos que os impediam por muito tempo. Esse foi o ponto de partida para a virada dos papéis na sociedade (MORAES, 2016).

Ao longo da história, as mulheres tiveram menos direitos legais e oportunidades de ocupação, portanto, menos representação em comparação com os homens. A maternidade e a esposa foram consideradas as principais profissões. O movimento pela emancipação das mulheres durou mais de 70 anos e envolveu três gerações e milhões de mulheres. Cada geração de ativistas testemunhou a divisão do movimento sufragista em campos moderados e radicais (DUARTE, 2005).

Ativistas do sufrágio passaram mais de 50 anos para educar o público e fazer campanhas em estados e nacionalmente para estabelecer a legitimidade do “voto feminino”. Os sufragistas empreenderam quase 20 anos de lobby direto, bem como ações militantes dramáticas, não violentas, para reivindicar o voto (CAMPOI, 2011).

No final do século XIX, entretanto, a maioria das mulheres conquistou o direito ao voto e aumentou as chances de acesso à educação e a outras profissões inicialmente consideradas para os homens. O casamento era considerado muito essencial e significativo para o bem da estabilidade da sociedade. Esperava-se, portanto, que as mulheres fossem muito obedientes e submissas para ter um casamento feliz e estável (OLIVEIRA e MARTINS, 2012).

Durante esses tempos, a educação era um tema discutível e foi o primeiro tema que motivou as mulheres a protestar. Contudo, nenhuma feminista poderia propor um meio pelo qual a educação seria igualada entre meninos e meninas. Somente as filhas de pais ricos teriam educação formal. No entanto, meninas instruídas eram percebidas como pouco atraentes sexualmente, portanto, conseguir casamento foi uma grande luta para elas (ALBERTON, CASTRO e EGGERT, 2010).

A única matéria que as meninas aprendiam na escola era linguagem, leitura e escrita. Outros cursos incluíam responsabilidades e atividades da esposa como tricô, parteira, cozinhar e acenar, entre outros. As mulheres começaram a formar “movimentos pelos direitos das mulheres” que as ajudaram a protestar contra a escravidão e também contra as ditaduras dos homens (LOURO, 2000).

Esses movimentos levaram à revolução que conseqüentemente levou aos processos de emenda constitucional que trouxeram a erradicação da escravidão. Essa foi uma grande conquista na história das mulheres, já que elas podiam expressar livremente as opiniões. Em meados de 1800, as mulheres tornaram-se resistentes à opressão dos homens e queriam se tornar totalmente independentes (CASTRO, 2010).

Como resultado, eles protestaram por oportunidades iguais de educação e ativismo religioso. Não foi tão fácil; as mulheres tiveram que lutar contra os homens e outras mulheres. Os homens em geral negligenciavam as feministas e aquelas mulheres que ainda se dedicavam ao modo de vida tradicional, não queriam ouvir nada sobre a independência das mulheres. O único lugar em que as mulheres obtiveram total apoio foi na igreja, que também tinha interesse próprio (CUNHA e SILVA, 2010).

As mulheres tiveram sucesso nesses movimentos de reforma e, pela primeira vez na história, os homens foram desafiados pela dominação feminina. Assim, as mulheres começaram a desempenhar tarefas fora de casa. Isso significava que eles cozinhariam, cuidariam e educariam os jovens por um salário. Eles também se tornaram professores, enfermeiras e secretárias; que eram os únicos empregos que a sociedade aceitava as mulheres exercerem (HAHNER, 2003).

No entanto, uma mulher só deveria trabalhar enquanto não fosse casada, mas uma vez casada, esperava-se que parasse de trabalhar e assumisse o papel de esposa e mãe. Durante esse tempo, ser dona de casa exigia uma ampla gama de habilidades multifacetadas, uma vez que quase todos os itens eram feitos em casa (CAMPOI, 2011).

No entanto, as oportunidades de emprego aumentaram durante o período da revolução industrial. Muitas mulheres trabalharam nas novas indústrias para preencher as vagas. O sistema escolar público também se expandiu, e levou a que muito mais mulheres fossem empregadas como professoras. A enfermagem também se tornou um trabalho altamente considerado para as mulheres em 1850, após a reestruturação dos hospitais e da carreira de enfermagem (SILVA, 2014).

A guerra civil também contribuiu muito para a evolução do papel da mulher na sociedade. O resultado foi que muitas mulheres conseguiram empregos no governo e em outros cargos, que inicialmente eram ocupados por homens, de modo a preencher os cargos evacuados pelos homens enquanto iam para a luta. Depois da guerra civil, as mulheres continuaram a trabalhar no governo, pois provaram aos homens que realmente podiam trabalhar. Outra coisa que encorajou as mulheres a trabalhar foi a descoberta de uma máquina de escrever (OLIVEIRA e MARTINS, 2012).

## **4 | EDUCAÇÃO FEMININA**

A educação sempre foi influenciada por gênero, classe, religião e nacionalidade. Historicamente, a educação das mulheres foi projetada para ensinar as meninas da

classe média e alta o suficiente para torná-las um material de casamento atraente para os homens, e as aulas eram frequentemente ministradas em casa por governantas com pouca instrução (LOURO, 2000).

A educação era vista como uma forma de tornar as mulheres esposas e mães mais adequadas, não como uma forma de transformar as vidas. Um relatório parlamentar do século 19 disse que as meninas deveriam ser educadas para serem “seres decorativos, modestos e casáveis”. As aulas frequentemente incluíam música, latim, grego e aulas de boas maneiras sociais e etiqueta. Apenas uns poucos privilegiados eram ensinados em alto nível em matérias como matemática, e isso geralmente acontecia com os irmãos (MORAES, 2016).

A educação das mulheres sempre obedeceu às expectativas da classe. As meninas da classe trabalhadora, se é que foram educadas, aprendiam o básico de leitura, escrita, aritmética e habilidades domésticas, como costura. Eles foram ensinados em escolas primárias, muitas vezes escolas de damas pequenas escolas dirigidas por mulheres da classe trabalhadora nas próprias casas ou escolas dominicais administradas pela igreja ou instituições de caridade (CUNHA e SILVA, 2010).

As mulheres não eram encorajadas a ter aspirações acadêmicas, caso isso prejudicasse o apego ao lar, e se acreditava que o estudo acadêmico ia contra a natureza das mulheres e que muito conhecimento poderia afetar a fertilidade das mulheres. Os líderes da Igreja frequentemente eram contra a educação superior das mulheres porque diziam que isso ia contra os ensinamentos da Bíblia (LOURO, 2000).

O processo dolorosamente lento de reforma educacional começou na década de 1840, depois que se reconheceu que, se as mulheres foram as primeiras educadoras dos filhos, elas precisavam de uma educação sólida. A escritora e Educadora Nísia foi de grande importância para a mudança na educação feminina (COELHO, 2002).

A autora Nísia inaugurou o Colégio Augusto em 1838, a inauguração do colégio deu um ensejo a autora para posicionar em atividade a educação para as mulheres. A Nísia introduziu ao ensino no Colégio Augusto várias disciplinas que até aquele momento somente os homens poderiam estudar, disciplinas como Latim, Inglês, Ciências, Italiano e Frances, com a literatura e gramática, também introduziu ensinamentos da História do Brasil, Geografia e o exercício de Educação Física (HAHNER, 2003).

Nísia também limitou o tamanho das turmas e diminuiu então o número de alunos na sala de aula, pois essa atitude traria mais excelência e eficiência ao ensino. Nísia sofreu diversos ataques por atitudes como essa, ataques esses que vinha das famílias tradicionais que se apagavam ao modo como eram as coisas e não aceitavam a mudança, já que o ensino nas escolas da época as mulheres eram para fins domésticos e âmbito familiar (MORAES, 2016).

Porém Nísia não se deixou intimidar com os ataques, nem mesmo se os ataques vinham através de publicações em jornais da época. Mesmo sob críticas a autora deu

segmento a disseminação da escola e foi destemida e valente para alavancar uma recomendação pedagógica revolucionária (LOURO, 2000).

Nísia sempre deixou claro a posição em ir contra os conservadorismos da época, e respaldava um bom ensino as mulheres, ensino que era proibido na época, ela sempre se posicionou sobre a importância que tinha a educação para as mulheres. Nísia foi até acusada de manifestar conduta masculina, denuncia essa que submetem a duras injurias pessoais. Devido a posição de Nísia, as denúncias supuseram um traço primordial em escritos (CUNHA e SILVA, 2010).

O que muitos não percebem é que, além de melhorar o bem-estar geral das mulheres, o acesso à educação também é importante para a economia cada vez mais global. As mulheres líderes participantes ativas tanto na economia quanto no negócio de ser mulher têm uma responsabilidade especial de tratar da educação das mulheres em todo o mundo. Ao longo dos anos nota-se a incrível mudança na educação feminina (COELHO, 2002).

Nos últimos vinte anos, as mulheres fizeram um progresso educacional substancial. A grande diferença entre os níveis de educação de mulheres e homens que era evidente no início dos anos 1970 praticamente desapareceu. As mulheres têm mais probabilidade do que os homens de frequentar a faculdade após o ensino médio e também de se formar com um diploma de mestrado. Esses ganhos de escolaridade se devem às lutas das mulheres por esses direitos ao longo da história (HAHNER, 2003).

A educação constitui um importante setor que merece atenção especial no enfrentamento desses obstáculos e desafios. Ele tem ajudado a reduzir a lacuna e capacita as mulheres a ocuparem o lugar pleno no mundo do século 21, onde várias metas de desenvolvimento acordadas internacionalmente devem ser alcançadas com ajuda (MORAES, 2016).

A educação feminina evoluiu tanto que hoje em dia a mulher tem livre acesso aos estudos e a faculdades também, a mulher decide o que estudar, o momento em que estudar, como estudar, a mulher decide qual carreira pretende seguir e segue o curso dos estudos para alcançar essa meta. A mulher do século XXI diferentemente da mulher dos tempos da Nísia não pensam exclusivamente na família e em servir o lar. A educação feminina tem efeito tão devastador que as mulheres já ultrapassam os homens em estudos e nível de escolaridade (HAHNER, 2003).

## **5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

É difícil superestimar a importância da educação para o bem-estar dos indivíduos em todo o ciclo de vida. Em geral, indivíduos com alto nível de escolaridade tendem a ter um melhor domínio sobre os recursos, níveis mais altos de emprego e empregos mais bem pagos, têm uma expectativa de vida mais longa e menos desigual, enfrentam menores riscos de se divorciar, de serem pobres ou de se tornarem materialmente privados e

desfrutar de mais níveis de bem-estar subjetivo.

A criação de Nísia e da vida dela se contrapõe como ímpeto de conhecimento, os ideais e o que Nísia acreditava para a posição da mulher, conjecturar a emancipação feminina e acabar com a soberania masculina. Todo o ofício de Nísia se concentrou em explorar o mundo, ter uma perspectiva diferente da maioria e usar isso a favor das mulheres que pouco eram valorizadas na época.

O tradicionalismo da época denotava que as mulheres deveriam se dedicar exclusivamente ao marido e aos filhos. Nísia em vários dos escritos cita conselhos e recomendações a como as mulheres poderiam conservar o lar e a família em plano equilíbrio e simetria, porém Nísia defendia que os deveres das mulheres não se limitava a somente ser dona do lar.

Nísia defendia que a liberdade só iria acontecer no momento em que as mulheres estivessem desprendidas de sujeitar-se. Nísia foi uma mulher muito à frente da época e do que se acreditava ela revolucionou os estigmas da época. A autora chama a atenção do governo para a educação da mulher brasileira. Questiona os ideais de civilidade, progresso e liberdade tão preconizados pelos movimentos independentistas, mas negados às mulheres que ainda preservavam a condição de submissa e incapaz.

A autora também é enfática nas críticas ao governo brasileiro, que diz não inova na educação feminina. Defende a importância de uma educação feminina, moral, instrutiva e igualitária para homens e mulheres. As reformas pelas quais passava o país exigiam avanços na educação das mulheres, mas não foram observadas na vida pela autora. Infelizmente, o progresso do Brasil não se baseou na educação das mulheres, o que para ela era inadmissível.

Em toda essa árdua luta pela educação da mulher, pode se considerar Nísia Floresta como uma das pioneiras não só do feminismo brasileiro e latino-americano, mas também na divulgação e formulação do direito a uma educação que respeite a capacidade intelectual da mulher e promove a igualdade de direitos, rompe preconceitos e supera a subordinação historicamente imposta a eles, inclusive a educação.

A autora também contribui para a crítica ao colonialismo, e oferece elementos tanto para compreender como a educação tradicional serviu para manter a colonialidade do poder quanto para vislumbrar o papel da educação feminina na emancipação da sociedade. A Nísia teve um papel importante em toda a luta e transformação no acesso à educação para mulheres e meninas.

A análise educacional da escritora também revela o pensamento sobre as especificidades das mulheres do terceiro mundo, Nísia Floresta vai muito além do entendimento do âmbito da história da educação. As observações apresentam questões epistemológicas que auxiliam a repensar o feminismo.

A educação feminina mudou drasticamente o papel das mulheres na sociedade. As ocupações eram limitadas, mas as mulheres começaram a se infiltrar no mundo dominado

pelos homens. Depois de experimentar o ensino, as aspirações mudaram e, gradualmente, as expectativas da sociedade também tiveram que mudar.

A educação gerou confiança e empoderamento. Com o empoderamento, veio a constatação de que as mulheres não deveriam ser consideradas menos cidadãos do que os homens e, portanto, deveriam ter os mesmos direitos dos homens. As mulheres instruídas estavam mais aptas a desafiar o papel dos homens como ilustração dominante e a justificativa falha para a negação do sufrágio. Antes dessa época, as mulheres não tinham educação.

Nísia Floresta deixou um importante legado e em dias atuais a educação de mulheres tem extrema importância não só para as próprias, mais para a sociedade num todo. Mulheres instruídas podem obter excelentes empregos e, portanto, ganhar mais dinheiro. Conseqüentemente, beneficia a economia da comunidade e do país.

Uma vez que as mulheres se tornam educadas, elas se sentem mais capacitadas para sair de situações violentas e abusivas que podem estar. As sociedades ficam totalmente mais sensatas se valorizam a educação da população feminina. Se as meninas/mulheres são educadas, as famílias, comunidades e nações prosperam.

## REFERÊNCIAS

ALBERTON, M.; CASTRO, A. M. A.; EGGERT, E. **Nísia Floresta A mulher que ousou desafiar sua época: educação e feminismo.** Poiésis - Revista de Pós-Graduação em Educação, Tubarão, v.3, n.5, p.46-55, 2010.

CAMPOI, Isabela Candeloro. **O livro “Direito das mulheres e injustiça dos homens” de Nísia Floresta:** literatura, mulheres e o Brasil do século XIX, História, São Paulo, v. 30, n.2, p. 196-213, 2011.

CASTRO, Luciana Martins. **A contribuição de Nísia Floresta para a educação feminina:** pioneirismo no Rio de Janeiro oitocentista. Outros Tempos. Volume 7, número 10, dezembro de 2010.

COELHO, Mariana. **A evolução do feminismo:** subsídios para a sua história. 2. ed. Curitiba: Imprensa Oficial do Paraná, 2002.

CUNHA, Washington.; SILVA, Rosemaria. **A educação feminina do século XIX:** entre a escola e a literatura. Revista Gênero. Niterói, v. 11, n. 1, p. 97-106, 2. Sem. 2010.

DUARTE, Constância Lima. **Nísia Floresta:** a primeira feminista do Brasil. 1ª ed. Santa Catarina: Mulheres, 2005. 144 p

HAHNER, June E. **Emancipação do sexo feminino:** a luta pelos direitos da mulher no Brasil: 1850-1940. Florianópolis: Mulheres, 2003.

LOURO, Guacira L. **Mulheres na sala de aula.** In: PRIORE, Mary Del (Org.). História das mulheres no Brasil. São Paulo: Contexto, 2000.



MORAES, Maria Lygia Quartim de. IN: WOLLSTONERAFT, Mary. **Reivindicação dos direitos da mulheres**. Trad. Ivania Pocinho Morra. São Paulo, Boitempo, 2016

OLIVEIRA, Anna Olga Prudente de; MARTINS, Márcia A.P. **Nísia Floresta e direitos das mulheres e injustiça dos homens**: uma tradução em busca do original. Scripta Uniandrade. 2012.

SILVA, Elizabeth Maria da. **Mulheres, Emancipai-vos!** Um estudo sobre o pensamento pedagógico feminista de Nísia Floresta. Caruaru, 2014. 215 f. Dissertação (Mestrado e educação) - Universidade Federal de Pernambuco, 2014

## PERCEPÇÕES SOBRE A PROGRAMAÇÃO E A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO POTENCIAIS GERADORA DE SITUAÇÕES DIDÁTICAS

*Data de aceite: 01/06/2022*

### **Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos**

Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Departamento de Matemática  
Iratí – Paraná

### **Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de  
Ciência e Tecnologia (PPGECT).  
Ponta Grossa – Paraná

### **Jussara Rodrigues Ciappina**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Departamento Acadêmico de Matemática  
Ponta Grossa – Paraná

**RESUMO:** O presente artigo objetiva relatar uma pesquisa sobre as percepções manifestadas por professores e estudantes de licenciatura sobre o potencial de atividades de programação e robótica educacional no ensino de conceitos matemáticos. As bases teóricas são produções sobre tecnologias de informação e comunicação, mais especificamente as digitais. O trabalho de Brousseau (1996) também aparece como base teórica, visando constituir as atividades de programação e robótica como situações a-didáticas, ponto de partida para a elaboração de situações didáticas. Os dados obtidos partir do questionário respondido por treze indivíduos foram submetidos a um processo de discussão dos gráficos obtidos a partir das respostas a questões fechadas e na análise textual discursiva (MORAES, 2003; MORAES; GALIAZZI, 2006)

das respostas a questões abertas. Constatou-se que as atividades de programação e robótica, a despeito de algumas dificuldades e fatores externos de impacto negativo, são vistas como estratégias que podem introduzir um caráter inovador no meio escolar. Entretanto, os respondentes consideram que são necessários investimentos para a aquisição desses recursos, o que pode se constituir num grande dificultador de sua implementação. Apesar disso, foram detectadas intenções de conhecer mais sobre o assunto e, assim, buscar formas de implementá-los no meio escolar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnologias digitais, Programação computacional, Robótica Educacional, Ensino.

### PERCEPTIONS ON PROGRAMMING AND EDUCATIONAL ROBOTICS AS POTENTIAL GENERATING DIDACTICS SITUATIONS

**ABSTRACT:** The present article aims to report a research about the perceptions manifested by teachers and undergraduate students about the potential of programming activities and educational robotics in the teaching of mathematical concepts. The theoretical bases are productions about information and communication technologies, more specifically the digital ones. The work of Brousseau (1996) also appears as theoretical basis, aiming to constitute programming and robotic activities as a didactic situations, starting point for the elaboration of didactic situations. The data obtained from the questionnaire answered by thirteen individuals were submitted to a

process of discussion of the graphs obtained from the answers to closed questions and in the discursive textual analysis (MORAES, 2003; MORAES; GALIAZZI, 2006) of the answers to open questions. It was found that the programming and robotic activities, despite some difficulties and external factors of negative impact, are seen as strategies that can introduce an innovative character in the school environment. However, the respondents consider that investments are necessary to acquire these resources, which can be a major impediment to their implementation. Nevertheless, intentions have been detected to know more about the subject and, thus, to find ways to implement them in the school environment.

**KEYWORDS:** Digital technologies, Computer programming, Educational robotics, Teaching.

## 1 | INTRODUÇÃO

A programação e a robótica podem ser concebidas como tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). Estas, têm sido tema recorrente em pesquisas (FILATRO, 2010; BENITTI, 2012; DOS SANTOS *et al.*, 2015; BORBA *et al.*, 2016).

O presente artigo relata uma pesquisa cujo propósito era fazer uma breve análise das percepções de professores e estudantes de licenciatura a respeito do potencial de atividades de programação e robótica educacional como fonte de situações didáticas para o ensino de matemática. Buscou-se evidenciar conhecimentos sobre os recursos, as possibilidades vislumbradas, dificuldades, perspectivas futuras, entre outras. Propõe-se responder à seguinte indagação: quais as percepções de professores e estudantes, relacionados de alguma forma ao ensino de matemática, sobre a potencialidade didática dos recursos de programação computacional e robótica educacional?

As contribuições foram obtidas por meio de questionário, enviado para 38 professores e estudantes de licenciatura, que participaram de oficinas de programação e robótica. Mesmo com um tempo considerável para responder, cerca de dois meses, apenas 13 dos 38 convidados responderam ao questionário.

Na seção 2 são apresentadas as bases teóricas que auxiliaram no processo de análise, o qual é discutido na seção 3. Foram discutidas as ideias de autores que abordam a questão das tecnologias digitais de informação e comunicação, como Benitti (2012), Borba *et al.* (2016) e Filatro (2010). Além disso, procurou-se estabelecer o fenômeno observado sob a ótica da teoria das situações didáticas, proposta por Brousseau (1996).

As respostas às questões fechadas foram objeto de análise quantitativa, conduzida a partir dos gráficos originados pela própria ferramenta Google Formulários (GOOGLE, 2018). Essa análise é apresentada ao longo da subseção 3.1. Os dados obtidos nas questões abertas foram submetidos a um processo de análise de textual discursiva, adaptado para a situação de pesquisa. O metatexto está implícito nos quadros analíticos das categorias, apresentados na subseção 2.1, e na discussão dos resultados, apresentada na subseção 3.2.

## 2 | BASES TEÓRICAS

As atividades de programação e robótica se inserem no conjunto de recursos relacionados às tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). A inserção das TDIC no ensino é abordada por autores como Borba et al. (2016), que estabelecem quatro fases durante as quais se pode verificar a inserção dessas tecnologias em atividades de ensino e de aprendizagem. Os citados autores situam as pesquisas relacionadas a programação e robótica na primeira fase. No entanto, mais recentemente é possível perceber uma retomada de atividades do gênero. Mesmo antes da publicação do estudo de Borba et al. (2016), Benitti (2012) faz um levantamento dos trabalhos relacionados ao tema “robótica educacional” ou “robótica educativa” no cenário internacional.

A programação e a robótica, descritas em pesquisas como a de Benitti (2012) e Da Rocha (2017), evidenciam a retomada da abordagem construcionista, proposta inicialmente por Papert (1980; 2008). Utilizando o Scratch (MIT, 2011) na sala de aula de matemática, Da Rocha (2017) investiga a construção do conceito de ângulo por crianças com o uso do aplicativo. A autora cita as pesquisas realizadas na primeira fase com o LOGO e também traça um panorama da utilização do Scratch em diversos trabalhos, cuja abordagem é baseada no construcionismo.

Entende-se que robótica oportuniza aos estudantes refletir sobre os conhecimentos mobilizados em atividades de resolução de problemas. Tais atividades podem ser organizadas na forma de situações didáticas, entendidas como sendo “um conjunto de circunstâncias com atividades particulares, nas quais pessoas se encontram em determinado momento e se relacionam com outras pessoas, objetos e aspectos da realidade” (FILATRO, 2010, p.46).

De acordo com Brousseau (1996), existem dois tipos de situação: a-didática e didática (p.48). O critério utilizado pelo autor para classificar as situações é a intenção didática, ação geralmente efetivada pelo professor. A aprendizagem é um fenômeno que pode ocorrer sem que o aprendiz esteja inserido num meio constituído segundo uma intencionalidade didática. Essa é a condição para a qual os estudantes deveriam ser preparados durante sua permanência no meio escolar, no qual as situações são controladas pelo professor e são dotadas de uma intencionalidade didática.

Para Brousseau (1996), “o aluno aprende olhando o mundo [...] ou colocando hipóteses, [...], ou ainda, numa interação (sic) mais complexa, feita de assimilações e acomodações, como aquelas que Piaget descreve” (p.49). Sua adaptação ao meio é caracterizada por contradições, dificuldades e desequilíbrios, algo que ocorre à sociedade humana. Assim, manifesta novas respostas, que são prova de aprendizagem (BROUSSEAU, 1996, p.49). Brousseau advoga que “um meio sem intenções didáticas (sic) é manifestamente insuficiente para induzir no aluno todos os conhecimentos culturais que se deseja que ele adquira” (BROUSSEAU, 1996, p.49). Portanto, há necessidade

de intervenção por parte do professor no sentido de provocar no aluno as adaptações desejadas, por meio de “uma escolha judiciosa dos ‘problemas’ que lhe propõe” (id). De acordo com o autor,

Estes problemas, escolhidos de forma a que o aluno possa aceitá-los, devem levá-lo a agir, a falar, a reflectir (sic), a evoluir por si próprio. Entre o momento em que o aluno aceita o problema como seu e o momento em que produz a sua resposta, o professor recusa-se a intervir como proponente dos conhecimentos que pretende fazer surgir (BROUSSEAU, 1996, p.49).

A construção de um conhecimento pelo aluno é uma resposta a dada situação e que só é possível dizer que tal construção de fato ocorreu quando o aluno “for capaz de aplicá-lo por si próprio às situações com que se depara fora do contexto do ensino, e na ausência de qualquer indicação intencional” (BROUSSEAU, 1996, p.49-50). O professor fornece ao aluno uma ou mais situações a-didáticas, escolhidas de forma que estejam ao alcance do conhecimento do aluno. “Estas situações a-didáticas (sic) construídas com fins didáticos (sic) determinam o conhecimento ensinado num dado momento e o sentido particular desse conhecimento será [...] objeto de restrições e deformações, assim remetidas para a situação fundamental” (id, p.50).

Com esse movimento, o professor prepara o terreno para a próxima fase, caracterizada por uma situação de âmbito mais abrangente, a situação didática. O professor faz com que o aluno direcione seus esforços cognitivos para resolver o problema e, assim, construir conhecimento. Ambos, professor e aluno, se inserem numa espécie de jogo, onde o professor propõe e o aluno é desafiado. Assim sendo, “o professor deve ajudar incessantemente o aluno a despojar a situação de todos os seus artifícios didáticos (sic), sempre que isso é possível, para ficar com o conhecimento pessoal e objetivo” (BROUSSEAU, 1996, p.50).

Nesse sentido, situações fundamentais podem ser elaboradas e propostas com o auxílio de recursos de programação e robótica educacional, dando origem a situações a-didáticas. Estas devem ter o potencial de provocar no aluno a mobilização de saberes preconcebidos, verificando sua validade, sua aplicabilidade no sentido de resolver os problemas advindos da citada situação. Por fim, a tarefa do professor é estabelecer um movimento de convergência para a situação didática concebida para que o aluno aprenda determinado saber, um determinado conteúdo matemático, por exemplo.

Apesar da aparente proficuidade de utilização de atividades de programação e robótica em sala de aula, constatou-se que o tema é ainda pouco conhecido ou pouco explorado por professores ou estudantes de licenciatura. Assim, entende-se que é necessário desenvolver ações formativas, buscando demonstrar as possibilidades, bem como discutir os limites estabelecidos pelos recursos.

A concepção dos pesquisados a respeito do potencial das atividades com robótica de se tornarem fontes de situações a-didáticas para o ensino foram obtidas a partir de

análise das respostas obtidas no instrumento de pesquisa preliminar. Indagou-se também sobre a atual condição dos sistemas de ensino para incorporar a programação e a robótica educacional como recursos didáticos com potencial de promover aprendizagem, em especial de conceitos matemáticos. Os entrevistados relacionaram a aplicabilidade da proposta à disponibilidade de recursos, o que aponta para a necessidade de investimentos em equipamentos, preparação dos docentes e dos estudantes de licenciatura.

### **3 | METODOLOGIA**

Para conduzir a investigação adotou-se uma abordagem quali-quantitativa, cujo instrumento de pesquisa foi um questionário de perguntas fechadas e abertas. O questionário submetido aos respondentes foi elaborado por meio da ferramenta Google Formulários (GOOGLE, 2018), foi enviado para 38 indivíduos, professores e estudantes de graduação, que em algum momento participaram de oficinas de robótica ou que desenvolvem atividades com tecnologias digitais, incluindo programação e a própria robótica. Esses foram selecionados tendo por critério a possibilidade de ensinar matemática, seja como matéria curricular ou como conhecimento vinculado à área de atuação do sujeito da pesquisa. Assim, além de professores e estudantes de matemática, participaram também professores de física e uma professora de ensino superior, que trabalha na formação de professores para as séries iniciais. As questões apresentadas aos sujeitos pesquisados são apresentadas no Quadro 1.

1. Em que área, nível de ensino e/ou disciplina você trabalha (questão aberta, visando categorizar o respondente)?
2. Qual é o seu nível de conhecimento sobre, ou intenção de conhecer, ou trabalhar com estratégias de ensino relacionadas à programação e à robótica na sala de aula? Pode marcar mais de uma opção (questão fechada, visando estabelecer a forma de interação do respondente com as ferramentas em questão).
3. Que linguagens de programação ou ferramentas de desenvolvimento você tem conhecimento ou já ouviu falar? Pode escolher mais de uma opção (questão fechada, visando estabelecer a o conhecimento do respondente em relação às linguagens apontadas ou outras provavelmente conhecidas).
4. Em que nível você avalia o potencial da programação e/ou da robótica como recurso de aprendizagem de conteúdos curriculares (questão fechada, visando identificar o nível que o respondente atribui para o potencial didático do recurso)?
5. Comente sua resposta à questão acima (questão aberta em que o respondente pode justificar ou esclarecer o nível atribuído, relacionando o que conhece sobre o assunto).
6. Que benefícios para a aprendizagem dos alunos você acha que podem ser obtidos com o uso de estratégias de ensino relacionadas a programação e robótica? (questão aberta que visa levantar as concepções relacionadas ao impacto do recurso na aprendizagem dos estudantes).
7. Quais as maiores dificuldades para implementar estratégias de ensino relacionadas a programação e robótica? Pode selecionar mais de uma opção (questão fechada, visando estabelecer as dificuldades vislumbradas pelo respondente para que as ferramentas em questão sejam implementadas no meio escolar).
8. Qual a sua expectativa em relação ao futuro dessas estratégias de ensino no âmbito escolar (questão aberta, visando as perspectivas vislumbradas pelo respondente para a implementação das ferramentas em questão no meio escolar)?
9. Comente sobre o impacto das atividades de programação e robótica no currículo e na organização didático-pedagógica da escola (questão aberta, visando as perspectivas de impacto na organização escolar vislumbradas pelo respondente ante a implementação das ferramentas no meio escolar).
10. Em sua opinião, qual o nível de preparo dos estabelecimentos de ensino para desenvolver atividades de programação e robótica (questão fechada em que o respondente atribui um nível numérico)?
11. O que falta para que as atividades de programação e robótica possam ser desenvolvidas de maneira satisfatória? Pode marcar mais de uma opção (questão fechada, visando estabelecer as lacunas ou necessidades vislumbradas pelo respondente para que as ferramentas em questão sejam implementadas no meio escolar).

Quadro 1: Questões propostas aos sujeitos pesquisados por meio de Formulário do Google (2018).

Fonte: autoria própria.

Nas perguntas fechadas, o respondente poderia escolher uma ou várias opções dentre uma lista apresentada, além de poder quantificar o nível de potencial que vislumbrava para aquele item. Essas questões foram analisadas quantitativamente, embora as interpretações obtidas dessa análise tenham adotado um viés mais qualitativo. Optou-se por apresentar os dados por meio de gráficos visando facilitar a visualização das alternativas escolhidas.

As questões abertas possibilitaram aos respondentes discorrer de forma livre sobre o item questionado, mantendo o foco no assunto. Buscou-se um posicionamento mais subjetivo diante do assunto, cuja análise é mais complexa devido à diversidade dos discursos. Nesse aspecto, a Análise Textual Discursiva – abreviadamente, ATD – (MORAES; GALIAZZI, 2006) se mostrou mais adequada para interpretar as produções escritas dos respondentes. “A análise textual discursiva é uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso” (MORAES; GALIAZZI, 2006, p.118). A

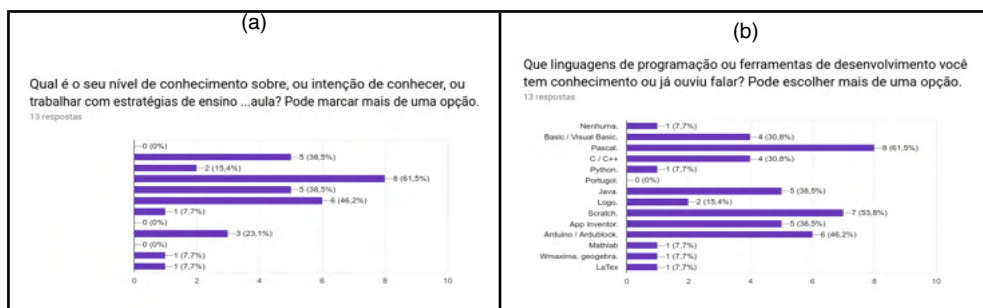
análise textual discursiva consiste na

[...] construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma seqüência recursiva de três componentes: desconstrução do corpus, a unitarização, o estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização, e o captar do novo emergente em que nova compreensão é comunicada e validada (MORAES, 2003, p.192).

A primeira fase, caracterizada pela desconstrução do corpus e unitarização, consiste num processo de leitura e imersão nas ideias dos respondentes, de forma a buscar unidades de significado implícitas no texto produzido. Já na segunda fase a tarefa é buscar relações entre as unidades de significados captadas na primeira fase e estabelecer relações entre elas, buscando constituir categorias de discurso. Na terceira fase, ocorre a captação do novo emergente, com a respectiva comunicação e validação. É a partir dessa última fase que se produz o que o autor denomina metatexto, que representa a interpretação dada pelo pesquisador às ideias comunicadas pelos respondentes.

### 3.1 Análise dos dados obtidos

Em relação às questões fechadas, foram obtidos gráficos que representam o número de respondentes que estão de acordo com o item apontado em cada uma das opções escolhidas. Cada respondente tinha a liberdade de escolher mais de uma opção, pois estas não eram excludentes. Na figura 1 são mostrados os gráficos referentes às questões 2 e 3. Na parte inferior do gráfico são apresentadas as opções correspondentes à questão 2, pois no gráfico não houve espaço suficiente para fazê-las constar ao lado das barras, o que foi possível fazer no gráfico 3.



Legenda do gráfico (a): 1. Nunca ouvi falar. 2. Conheço pouco. 3. Ouvi falar, mas nunca tive interesse. 4. Vi algumas experiências ou li sobre elas e gostaria de saber mais. 5. Tive contato por meio de curso de formação. 6. Utilizo tecnologias em sala de aula, mas nunca utilizei esses recursos (programação e robótica). 7. Participei de projetos relacionados a esses assuntos na escola onde trabalho. 8. Faço parte de projeto relacionado a esses assuntos na escola onde trabalho. 9. Tenho a intenção de trabalhar com esses recursos na escola. 10. Utilizo esses recursos nas minhas aulas. 11. Tenho bastante conhecimento sobre o uso pedagógico desses recursos. 12. Outro:

Figura 1: Gráficos ilustrativos das respostas às questões 2 e 3.

Fonte: autoria própria



O gráfico mostra que, na questão 2, oito respondentes escolheram como resposta a opção 4, o que pode evidenciar o interesse despertado a partir de sua participação nas oficinas. Além disso, seis dos respondentes afirmam que utilizam tecnologias em sala de aula, mas nunca trabalharam com programação e robótica, o que é corroborado pelo fato de que nenhum respondente escolheu a opção 10. Isso evidencia que as novas tecnologias já são um item presente na prática desses seis respondentes, mas a programação e a robótica ainda não são conhecidas e aplicadas.

No que se refere às linguagens de programação, o maior número de escolhas recaiu na terceira opção, correspondente à linguagem Pascal. Entretanto, foi significativo o número de respondentes que assinalou a opção 9, correspondente à linguagem Scratch. Isso se deve ao fato de que esse recurso foi abordado nas oficinas que os respondentes participaram, enquanto que o Pascal é abordado em disciplina do curso de Matemática, no qual estão matriculados os estudantes pesquisados e de onde são egressos alguns dos docentes participantes da pesquisa.

Nas questões 4 e 10 foram solicitadas avaliações em relação ao nível de potencial didático e de preparo dos estabelecimentos escolares para implementar as atividades de programação e robótica. As respostas dos pesquisados foram ilustradas nos gráficos apresentados na figura 2.

No gráfico correspondente à quarta questão é possível inferir que há uma tendência aos extremos, com adesão de 11 dos 13 respondentes a níveis de potencial maior que 7 (cerca de 84%). Entretanto, dois dos respondentes avaliaram como baixo o nível de potencial dos recursos, mesmo tendo participado de atividades em que os recursos foram utilizados e relacionados aos conteúdos matemáticos. Caberia uma investigação mais aprofundada para determinar quais os motivos para se posicionarem dessa forma.

Já no gráfico correspondente às respostas à décima questão é possível vislumbrar uma relativa homogeneidade, tendendo para o centro da faixa inferior de escores. A maior parte dos respondentes (cinco) considera que os estabelecimentos de ensino estão regularmente preparados para implementar as atividades de programação e robótica, atribuindo nível 3. Há exatamente quatro respondentes que consideram esse nível de preparo maior que 3 e quatro que consideram abaixo de 3. Essa percepção está diretamente relacionada à obsolescência dos recursos computacionais disponíveis na escola. De fato, há muito tempo o conjunto de máquinas não é atualizado. Mesmo com a chegada de tablets em vários estabelecimentos de ensino, tal realidade não teve modificações significativas. Em alguns estabelecimentos há uma significativa precariedade na conexão com a internet. Além disso, os tablets recebidos não suportam atualização do sistema operacional, o que impossibilita a utilização de diversos aplicativos que necessitam de versões atualizadas.

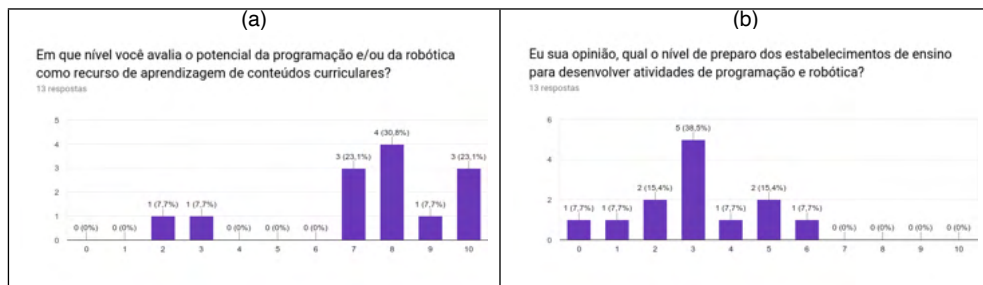


Figura 2: Gráficos representativos da avaliação atribuídas pelos respondentes a: (a) potencial da programação e/ou da robótica como recurso de aprendizagem de conteúdos curriculares e (b) nível de preparo dos estabelecimentos de ensino para desenvolver atividades de programação e robótica

Fonte: autoria própria.

As dificuldades e necessidades para a efetiva implementação dos recursos de programação e robótica foram objetos das questões de números 7 e 11, cujas respostas permitiram constituir os gráficos apresentados na figura 3.

Pode-se notar que a maior parte dos respondentes escolheu a opção que aponta a falta de conhecimento por parte do professor como uma das dificuldades, o que evidencia o grau de significância desse quesito. De fato, um professor que não esteja devidamente preparado para utilizar um recurso não tem segurança em trabalhar com ele dentro de sala de aula.

O gráfico correspondente às respostas à questão 11 corrobora o que os nove respondentes apontaram na questão 7. Houve unanimidade em afirmar que é necessária formação adequada dos profissionais de ensino para trabalharem com os recursos em sala de aula. Nessa mesma questão, o segundo item mais escolhido diz respeito à necessidade de melhoria da estrutura das escolas.

Outro item que teve um número significativo de escolhas foi a opção que afirma que os equipamentos são caros, evidenciando uma preocupação com a falta de recursos recorrente no meio educacional brasileiro. Essa opção tem estreita relação com a opção de onze respondentes, que apontam a necessidade de investimento na estrutura das escolas. Também houve um grande número de respondentes (dez) que escolheram as opções correspondentes à destinação de mais recursos para a aquisição de equipamentos e ao maior engajamento dos gestores escolares na implementação das atividades de programação e robótica.

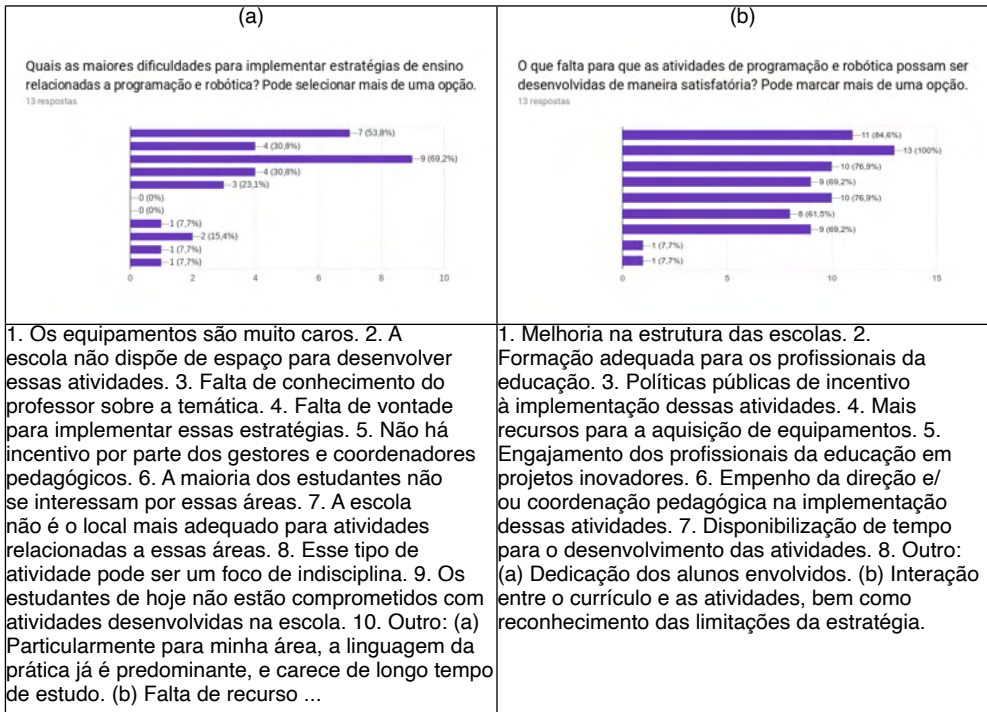


Figura 3: Gráficos ilustrativos das respostas às questões 7 e 11.

Fonte: autoria própria

Para a análise das questões abertas foi necessário estabelecer um sistema de identificação dos respondentes, obtido na questão 1 e nos campos próprios do formulário. Foi concebido, então, um código, conforme mostra o quadro 2. Na seção (a), é explicada a estrutura do código. Já na seção (b) são ilustrados dois exemplos, visando esclarecer a forma como foram concebidos os códigos.

Em relação à análise textual discursiva das questões abertas, foram elaborados os quadros 3 a 6. Tais quadros apresentam o resultado do processo de unitarização, categorização e captação do novo emergente, cuja representação é apresentada dessa forma visando facilitar a comunicação dos elementos obtidos a partir do processo de análise. Os quadros, em conjunto com sua discussão, podem ser equiparados ao metatexto, apontado por Moraes (2003) como resultado da análise textual discursiva.

## (a) Estrutura do código de identificação dos respondentes do questionário.

| 1ª. posição                             | 2ª. posição        | 3ª. posição         | 4ª. posição  | 5ª. posição   | 6ª. posição |
|---|--------------------|---------------------|--|---|-------------|
| Função:<br>D = docente<br>E = estudante | dezena da<br>ordem | unidade da<br>ordem | Área:<br>M = matemática<br>F = física<br>P = pedagogia<br>T = tecnologia | Nível de ensino:<br>EF = ensino fundamental<br>EM = ensino médio<br>ES = ensino superior<br>PG = pós-graduação<br>Gn° = graduação e ano de curso<br>TS = tecnologia de nível superior |             |

## (b) Exemplos de identificação por código dos respondentes do questionário

| 1ª. posição   | 2ª. posição       | 3ª. posição | 4ª. posição    | 5ª. posição                      | 6ª. posição |
|---------------|-------------------|-------------|----------------|----------------------------------|-------------|
| E             | 0                 | 1           | M              | G4                               |             |
| E = estudante | primeiro da lista |             | M = matemática | Gn° = graduação, 4º ano do curso |             |
| D             | 0                 | 3           | M              | EF                               |             |
| D = docente   | terceiro da lista |             | M = matemática | EF = ensino fundamental          |             |

Quadro 2: Códigos de identificação dos respondentes

Fonte: autoria própria

| Questão correspondente                                       | Categorias                                      | Discursos correspondentes |
|--|---|---------------------------|
| Comentário quanto ao nível atribuído ao potencial do recurso | Recurso de estruturação e comunicação de ideias | E01MG4                    |
|  |   | D01MEM                    |
|  |   | D06TTS                    |
|  | Possível dificultador de aprendizagem           | E02MG1                    |
|  | Dificuldade de implementação                    | D02FEM                    |
|  | Potencializador de interesse e/ou aprendizagem  | D03FEM                    |
|  |   | D04PES                    |
|  |   | D09MPG                    |
|  | Recurso de contextualização de conteúdos        | E03MG3                    |
|  |   | D03MEF                    |
|  |   | E04MPG                    |
|  | Recurso com potencial para problematização      | D07MES                    |
|  | Similaridade com outros recursos                | D08MEF                    |
| Integração à formação docente                                | D09MPG  |                           |

Quadro 3: Categorias referentes ao potencial do recurso.

Fonte: autoria própria

| Questão correspondente                   | Categorias  | Discursos correspondentes |
|--|---|---------------------------|
| Possíveis benefícios para a aprendizagem | Desenvolvimento do raciocínio lógico, do pensamento algébrico, aritmético e/ou matemático.                        | E01MG4                    |
|  |   | D04PES                    |
|  |   | D06TTS                    |
|  |   | D01MEM                    |
|  |   | D03MEF                    |
|  | Atratividade.   | E01MG4                    |
|  |   | E02MG1                    |
|  |   | D02FEM                    |
|  |   | D03FEM                    |
|  |   | D04PES                    |
|  | Estímulo ao protagonismo, à autonomia intelectual, às habilidades de pesquisa e/ou à criatividade.                | D01MEM                    |
|  |   | E03MG3                    |
|  |   | D03MEF                    |
|  |   | D04PES                    |
|  |   | D08MEF                    |
|  |   | D09MPG                    |
|  | Aprimoramento de estratégias resolutivas  | D01MEM                    |
|  |   | E03MG3                    |
|  |   | D06TTS                    |
|  | Contextualização e/ou construção de significados para o conteúdo e extrapolação dos materiais didáticos habituais | D03MEF                    |
| E04MPG                                   |   |                           |
| D06TTS                                   |   |                           |
| D07MES                                   |   |                           |
| D08MEF                                   |   |                           |
| D07MES                                   |   |                           |

Quadro 4: Categorias correspondentes aos benefícios para a aprendizagem.

Fonte: autoria própria

| Questão correspondente  | Categorias  | Discursos correspondentes |
|---|---|---------------------------|
| Expectativa em relação ao futuro dessas estratégias de ensino no âmbito escolar | Disponibilidade de recursos financeiros                             | E01MG4                    |
|   | Adesão dos estabelecimentos escolares e dos profissionais de ensino | E02MG1                    |
|   |   | D03FEM                    |
|   |   | D09MPG                    |
|   |   | D02FEM                    |
|   | Políticas públicas e promoção de formação adequada para os docentes | D01MEM                    |
|   |   | D07MES                    |
|   |   | D08MEF                    |
|   |   | D03MEF                    |
|   |   | D04PES                    |
|   | Demandas sociais pela inserção da temática nos currículos escolares | E04MPG                    |
|   |   | E03MG3                    |
|   | Exploração de limites e possibilidades dos recursos didáticos       | D06TTS                    |

Quadro 5: Categorias referentes à expectativa quanto ao futuro dos recursos didáticos abordados.

Fonte: autoria própria

| Questão correspondente   | Categorias  | Discursos correspondentes |
|--|---|---------------------------|
| Impacto das atividades de programação e robótica no currículo e na organização didático-pedagógica da escola | Mudanças estruturais, curriculares e/ou formativas.                               | E01MG4                    |
|  |   | D01MEM                    |
|  |   | E03MG3                    |
|  |   | D04PES                    |
|  |   | E04MPG                    |
|  |   | D08MEF                    |
|  | Escola como instância de produção de conhecimento e promotora de benefício social | D02FEM                    |
|  |   | D03MEF                    |
|  | Envolvimento em docente/discente atividades extracurriculares.                    | D03FEM                    |
|  |   | D08MEF                    |
|  | Não tem elementos para responder.   | E02MG1                    |
|  |   | D06TTS                    |
|  |   | D07MES                    |
|  |   | D09MPG                    |

Quadro 6: Categorias quanto ao impacto da implementação dos recursos no contexto escolar.

Fonte: autoria própria

### 3.2 Discussão dos resultados

Observando o quadro 3, é possível constatar que os respondentes apresentaram nove diferentes concepções quanto ao potencial das ferramentas de programação e robótica como recursos didáticos. Para os respondentes E01MG4, D01MEM e D06TTS,

as ferramentas se constituem como “recursos de estruturação e comunicação de ideias”. Isso significa que esses respondentes percebem essas ferramentas como potenciais organizadores de pensamento, pois, para a sua programação, é necessária a concepção de uma sequência lógica previamente planejada. Essa necessidade pode ser percebida ante o não funcionamento do dispositivo ou do programa da forma como foi previsto.

Outros três respondentes vislumbram as ferramentas apontaram as ferramentas como potencializadoras de interesse ou de aprendizagem (D03FEM, D04PES e D09MPG). Também foram obtidas menções à contextualização de conteúdos (E03MG3, D03MEF e E04MPG) e ao potencial para ações de problematização (D07MES).

Nesse sentido, pode-se interpretar que os respondentes vislumbram a utilização de ferramentas de programação e robótica educacional como geradoras de situações a-didáticas. De acordo com Brousseau (1996), tais situações podem apresentar-se como sendo de três tipos: ação, formulação e validação. Quando se deparam com a situação, os sujeitos agem (situação de ação) sobre o meio efetuando “trocas de informação não codificadas ou sem linguagem” (p.94). Em seguida, após algumas tentativas de resolução, os referidos sujeitos passam a efetuar tentativas de comunicação (situação de formulação), por meio de “trocas de informação codificadas numa linguagem” (id). Por último, no sentido de estabelecer um modelo válido (situação de validação), passam a efetuar “trocas de juízo (ou de opinião)” (BROUSSEAU, 1996, p.94. Com isso, é possível vislumbrar uma estruturação de um discurso logicamente organizado, o qual é a base para elaborar um roteiro de programação. Esse processo, visto por Brousseau (1996) como algo semelhante a um jogo em que, a cada fase, o aluno deve efetuar ações, construir estratégias e testá-las em uma nova etapa de ação, voltando a reconstruí-las e validá-las, e assim sucessivamente, até obter êxito na tarefa estabelecida.

O respondente E02MG1 vê as ferramentas de programação e robótica como prováveis dificultadores de aprendizagem. Contudo, em sua caracterização, o respondente afirmou não ter muito conhecimento sobre esses recursos, muito menos sua aplicabilidade no ensino. Apesar disso, é preciso considerar a sua opinião, pois, de fato, alguns estudantes não desenvolveram habilidades necessárias para estruturar seu pensamento de forma simbólica e, talvez, esse fato tenha motivado a resposta apresentada pelo citado respondente. Assim, é preciso atenção nesse caso para não recair num dos efeitos apontados por Brousseau (1996, p.42-47), especialmente o efeito Topázio, que consiste numa ação do professor de fornecer a resposta correta para um desafio, ante o insucesso do aluno, ou seja, “o professor acaba por se encarregar do essencial do trabalho” (p.42).

Para a questão sobre os benefícios para a aprendizagem, analisada no quadro 4, houve uma convergência para cinco categorias: (i) desenvolvimento do raciocínio lógico, do pensamento algébrico, aritmético e/ou matemático (E01MG4, D04PES, D06TTS, D01MEM e D03MEF); (ii) atratividade (E01MG4, E02MG1, D02FEM, D03FEM e D04PES); (iii) estímulo ao protagonismo, à autonomia intelectual, às habilidades de pesquisa e/ou à criatividade

(D01MEM, E03MG3, D03MEF, D04PES, D08MEF e D09MPG); (iv) aprimoramento de estratégias resolutivas (D01MEM, E03MG3 e D06TTS); (v) contextualização e/ou construção de significados para o conteúdo e extrapolação dos materiais didáticos habituais (D03MEF, E04MPG, D06TTS, D07MES, D08MEF e D07MES).

É possível notar que alguns dos respondentes foram alocados em mais de uma categoria, demonstrando que houve uma grande diversidade de percepções quanto a esse item. Não foram notadas categorias de caráter negativo, mesmo que um dos respondentes tenha se referido dessa forma na questão anterior. Interpretando a opinião dos respondentes, é possível inferir que as atividades de programação e robótica são vistas como potencializadoras da aprendizagem, da autonomia intelectual, das habilidades resolutivas. Além disso, são vistas como atrativas, seja por conta do apelo visual, seja pela atmosfera inovadora que suscitam no meio escolar. De fato, como foi citado anteriormente, tais atividades podem se constituir como oportunidades de estabelecer relações entre “pessoas, objetos e aspectos da realidade” (FILATRO, 2010, p.46).

Outro aspecto a ser considerado, e que pode ser relacionado a uma abordagem construcionista, é o estímulo à autonomia e à criatividade. “O construcionismo envolve uma estratégia para a aprendizagem de conceitos inerentes aos saberes escolares, principalmente os que podem ser relacionados à construção e programação de dispositivos” (RIBEIRO DOS SANTOS; MACIEL PINHEIRO, 2014, p.5-6). Por esse motivo, é possível relacionar o construcionismo ao desenvolvimento de autonomia e protagonismo, pois

Quando se dedica à tarefa de construir um dispositivo, um roteiro de programação, um planejamento, ação característica de uma abordagem construcionista, o indivíduo parte de uma situação eleita ou proposta, a qual necessita de um tratamento resolutivo. Então, ele mobiliza seus invariantes operatórios, ou seja, conhecimentos prévios já consolidados em forma de esquemas resolutivos, constituídos de procedimentos, algoritmos, formas discursivas, argumentação, entre outros elementos. Após resolver a questão, explicita os resultados através dos elementos do terceiro conjunto, ou seja, formas linguísticas e não linguísticas, comunicando tais resultados, além de visualizar elementos que lhe permitem refletir e analisar erros no processo ((RIBEIRO DOS SANTOS; MACIEL PINHEIRO, 2014, p.6-7).

Essa percepção se coaduna com a proposta desenvolvida por Papert (1980; 2008), que estabeleceu na década de 1960 as bases de atividades de programação e robótica como recursos de aprendizagem. Para o citado autor, a autonomia e o protagonismo são elementos essenciais para o desenvolvimento intelectual da criança, pois, ao sentir que tem capacidade de construir um dispositivo, um programa ou um mecanismo, ela é capaz de perceber os limites e as possibilidades de suas ações sobre os objetos com que interage.

No que se refere às expectativas dos respondentes quanto ao futuro das atividades de programação e robótica nas escolas, pode-se perceber uma diversidade de opiniões. Em geral, os respondentes estabelecem relações de dependência em relação à disponibilidade de recursos financeiros, à adesão dos estabelecimentos escolares e dos



profissionais de ensino, às políticas públicas e promoção de formação adequada para os docentes, às demandas sociais pela inserção da temática nos currículos escolares e à exploração de limites e possibilidades dos recursos didáticos. Nesse sentido, é possível vislumbrar um caráter reivindicatório, mas com uma expectativa positiva e manifestação de vontade pessoal em inovar as estratégias de ensino. No entanto, percebe-se que há pouco conhecimento em relação a trabalhos como o de Da Rocha (2017), que, a despeito da pouca disponibilidade de recursos, implementou uma estratégia didática interessante com o uso de uma ferramenta de programação de fácil implementação.

Em relação aos impactos no currículo e na organização didático-pedagógica dos estabelecimentos escolares advindos da implementação das atividades de programação e robótica, foram identificadas três categorias: (i) mudanças estruturais, curriculares e/ou formativas, observadas nos discursos dos respondentes E01MG4, D01MEM, E03MG3, D04PES, E04MPG e D08MEF; (ii) a escola como instância de produção de conhecimento e promotora de benefício social, expressas por D02FEM e D03MEF; (iii) o envolvimento de docentes e discentes em atividades extracurriculares, identificados nas falas de D03FEM e D08MEF. Dentre os respondentes, quatro não tiveram elementos para responder à questão, tendo em vista não estarem ligados a estabelecimentos escolares de educação básica (E02MG1, D06TTS, D07MES e D09MPG).

#### **4 | ALGUMAS CONSIDERAÇÕES**

Sintetizando as análises ora realizadas, é possível evidenciar que as atividades de programação e robótica, a despeito de algumas dificuldades e fatores externos de impacto negativo, são vistas como estratégias que podem introduzir um caráter inovador no meio escolar. De fato, além de se constituírem como potencializadoras de aprendizagem, as citadas atividades são dotadas de uma atratividade inerente, tendo em vista o apelo inovador e o caráter desafiador, semelhante ao encontrado em jogos eletrônicos, que são inerentemente atrativos.

É preciso destacar que há muitos desafios a serem superados. Porém, tais desafios, apontados pelos próprios respondentes, não podem ser vistos como fatores impeditivos da implementação de algumas das atividades, pois a maior parte dos estabelecimentos escolares têm a estrutura necessária para implementá-las, bastando um investimento não muito dispendioso na formação docente. Dessa forma, entende-se que as perspectivas são promissoras.

A análise ora conduzida não tem a pretensão de ser definitiva, muito menos de esgotar a obtenção de significados. Contudo, diante do limite estabelecido para o número máximo de páginas para o presente relato, optou-se por encerrar por aqui. Assim, é possível que os dados obtidos possam fornecer, por meio de um maior aprofundamento analítico, outras interpretações, que poderão gerar outros trabalhos do gênero.

É preciso evidenciar, também, que, por fazer parte de um trabalho de pesquisa mais extenso, os dados ora analisados poderão ser reutilizados, pois deles podem ser extraídos significados importantes para estabelecer relações mais aprofundadas entre a utilização de atividades de programação e robótica no ensino e a aprendizagem de conceitos matemáticos.

## REFERÊNCIAS

BENITTI, Fabiane B. V. Exploring the educacional potential of robotics in schools: a systematic review. **Computers & Education**, v. 58, i. 3, 2012, p.978-988.

BORBA, M. C.; DA SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.

BROUSSEAU, G. Fundamentos e Métodos da Didáctica da Matemática. In: BRUN, J. **Didática das Matemáticas**. Tradução de: Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 35-113.

DA ROCHA, K. C. **Programação em Scratch na sala de aula de matemática**: investigações sobre a construção do conceito de ângulo. 2017. 211f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, 2017. Disponível em <https://goo.gl/WFD1Zp>, acesso em 30/05/2018.

DOS SANTOS, C. F. R.; ISHIKAWA, E. C. M.; PINHEIRO, N. A. M.; DOS SANTOS Jr., G.; FRASSON, A. C.; PILATTI, L. A. Tecnologia da informação e comunicação nas produções acadêmicas do Programa de Pósgraduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da UTFPR. **Revista Espacios**, v.36(08), 2015, p.18-32.

FILATRO, A. **Design instrucional contextualizado**: educação e tecnologia. 3 ed. São Paulo: Ed. Senac, 2010.

GOOGLE. Formulários. Disponível em <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>, acesso em 24/07/2018.

MIT, Massachusetts Institute of Technology. **Scratch**. Boston: MIT Media Lab, 2011. Disponível em <http://scratch.mit.edu>, acesso em 30/05/2018.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, (Bauru) [online]. 2003, vol.9, n.2, pp.191-211. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf>, acesso em 24/07/2018.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v12n1/08.pdf>, acesso em 24/07/2018.

PAPERT, S. **Mindstorms**: children, computers, and powerful ideas. New York: Basic Books, Inc., 1980.

PAPERT, S. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

RIBEIRO DOS SANTOS, C. F. ; MACIEL PINHEIRO, N. A. Uma experiência construcionista com professores da educação básica do estado do Paraná (Brasil). Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. **Memorias...** Buenos Aires (Argentina), 12 a 14 novembro 2014. Disponível em <http://www.oei.es/congreso2014/memoriactei/1318.pdf>, acesso em 10/03/2015.

## A SEMIÓTICA PEIRCEANA, OS NÍVEIS DE COMPREENSÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO E AS MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES: UM ESTUDO ENVOLVENDO OS TRÊS REFERENCIAIS E O CONTEÚDO SOLUBILIDADE QUÍMICA

Data de aceite: 01/06/2022

### Maysa de Fátima Moraes Frauzino

Universidade Estadual de Londrina, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática  
Londrina - PR  
<http://lattes.cnpq.br/5819298976588591>

### Elaine da Silva Ramos

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologias  
Dourados - MS  
<http://lattes.cnpq.br/6592273228756518>

### Carlos Eduardo Laburú

Universidade Estadual de Londrina, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática  
Londrina - PR  
<http://lattes.cnpq.br/7608531416003323>

**RESUMO:** A disciplina de química compreende uma extensa quantidade de conceitos que trazem dificuldades frequentes para os estudantes. Esses obstáculos geralmente advêm de deficiências conceituais anteriores, que possuem relação com o nosso sistema cognitivo e funciona a partir de um nexó triádico, isto é, mediante a relação existente entre signo, objeto e interpretante. A abordagem semiótica reconhece distintos modos representacionais como significantes e interpretantes dos signos, o que têm motivado e contemplado o referencial multimodal de representações como promotores

da aprendizagem. Uma dessas aplicações pode ser utilizada na aprendizagem do conteúdo de Solubilidade Química, pois, na maioria das vezes ele não é apresentado por meio da diversificação representacional, acarretando em um maior desinteresse em aprender química. Este trabalho tem como finalidade apresentar uma proposta de aproximação entre os referenciais das múltiplas representações, dos níveis de compreensão do conhecimento químico e da semiótica de Peirce, atreladas ao ensino do conteúdo Solubilidade Química.

**PALAVRAS-CHAVE:** Multimodos e múltiplas representações, Semiótica de Peirce, Solubilidade Química, Ensino e Aprendizagem.

### PEIRCEAN SEMIOTICS, THE UNDERSTANDING LEVELS OF CHEMICAL KNOWLEDGE AND MULTIPLE REPRESENTATIONS: A STUDY INVOLVING THE THREE FRAMEWORKS AND THE CONTENT CHEMICAL SOLUBILITY

**ABSTRACT:** The chemistry course comprises a wide range of concepts that often pose difficulties for students. These obstacles usually come from previous conceptual deficiencies, which are related to our cognitive system and work from a triadic nexus, that is, through the existing relationship between sign, object and interpretant. The semiotic approach recognizes different representational modes as signifiers and interpreters of signs, which has motivated and contemplated the multimodal referential of representations as promoters of learning. One of these applications can be used in the

learning of Chemical Solubility content, because, in most cases, it is not presented through representational diversification, resulting in a greater lack of interest in learning chemistry. This work aims to present a proposal of approximation between the references of multiple representations, levels of understanding of chemical knowledge and Peirce's semiotics, linked to the teaching of Chemical Solubility content.

**KEYWORDS:** Multimodes and multiple representations, Peirce's Semiotics, Chemical Solubility, Teaching and Learning.

## 1 | INTRODUÇÃO

A química compreende uma extensa quantidade de conceitos que trazem adversidades frequentes para os estudantes. Uma delas pode ser em relação as dificuldades na aprendizagem de alguns conceitos químicos e uma delas está ancorada no estudo do conceito de Solubilidade Química. A partir de indagações pessoais e de conversas com professores atuantes do Ensino Médio, foi possível trazer algumas inferências do porquê isso ocorre como: estudantes comumente confundem ou tendem a generalizar os termos densidade e solubilidade; assim como os conceitos de solução e mistura, e ainda apresentam dificuldades na interpretação de gráficos e nos cálculos que envolvem o coeficiente de solubilidade. Porém a dificuldade dos estudantes no estudo da Solubilidade Química geralmente é decorrente de deficiências conceituais anteriores como, por exemplo, o estudo da formação das ligações inter e intramoleculares, assim como os conceitos de mistura e substância.

De acordo com Johnstone (2000), os estudantes possuem uma predisposição a explicar os fenômenos químicos e científicos somente sob a perspectiva macroscópica, pois, possuem dificuldades e suporte teórico insuficientes para compreender fenômenos que exijam um elevado nível de abstração. Segundo Carmo e Marcondes (2008) a compreensão do conceito de solubilidade traz a exigência para os alunos reorganizarem as suas concepções sobre o conceito, passando de níveis de compreensão menos para mais complexos, porém isso não é comumente observado. o que se percebe é a valorização dos aspectos quantitativos em detrimento dos aspectos qualitativos (ECHEVERRIA, 1993).

Um dos fatores que pode auxiliar para o avanço dessa compreensão são as formas como os estudantes habitualmente entendem os fenômenos científicos. Na maioria das vezes estão enraizados em concepções alternativas muito persistentes e que dificilmente se alteram após muitos anos de instrução científica (POZO; CRESPO, 2009). Essas questões que dizem respeito as concepções alternativas, apontam para a necessidade de se rever como os conteúdos químicos estão sendo ensinados. Partindo dessa mesma linha de raciocínio, existem autores que consideram o ensino de solubilidade importante e necessário para a aprendizagem posterior de outros conceitos como por exemplo, o conceito de interação e polaridade das substâncias na química orgânica (OLIVEIRA et al., 2009). O porquê da escolha pelo conteúdo Solubilidade Química nesse trabalho, deve-

se a alguns fatores, sendo eles: a aprendizagem de outros conceitos científicos como citado anteriormente; envolve a utilização de várias formas e modos representacionais como por exemplo, linguagem verbal-oral, verbal-escrita, gráfica, tabular, cálculo, gestual, experimental, pictórica, entre outras. Como afirma Lemke (2003), aprender ciência envolve, um desafio representacional em uma variedade de contextos. As diferentes representações de um conceito só têm sucesso à medida em que traduzem uma representação para outra, bem como a capacidade de integrá-las dentro do discurso científico.

Em consonância com Pozo e Crespo (2009) o rompimento entre a ciência que é ensinada e os próprios estudantes é cada vez maior, ocasionando assim uma autêntica crise na cultura educacional. Desse modo, é necessário adotar novos métodos e objetivos para o ensino dos fenômenos científicos. Por isso, o intuito desse trabalho é apresentar a importância e necessidade de um ensino pautado na multimodalidade representacional quando se trabalha o conceito de Solubilidade Química. Para isso, esse trabalho tem o propósito de mostrar uma integralização entre os referenciais das Múltiplas Representações, os Níveis de Compreensão do Conhecimento Químico e a Teoria de Significação e Representação de Charles Peirce, como uma possibilidade norteadora e que pode ser utilizada e pensada pelo professor em sala de aula, de modo a contribuir para um aprendizado com maior significado dos estudantes em relação ao conteúdo solubilidade, posto que a sala de aula é constituída por um ambiente heterogêneo. Com isso, são apresentados nos tópicos subsequentes os referenciais anteriormente citados.

## **2 | MULTIMODOS E MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA**

Sabe-se que a falta de motivação no Ensino Médio e nos anos finais do Ensino Fundamental é um problema corriqueiro com o qual muitos professores se deparam em suas aulas. A falta de interesse dos estudantes pelas disciplinas e de um modo bem específico pelas ciências exatas como a química, física e matemática é uma realidade que deve ser confrontada. Contudo, muitos professores, mesmo cientes do problema em questão, não sabem como contorná-lo de modo a aguçar a curiosidade e o interesse dos estudantes pelo aprender ciências. A questão que fica é a seguinte: a motivação é uma questão que diz respeito somente aos estudantes ou é o próprio sistema de ensino que não motiva esses estudantes a aprender?

Um dos fatores para o aumento do desinteresse dos estudantes em aprender tem como causa principal a falta de êxito nas atividades escolares propostas. É preciso entender que a sala de aula se constitui em um ambiente muito diversificado e que cada estudante apresenta determinadas facilidades e dificuldades. Contudo, se o professor continuar ensinando de forma limitada, se mantendo apreensivo por sair da sua zona de conforto, os estudantes continuarão desgostando de ciências. É por esse motivo que se acredita que o professor em sala de aula deve explorar as potencialidades de seus estudantes e isso só

será possível se o ensino for plural, isto é, deve-se utilizar e explorar as várias formas e modos de ensinar um mesmo conceito científico.

Nas pesquisas da área de Educação Científica, existe um crescente reconhecimento de que a aprendizagem dos conceitos e métodos que se utilizam são realçadas quando estão associados a compreensão da diversidade representacional e, conseqüentemente, ao ensino de várias linguagens, símbolos, palavras, imagens, ações etc (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2011, p. 471).

Ao se propor estratégias que busquem promover o aprendizado dos estudantes, podemos encontrar nos referenciais semióticos, fundamentos que podem ser desenvolvidos no ensino de ciências, devido ao fato da classificação que esta ciência faz sobre a linguagem, categorizando-a como verbal, oral ou escrita, e não verbal, ou seja, fazem referência a utilização de imagens; gráficos; gesticulações; números; utilização de setas; expressões corporais; sons musicais, entre outros (SANTAELLA, 2005, p, 10). Assim sendo, a abordagem semiótica reconhece diferentes modos representacionais como significantes e interpretantes dos signos, o que têm motivado recentemente, pesquisas em educação científica (LEMKE, 2003; PRAIN; WALDRIP, 2006), passando a contemplar o referencial multimodal de representações como recursos promotores da aprendizagem com um maior significado.

De acordo com Prain e Waldrrip (2006) a representação “múltipla” condiz com a prática de re-representar um mesmo conceito por meio de formas diversas, incluindo modalidades verbais, numéricas e gráficas, como também exposições repetidas do estudante ao mesmo conceito. Contudo, a representação “multimodal” trata-se da integração no discurso científico, fazendo uso de modalidades distintas para representar o raciocínio, conceitos científicos e seus resultados. Os mesmos autores ainda consideram que, em níveis primários de aprendizagem, os estudantes necessitam incorporar as representações multimodais e múltiplas dos conceitos científicos, isto é, é necessário compreender, traduzir e integrar essas modalidades como parte do aprendizado.

Aprender ciências envolve, forçosamente, um desafio representacional em uma variedade de contextos. As diferentes representações de um conceito só têm sucesso à medida em que traduzem uma representação para outra, bem como a capacidade de empregá-la em um discurso integrado (LEMKE, 2003 p. 7), (PRAIN; WALDRIP, 2006, p. 1844). Ao interagir com distintas representações os estudantes aprendem conceitos por meio da integração funcional entre os diferentes modos, situados em um contexto que promova seu raciocínio científico, munindo-os de ferramentas, métodos e meios similares aos do trabalho dos cientistas (LEMKE, 2003). Além do mais, os estudantes têm a possibilidade de poder discursar sobre a fundamentação científica e conclusões dos conceitos a serem compreendidos e aprofundados. Ainda dentro da perspectiva multimodal, pode-se dizer que ela envolve e permite interações significativamente contextualizadas no momento em que é dada aos estudantes a oportunidade para que demonstrem suas habilidades (WALDRIP

et al., 2006, p. 87- 88).

Os multimodos de representações vão ao encontro com os princípios atuais da pedagogia que enfatizam as necessidades de aprendizagens individuais e preferências dos estudantes juntamente com a interação ativa de suas ideias e evidências (TYTLER apud PRAIN; WALDRIP, 2006, p. 1844). Ao reforçar essa ideia, percebe-se que os estudantes apresentam histórias, gostos e motivações singulares, portanto, se faz necessário pensar em uma prática plural de ensino, dada as múltiplas identidades microculturais presentes no cotidiano escolar (LABURÚ; CARVALHO, 2005, p. 83-84). Conforme profere Krasilchik (2004, p. 77),

Qualquer curso deve incluir uma diversidade de modalidade didáticas, pois cada situação exige uma solução própria; além do que, a variação das atividades pode atrair e interessar os alunos, atendendo às diferenças individuais (KRASILCHIK, 2004, p. 77).

Está aí uma importante argumentação para que os professores incluam em suas aulas a diversidade didática e façam com que seus estudantes saibam trabalhar um mesmo conceito nas diferentes representações que essa ciência nos é apresentada, assim como integrá-las e sustentá-las coordenadamente dentro do discurso científico. Isso pode ser melhor compreendido se entendemos essa vertente relacionada aos níveis de compreensão do conhecimento químico.

### **3 | OS NÍVEIS DE COMPREENSÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO E A SUA APROXIMAÇÃO COM A SEMIÓTICA DE PEIRCE**

Em consonância com Johnstone (2000) o aprendizado da Química implica na compreensão de três aspectos fundamentais, sendo eles: a observação dos fenômenos naturais (universo macroscópico); sua representação em linguagem científica (universo simbólico), e o real entendimento dos átomos, íons e moléculas (universo submicroscópico).

Outros pesquisadores brasileiros (LEMES et al., 2010) complementam a ideia de Johnstone, ao considerar associados e estes três universos mencionados, os níveis: fenomenológico, que está vinculado aos sentidos; representacional, relacionado ao uso de símbolos, fórmulas e equações; teórico-conceitual, constituído pela manipulação mental de entidades abstratas como os átomos e moléculas. Ainda em relação aos mesmos autores, é no nível teórico-conceitual onde se concentra a maior dificuldade do ensino, e também dos estudantes.

Existe uma tendência de os estudantes explicarem os fenômenos químicos no plano macroscópico, pois, dificilmente possuem competências ou recursos simbólicos suficientes, no plano mental, para compreender as transformações químicas em um nível que requer uma maior capacidade de abstração (JOHNSTONE, 2000).

Consequentemente, para que o conhecimento científico seja alcançado, é necessário



que o estudante perpassa por essas três interfaces. A utilização de representações sejam elas propositivas, modelagens ou imagens mentais, não restringem-se a ambientes específicos mas, são usados para resolver problemas sejam eles no âmbito escolar, de trabalho ou familiar (JOHNSON-LAIRD, 1983).

A representação da informação então, transcende nossa vivência, os propósitos da inferência e nossa predisposição ao usar inteligivelmente os códigos de representação. Portanto, em anuência com Eisenck e Keane (1990), as pessoas não assimilam o mundo exterior de forma direta, elas produzem representações mentais e internas dele.

Na Semiótica Peirceana é o signo que estimula a representação, uma vez que ele é percebido como sendo algo que, sob certo aspecto ou de algum modo, representa alguma coisa para alguém. Sucintamente, destina-se a alguém, isto é, engendra no âmago dessa pessoa, um signo equivalente ou talvez um signo mais desenvolvido. O signo produzido denomina-se interpretante do primeiro signo. O signo representa alguma coisa, isto é, seu objeto. Contudo, representa esse objeto não em todos os seus aspectos, mas com referência a um tipo de ideia ou essência do representamen (PEIRCE, 2005).

De acordo com Silva (2007), para cada dimensão do conhecimento químico se sobressaem determinadas qualidades semióticas de significação. No nível macroscópico do conhecimento químico sobressaem-se as relações indiciais e simbólicas; no nível submicroscópico tem-se predominantemente as relações icônicas e simbólicas de significação; e no nível simbólico do conhecimento químico, encontram-se todas as qualidades de significação semiótica, sendo elas as icônicas, simbólicas e indiciais. Pode-se dizer assim, que um modelo científico é mediado por um sistema formal teórico e sua interpretação (ADÚRIZ-BRAVO, 1997).

Resumidamente pode-se dizer que gráficos, figuras, equações, metáforas, por exemplo, dependendo de quem os interpreta, podem ser utilizados como ícones, símbolos ou índices. Para um professor, primeiramente podem ser símbolos, todavia, para os estudantes que estão iniciando seu entendimento acerca de determinado conceito, podem se constituir de um caráter mais icônico que com o decorrer do tempo e das atividades desenvolvidas pelo professor, se tornam o símbolo genuinamente representado.

Charles Peirce desenvolveu uma teoria cujo enfoque é a utilização dos fenômenos de significação e representação, em processos cognitivos e comunicativos. Para Peirce, existe uma relação triádica do signo considerada como a base dos processos dialéticos de continuidade e crescimento presentes no mundo real, o qual ele intitula de “semiose” (SANTAELLA, 2005). A definição de semiose por Peirce, se constitui no foco de sua teoria dos signos. Em suma, a semiose designa o processo de significação, isto é, a produção de significados.

A relação triádica existente na teoria Peirceana é categorizada como primeiridade, secundidade e terceiridade. Em síntese, a primeiridade tem relação com a qualidade; a secundidade traz a relação de um objeto com outro objeto e a terceiridade, manifesta a lei

que regula essa relação entre qualidade e objeto (WARTHA; REZENDE, 2011).

Dessa forma, na semióse encontra-se um primeiro correlato, seu representamen ou signo como mediador, o que leva a um segundo correlato, ou seja, o objeto tem relação com um terceiro correlato, sendo este denominado de interpretante. Portanto, o significado adquirido pelo signo, dependerá das interações triádicas ou correlatas existentes (PIRES; CONTANI, 2012). Contudo, é importante salientar que o signo não traz à tona somente objetos existentes no mundo real, podendo assim representar também um objeto perceptível ou imaginável (PIRES; CONTANI, 2012).

O signo, entretanto, não deve representar o objeto em todos os seus aspectos, porém, deve apresentar certa familiaridade com esse objeto (ENGEL- TIERCELIN, 1992). Assim sendo, o exposto anteriormente sustenta a ideia de que a teoria de significação e representação de Charles Peirce vai ao encontro dos níveis de compreensão do conhecimento químico, pois ao transitar de um vértice para outro dessa tríade, há a necessidade de se utilizar uma variedade de formas ou modos, para que haja assim, a conversão e associação de uma linguagem em outra.

#### **4 | O CONTEÚDO SOLUBILIDADE QUÍMICA E SUA APROXIMAÇÃO COM OS TRÊS REFERENCIAIS EM QUESTÃO**

O contexto Semiótico de estudo no âmbito do ensino de Química pode ser identificado, ou no fato da importância dos signos na compreensão dos entes químicos, ou pelo fato de que os conceitos químicos apresentam uma dependência com suas representações.

Dentro de um contexto químico, as categorias semióticas de Peirce podem ser utilizadas com o objetivo de promover um melhor aprendizado e uma melhor compreensão do tema em questão, que no caso é a Solubilidade Química. A primeiridade pode ser utilizada quando o estudante observa pela primeira vez, por exemplo, no quadro, um gráfico, sem fazer referência a nada, a não ser ao comportamento ou traçado registrado, como se fosse uma primeira impressão realmente. A secundidade, dentro de uma situação de ensino, pode ser utilizada, por exemplo, quando o estudante é capaz de, após visualizar um gráfico, o relacionar a um conceito ou situação que envolva química. Já a terceiridade se manifesta quando o estudante consegue de fato, ao visualizar um gráfico, buscar interpretações, generalizações, análises ou explicações plausíveis para tentar responder o fenômeno em questão (WARTHA; REZENDE, 2011).

Em conformidade com Santaella (2005), a tríade semiótica constituída pelo signo, objeto e interpretante é um elemento pelo qual é possível explicar o processo de significação de Charles Peirce. Assim sendo, o significado se desloca nos vértices desse triângulo, onde o signo é a representação de um determinado objeto. Esse objeto recebe duas terminologias, sendo: “objeto imediato”, que é a primeira representação mental daquilo que o signo indica e o “objeto dinâmico”, que é externo ao signo e consiste na atribuição do

signo à sua representação. Em outras palavras, o “objeto dinâmico” equivale ao objeto real, representado tal como ele é. Segundo a teoria de Peirce, não é possível acessar o objeto dinâmico (objeto real) sem antes manifestar o objeto imediato.

O acesso representativo ao objeto dinâmico é simultâneo com a observação colateral (conhecimento prévio com o que o signo denota) que permite o acesso à realidade (SILVEIRA, 2010). Já o interpretante seria o efeito causado por um signo na mente de um indivíduo, e dessa forma, o signo só exercerá sua função se for interpretado (SANTAELLA, 2005). Fórmulas químicas, diagramações, analogias, constituem-se em signos que possuem perdas em sua representatividade e dessa forma, podem se apresentar como sendo um signo degenerado, pois somente dá acesso a iconicidade de um objeto. Essa degradação do signo significa, em outras palavras, a ausência do aspecto indicial, isto é, aquilo que demonstra a sua existência, o objeto propriamente representado.

No processo de ensino e aprendizagem de conteúdos científicos, como por exemplo na aprendizagem em química, deve-se levar em consideração a possibilidade de um signo não possuir seu objeto dinâmico, como é o caso de alguns conceitos químicos como íons, moléculas e átomos, que são descritos por modelos, sendo esses modelos que comprovam a sua existência (WARTHA; REZENDE, 2011).

Tendo em vista que o conceito de Solubilidade envolve muitas terminologias que são similares, é recorrente que os estudantes cometam equívocos no tocante a aprendizagem deste conteúdo, que está contido dentro de um conteúdo maior, que é o de soluções. Como hipóteses iniciais, têm-se que os estudantes tendem a “generalizar” os termos solução e mistura, densidade e solubilidade e que a água sempre se constitui em solvente, dado a célebre frase “a água é o solvente universal”. Incoerências conceituais iniciais como a definição de solução, soluto e solvente, acabam aumentando as dificuldades no aprendizado e no entendimento de conceitos submicroscópicos que são importantes para a compreensão do tema solubilidade, como por exemplo, as questões de polaridade e das interações intermoleculares.

Nota-se que um equívoco conceitual se perpetua no entendimento de um próximo assunto, pois, para existir uma boa compreensão do conteúdo em questão deve-se ter um bom entendimento de conceitos anteriores, que resultarão em uma aprendizagem de conceitos que serão posteriormente estudados. A função do professor em sala de aula é atuar como um mediador em alguns momentos do desenvolvimento das aulas e das atividades, e em outros pontos, mostrar e ensinar ao estudante que o conteúdo Solubilidade pode ser abordado por diversas maneiras, o que pode contribuir para uma melhor aprendizagem do estudante dado ao fato que cada um possui um estilo ou uma preferência por aprender.

O papel do professor canaliza-se para a estimulação do interesse, direção e planejamento das atividades, orientar os estudantes em suas construções de conhecimento conforme os conteúdos conceituais e procedimentais (ZABALA, 1998), além de dirigir discussões pertinentes ao assunto em pauta. No decorrer das aulas, espera-se que os

estudantes tenham contato com diversas modalidades para a representação do conceito Solubilidade Química, tais como a utilização de mapas conceituais; experimentação; gesticulação; cálculo do coeficiente de solubilidade, desenho; construção de gráficos; tabelas e solução de problemas que permitam maior integração e comunicação entre os estudantes e o professor.

Ao tentar relacionar a semiótica Peirceana ao Ensino de Química, mais especificamente, ao conceito de Solubilidade Química, têm-se por exemplo, o estudo da influência da temperatura na solubilidade de alguns sais. O fator temperatura pode ser utilizado como referência para a análise na busca da primeiridade, secundidade e terceiridade, assim como na identificação da objetivação, interpretação e significação, mediante a apresentação de uma “curva de solubilidade”, que corresponde ao comportamento gráfico de certas substâncias em distintas temperaturas.

A primeiridade se apresenta no instante em que o estudante visualiza essa representação ou o traçado gráfico. Durante esse primeiro momento, os estudantes em contato com o signo podem não saber a qual fenômeno químico a representação faz referência. Ao se tratar da qualificação dos signos, a representação gráfica diz respeito a uma qualidade da situação de estudo que está sendo proposta, podendo-se tratar de um quali-signo (relação de significação); na relação com o objeto (objetivação) é um ícone (figura) pois, ainda será caracterizado; e na relação sígnica com o interpretante na mente dos estudantes, constituirá uma rema.

Em suma, se as relações de significação, objetivação e interpretação forem bem-sucedidas, o professor pode concluir que houve uma aprendizagem por parte dos estudantes em relação ao tema proposto (WARTHA; REZENDE, 2011). A partir do instante em que os estudantes relacionam-se com o signo gráfico (qualisigno), origina-se um interpretante remático, e posteriormente, com as informações advindas de um texto ou de algum comentário que acompanha o signo gráfico, os estudantes proponham-se a investigar, estudar e indagar-se em quais temperaturas os sais apresentam comportamento idêntico ou discrepante quando em contato com o mesmo solvente. Desse modo, a partir do estudo do fenômeno solubilidade, os estudantes estarão estabelecendo relações de secundidade, isto é, um estado de dependência entre o problema averiguado e a existência de algo a ser solucionado (WARTHA; REZENDE, 2011).

Os aspectos submicroscópicos, como por exemplo, o entendimento dos conceitos de polaridade e interações moleculares, que são importantes para a compreensão do conteúdo solubilidade química, constituem-se de relações de secundidade. Quando o estudante consegue “transitar” de uma representação (ou signo) a outro, pode-se dizer que houve uma multimodalidade representacional e que os estudantes conseguiram atingir a terceiridade proposta por Peirce, pois, eles foram capazes de produzir generalizações e outras interpretações a respeito do comportamento das substâncias. Pode-se dizer que dentro do conhecimento químico, os signos, de acordo com o contexto em que são

empregados, podem assumir qualidades indiciais, simbólicas ou icônicas.

Em cada dimensão do conhecimento químico, seja ele o nível macroscópico, submicroscópico ou simbólico, haverá a predominância de uma qualidade semiótica de significação Peirceana. No nível macroscópico, predominam as relações indiciais e simbólicas. Contudo, no submicroscópico, prevalecem as relações icônicas e simbólicas. Já no nível simbólico, são encontradas todas as relações de significação. Portanto, é no nível simbólico onde os estudantes encontram os maiores obstáculos no Ensino de Química (SILVA, 2007), e isso poderá ser suplantado ao se trabalhar com o referencial da multimodalidade representacional.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Química possui uma diversidade de conceitos que podem ser abordados por meio da multimodalidade representacional, entre eles temos a Solubilidade Química. Proceder com os conceitos dessa forma é importante pois os estudantes possuem diferentes modos de pensar e aprender que podem e devem ser explorados pelos professores.

Espera-se que, por meio da exploração de distintos modos e formas (signos) para explicar a Solubilidade e levando em consideração que cada estudante tem uma preferência diferente por aprender, haja uma melhor aprendizagem e compreensão do tema abordado; que os equívocos conceituais e a visão reducionista dos estudantes frente a alguns termos seja revisada e superada; que estimule o interesse dos estudantes por aprender; que os estudantes consigam fazer associações mais sólidas, ou seja, projetar o que aprendeu na resolução de outras questões que venham a vivenciar futuramente.

Também é esperado que os estudantes compreendam que o estudo da Solubilidade não é isolado, isto é, este conhecimento depende de outras interações conceituais como a citar a questão da polaridade e a forma como os átomos e as moléculas interagem para formar determinada substância ou material. É importante que os estudantes entendam que para uma compreensão macroscópica dos fenômenos, é necessário entender como os fenômenos comportam-se submicroscopicamente.

Para que os estudantes compreendam conceitos é necessário que os mesmos sejam levados a pensar nas diferentes linguagens que a química possui e saber trabalhar com elas nos diversos contextos que lhes são apresentados. Com o auxílio dos referenciais da semiótica de Pierce, da multimodalidade representacional e dos níveis de compreensão que um conceito químico possui, espera-se que os estudantes aprendam os conceitos em toda sua totalidade e não de forma fragmentada, fazendo uma rede de conhecimentos cada vez mais necessários para a aprendizagem química.

Por fim, apresentamos e mostramos nesse trabalho que os três referenciais, quando concatenados, podem auxiliar os professores para que consigam trabalhar por meio de estratégias didáticas mais sólidas, contribuindo assim para uma melhor ressignificação e

apreensão do conteúdo de Solubilidade Química.

## REFERÊNCIAS

ADÚRIZ-BRAVO, A.; GALAGOVSKY, L. Modelos científicos y modelos didácticos em la enseñanza de las ciencias naturales. **Actas de la X Reunión de Educación en Física**. 1997, Mar del Plata: Argentina.

CARMO M.P.; MARCONDES, M. E.R. Abordando Soluções em Sala de Aula –uma Experiência de Ensino a partir das Ideias dos Alunos. **Química Nova na Escola**. 2008;28:37-41. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc28/09-AF-1806.pdf> Acesso em: 12 mar. 2022.

ECHEVERRIA, A.R. **Dimensão empírico-teórica no processo de ensino-aprendizagem do conceito soluções no Ensino Médio**. 1993. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas, 1993.

ENGEL-TIERCELIN, C. Vagueness and the Unity of C. S. Peirce's Realism. *Transactions of the Charles. S. Peirce. Society*. V. XXVIII, n. 1, 1992, p. 51-82.

EYSENCK, M.; KEANE, M. **Cognitive Psychology a student's handbook**. Lawrence Erlbaum Associates Ltd., Publishers. 2ª reimpressão, 1990.

JOHNSON-LAIRD, P. N. **Mental models**. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: logical or psicological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*. V. 1, n. 1, 2000, p. 9-15.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed.. São Paulo: Ed. da USP, 2004.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; SILVA, O. H. M. Construção dos conceitos de física de estudantes apoiada em relações sintagmáticas e paradigmáticas. **Acta Scientiae**, Canoas, Universidade Luterana do Brasil - ULBRA, v. 16, nº 1, p. 93-113, 2014. Disponível em: < <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/633/838> . Acesso em: 12 set. 2019.

LABURÚ, C. E.; CARVALHO, M. **Educação científica: controvérsias construtivistas e pluralismo metodológico**. Londrina: EDUEL, 2005.

LEMES, A.; SOUZA, F. A. K.; CARDOSO, A. A. Representações para o processo de dissolução em livros didáticos de Química: o caso do PNLEM, **Química Nova na Escola**, V. 32, n. 3, 2010, p. 184-190.

LEMKE, J. L. **Teaching all the languages of science: words, symbols, images, and actions**, 2003<<http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/ilemke/papers/barcelon.htm>>. Acesso em 03 jan. 2017.

OLIVEIRA, S. R., GOUVEIA, V. P., QUADROS, A. L. Uma reflexão sobre a aprendizagem escolar e o uso do conceito de solubilidade/miscibilidade em situações do cotidiano: concepções dos estudantes. **Química Nova na Escola**, V. 31, n. 1, 2009, p. 23-30.

PEIRCE, C.S. **Semiótica**. São Paulo. Ed. Perspectiva, 2005.

PIRES, J. B.; CONTANI, M. L. **O Caráter Normativo da Semiótica para a Organização da Informação e do Conhecimento**. Londrina: EDUEL, 2012. Cap. 2. (p. 37-62)

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o Ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. An exploratory study os teacher's 'and students' use of multimodal Representations of concepts in primary science. **International Journal of Science Education**, V. 28, n. 15, 2006, p. 1843-1866.

SANTAELLA, L. **O que é semiótica**. São Paulo: Brasiliense, 2005.

SILVA, J. G. **Desenvolvimento de um ambiente virtual para estudo sobre a representação estrutural em química**. 2007. 172 f. Dissertação. Faculdade de Educação USP. São Paulo.

SILVEIRA, L. F. B. **Correspondência Eletrônica para Jorge Pires**. 09 de abr. de 2010.

TYTLER, R.; PETERSON, S.; PRAIN, V. Picturing evaporation: learning science literacy through a particle representation, **Teaching Science**, V. 52, n. 1, 2006, p. 12-17.

WALDRIP, B.; PRAIN, V; CAROLAN, J. Learning Junior Secondary Science through Multi-Modal Representations. **International Journal of Science Education**, V. 11, n. 1, 2006, p. 87-107.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de representação no Ensino de Química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, V. 16, n. 2, 2011, p. 275-290.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

## DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÃO IOT PARA SENSORIAMENTO HÍDRICO EM TEMPO REAL

*Data de aceite: 01/06/2022*

*Data de submissão: 04/04/2022*

### Jorge Otta Júnior

Universidade Tecnológica Federal do Paraná -  
Campus Toledo  
Toledo – PR  
<http://lattes.cnpq.br/9469924633235917>

### Leandro Augusto de Carvalho

Universidade Tecnológica Federal do Paraná -  
Campus Toledo  
Toledo – PR  
<http://lattes.cnpq.br/9336569481042473>

### Pedro Luiz de Paula

Universidade Tecnológica Federal do Paraná -  
Campus Medianeira  
Medianeira – PR  
<http://lattes.cnpq.br/8149364045680042>

**RESUMO:** O crescente aumento da população mundial provoca aumento no uso dos recursos naturais para sua manutenção, sendo um deles, o hídrico. O objetivo deste artigo é realizar um estudo das mecânicas da infiltração e retenção hídrica no solo por meio de sensores para maximizar o uso de água na agricultura e avaliar outras características hídricas do solo. Foram realizados procedimentos de calibração em ambiente controlado baseado nas leituras do método padrão de estufa. O artigo utilizou-se de equipamentos construídos a baixo custo que possibilitarão a reprodução dos resultados alcançados pela comunidade de

desenvolvedores e pesquisadores interessados na continuidade do trabalho apresentado. Foi possível realizar a calibragem dos sensores de umidade possibilitando medição em ambiente controlado. Os dados coletados possibilitaram informações preliminares sobre a infiltração e retenção hídrica dos três solos estudados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Umidade do solo; monitoramento; arduino.

### DEVELOPMENT OF AN IOT SOLUTION FOR REAL-TIME HYDRIC SENSING

**ABSTRACT:** The growing increase in the world population causes an increase in the use of natural resources for its maintenance, one of which is water. The objective of this article is to carry out a study of the mechanics of water infiltration and retention in the soil through sensors to maximize the use of water in agriculture and to evaluate other water characteristics of the soil. Calibration procedures were performed in a controlled environment and the readings of the oven drying method were correlated to the reading of the built humidity sensors. The article used low cost equipment built that will enable easy reproduction of the results achieved by the community of developers and researchers interested in the continuity of the work presented. It was possible to perform the calibration of the humidity sensors allowing measurement in a controlled environment. The collected data provided preliminary information about the infiltration and water retention of the three studied soils.

**KEYWORDS:** Soil moisture; monitoring; Arduino.



## 1 | INTRODUÇÃO

A umidade do solo, variável ambiental, hídrica e climática essencial, afeta fortemente os fluxos de água na superfície do solo com impactos na temperatura e evapotranspiração (Mittelbach, 2012). A interação entre a atmosfera e umidade do solo tem recebido, em anos recentes, crescente atenção na pesquisa do clima (Seneviratne, 2010).

Determinando o balanço de água na zona das raízes e a mecânica de infiltração de água no solo, é possível também determinar a velocidade e eficiência que as culturas plantadas absorvem nutrientes para crescimento. Nota-se uma crescente necessidade de otimização no uso dos recursos hídricos disponíveis considerando-se as crises hídricas reportadas na conjuntura, relatório de responsabilidade da Agência Nacional das Águas (ANA), de acordo com a Resolução nº 58/2006. Entre os anos de 2012 e 2016, a bacia do São Francisco enfrentou forte seca, sendo que em 2015, esse reservatório, do Tocantins-Araguaia e das demais regiões hidrográficas tiveram os menores índices do período (ANA, 2019). Outro motivo de preocupação é a bacia do São Francisco ser umas das 3 bacias componentes do Sistema Interligado Nacional (SIN) que totalizam 266 bilhões de m<sup>3</sup>, cerca de 88% da capacidade de armazenamento do SIN (ANA, 2019).

A demanda pelo uso de água no Brasil é crescente, com aumento estimado de aproximadamente 80% no total retirado de água nas últimas duas décadas e com previsão de aumento de 30% até 2030 (ANA, 2019). O alto uso consome grande parte desses recursos hídricos para produção de alimentos e eletricidade, especialmente no Brasil, um país com grande parte de sua energia produzida por hidrelétricas, com 64,5% da matriz elétrica (ANA, 2019).

De acordo com o Conjuntura de 2017, relatório anual de elaboração de responsabilidade da ANA, 67,2% da vazão média de consumo de 1.109m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> são consumidos pela irrigação tendo a atividade agropecuária no Brasil importante papel para a economia do país.

Visando o fornecimento de informações acerca das condições hídricas do solo, este artigo utiliza um protótipo constituído por um conjunto de sensores de baixo custo para realizar estudo sobre a infiltração e retenção de água em três amostras de textura de solo diferentes em tempo real e em ambiente controlado.

## 2 | METODOLOGIA

O método da estufa é utilizado como método padrão e de referência para realizar a medição do conteúdo gravimétrico da água no solo e consiste em deixar uma quantidade de material com peso conhecido secando em estufa por um período entre 24 e 72 horas a uma temperatura entre 105 e 110°C. A diferença entre o peso do material úmido e o seco é o peso da umidade que estava contida no material analisado (Mantovani, 2009) de acordo com a equação 1, onde  $\mu$  é o peso da amostra úmida e  $M_s$  é o peso da amostra seca:

$$\%Umididade = ((Mu - Ms) / Ms) \cdot 100$$

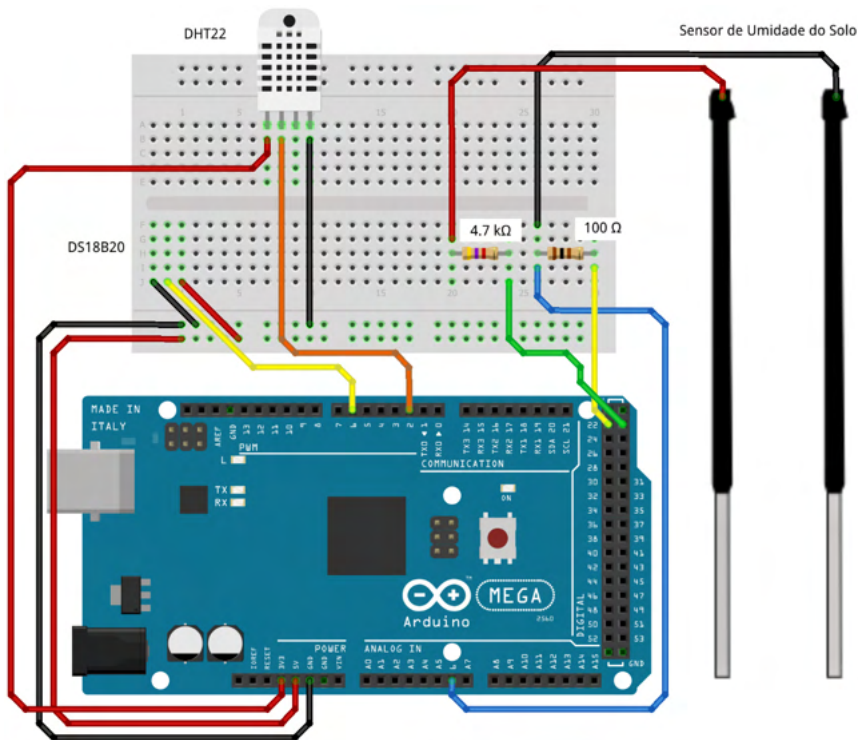
Equação 1 – Fórmula para obtenção da porcentagem de umidade gravimétrica

As principais vantagens desse método são a integridade estrutural da amostra analisada e a alta confiabilidade na medição obtida, além da aplicabilidade para diversos materiais a serem estudados. A grande demora (24 a 72 horas) para obtenção de qualquer leitura e seu caráter destrutivo, impedindo a repetibilidade em uma mesma amostra, são suas principais desvantagens.

Objetivando agilizar a leitura desse importante parâmetro do solo, diversos sensores foram desenvolvidos de modo a realizar a leitura de outro parâmetro como resistência elétrica, capacitância ou pressão, e relacioná-lo com a umidade do solo utilizando leituras obtidas pelo método padrão da estufa (Mantovani, 2009). Segundo Silva et al (2008) para aumentar o nível de precisão é necessário realizar calibrações para adaptar as leituras do sensor ao ambiente em que será utilizado.

Sensores industriais como os citados podem custar R\$ 4.000,00 reais e suas unidades armazenadoras (datalogger) R\$ 3.000,00 adicionais na data de realização deste estudo (15/06/2018). De modo a obter ambientes mais acessíveis, os microcontroladores Arduino e Raspberry foram utilizados como armazenador e coletor de dados devido ao seu lançamento como plataforma de desenvolvimento livre. Utilizou-se o conversor analógico-digital embutido no arduino e o ambiente completo de desenvolvimento do Sistema Operacional recomendado para o Raspberry.

O esquemático da conexão dos componentes encontra-se na figura 1 sendo: entradas analógicas 6 a 15 para os sensores de umidade de solo, saídas 4 a 23, em pares, para cada sensor e entradas PWM 6 a 9 para os sensores DS18B20. A alimentação e comunicação entre o Arduino e o Raspberry foi realizada por um cabo USB e os dados foram transmitidos utilizando o protocolo serial.



fritzing

Fig. 1 Esquemático da conexão dos componentes

Os sensores DHT22 foram utilizados para verificar possível correlação entre as leituras obtidas pelos sensores e a umidade e temperatura locais quando da calibração. Os sensores DS18B20 foram utilizados para verificar se há mudança de temperatura causada pelo processo de calibração utilizado para os solos estudados.

A figura 2 apresenta o pseudocódigo executado no Raspberry. Aguarda-se que o status `in_waiting` mude para maior que zero para então verificar se são dados válidos a serem armazenados. Se forem valores de temperatura e umidade ou os pinos utilizados na leitura, são armazenados na memória em variáveis simples. Se for leitura de um sensor de umidade de solo, os valores são armazenados em um array. Assim que esse array atinge 30 registros, seu conteúdo é armazenado em arquivo em mídia não volátil e zerado. Após essas verificações, os valores lidos são apresentados em um LCD para visualização pelo operador.

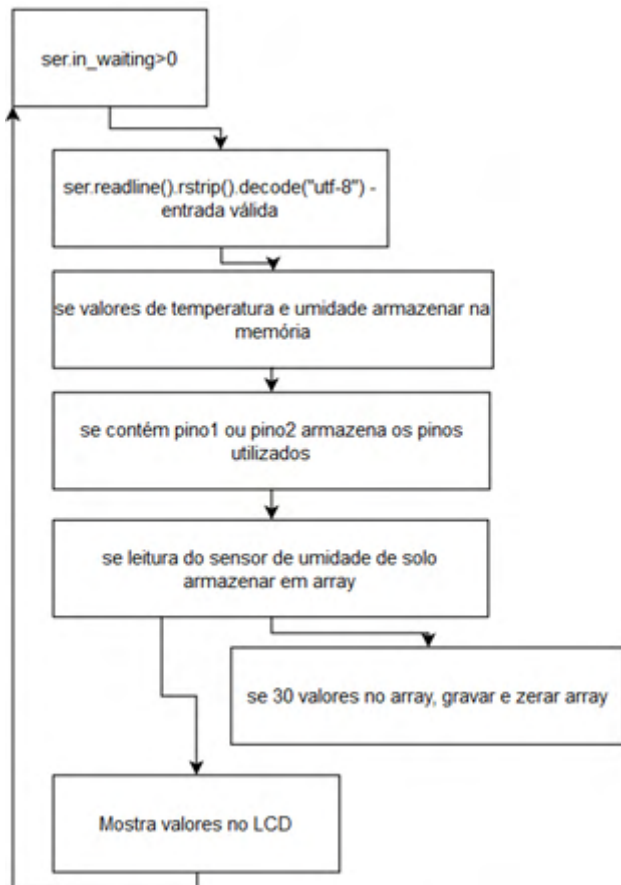


Fig. 2 Diagrama do código executado no Raspberry PI

A rotina principal executada no Arduino é a leitura do sensor de umidade de solo e está apresentada na sequência abaixo considerando direção de leitura do sensor de menor profundidade para a maior:

- espera 100ms
- leitura pela porta analógica
- espera 100ms
- seta direção de leitura invertida
- espera 100ms
- leitura pela porta analógica e seu valor subtraído de 1023 (1)
- espera 100ms
- desativa os dois pinos do sensor de umidade de solo

A pausa entre cada passo foi adicionada para evitar que a rotina executasse rápido

demais e causasse possível alteração no solo estudado. Como a leitura é realizada nos dois sentidos (do pino de ID menor para o maior e vice-versa), o passo (1) subtrai o valor lido de 1023 para o sentido invertido de modo a possibilitar a média dos valores lidos pelo sensor de umidade de solo.

O esquemático do sensor utilizado está representado na figura 3 e é do tipo resistivo. Foram utilizados dois segmentos de arame galvanizado de 12 gauges cujas pontas foram conectadas às portas do Arduino. Os valores, obtidos pelas portas analógicas em uma escala de 0 a 1023, portanto em uma resolução de 10 bits, quantificam a variação da passagem de corrente elétrica entre as pontas do sensor e a média dos valores medidos nos dois sentidos foram utilizadas para correlação com a umidade pelo método padrão. De modo a diminuir as incertezas nas medições dos sensores, o processo de calibração foi padronizado e repetido três vezes para cada sensor utilizando três amostras de solo com texturas diferentes.

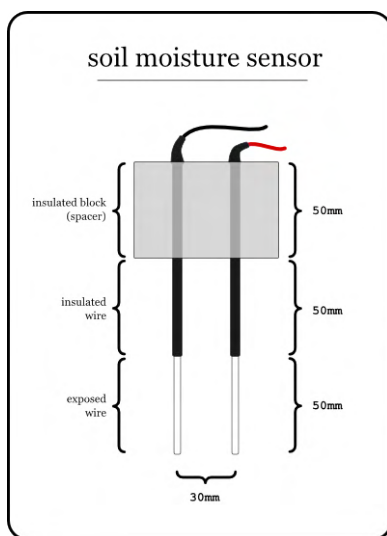


Fig. 3 Esquemático do sensor de umidade de solo

Fonte: gardenbot.org

O processo de coleta de dados para a calibração seguiu as instruções constantes na NBR 6457:2016, da ABNT, em especial sobre a quantidade de material em massa seca a tomar. O processo de calibração foi baseado também no método utilizado por Pizetta (2015), descrito por Kinzli (2012) e citado por Spelman et al (2013). Um quilo de amostra a umidade higroscópica foi lentamente umedecido até o nível de saturação. A quantidade de água necessária foi aferida e utilizada como referência para o valor máximo que os sensores deveriam registrar.

Foram utilizadas duas garrafas pet de 2,5 litros cortadas ao meio para acondicionar

a amostra para realização das leituras de calibração de modo a padronizar a distribuição da amostra evitando que diferenças na compactação e distribuição da amostra causassem leituras díspares para a mesma amostra. Para cada rodada, foi utilizado um quilo de cada amostra para determinação do nível 100% de saturação. Separou-se um litro de água destilada que foi despejada na amostra lentamente de modo a evitar compactação na superfície da amostra. Quando a amostra ficava visualmente a 100% de saturação, o peso da amostra e da água inserida era aferido. Se durante a meia hora seguinte a amostra não apresentasse visualmente 100% de saturação, mais água era despejada na amostra e o tempo de espera era recomeçado.

Os solos estudados foram coletados na região de Toledo-PR e Palotina – PR, de texturas muito argilosa, argilosa e média. A amostra muito argilosa foi coletada na posição longitude 24°43'58.9"S e latitude 53°45'53.0"O, e as amostras argilosa e média, nas 24°11'19.2"S 53°47'44.6"W e 24°11'33.4"S 53°48'30.8"W respectivamente.

### 3 | RESULTADOS

Após a coleta de dados da calibração dos sensores, procedeu-se a um estudo estatístico acerca destes. Calculou-se a estatística descritiva de modo a verificar as características dos dados obtidos para a calibração dos sensores e sua correlação com a umidade obtida pelo método padrão de estufa.

Nota-se pela tabela 1, ilustrando os desvios gerais padrão, variância e coeficientes de variação, que com o aumento do teor de umidade inserido, o coeficiente de variação diminui e os valores de leitura variam menos do valor médio das leituras amostrais. Esperava-se que a variância acompanhasse o coeficiente de variação, porém a maior variância foi verificada para os níveis com maiores teores de umidade. Da mesma forma, os desvios gerais padrão foram menores para os níveis de saturação de 0 a 20, enquanto para os outros níveis de saturação os desvios foram maiores chegando a 98,38 para 40% de saturação para a textura argilosa.

| Nível | Solo  | Desvio Geral Padrão | Variância | Coef. De Variação (%) |
|-------|-------|---------------------|-----------|-----------------------|
| 0     | MA    | 4,38                | 19,26     | 278,70                |
|       | Arg   | 3,42                | 11,73     | 253,37                |
|       | Média | 6,19                | 38,30     | 271,98                |
| 20    | MA    | 6,65                | 44,24     | 85,53                 |
|       | Arg   | 3,42                | 11,73     | 50,67                 |
|       | Média | 17,87               | 319,19    | 10,77                 |
| 40    | MA    | 13,60               | 184,89    | 29,90                 |
|       | Arg   | 98,37               | 9677,17   | 19,19                 |
|       | Média | 69,01               | 4763,05   | 9,65                  |
| 60    | MA    | 37,86               | 1433,60   | 9,35                  |
|       | Arg   | 31,84               | 1013,70   | 3,90                  |
|       | Média | 38,37               | 1472,54   | 4,60                  |
| 80    | MA    | 43,53               | 1894,67   | 6,98                  |
|       | Arg   | 24,32               | 591,67    | 3,45                  |
|       | Média | 44,01               | 1937,06   | 6,49                  |
| 100   | MA    | 37,37               | 1392,36   | 4,86                  |
|       | Arg   | 28,68               | 822,35    | 4,77                  |
|       | Média | 27,61               | 762,47    | 4,62                  |

Tabela 1 - Desvio geral padrão, variância geral e coeficiente de variação dos níveis de umidade 0 a 100 para os três solos de textura diferenciada estudados. MA – Muito argiloso, Arg – Argiloso e Média

Construiu-se boxplot de todos os níveis de saturação para as 3 texturas de modo a avaliar a existência de pontos discrepantes. Os pontos discrepantes foram mais frequentes nos níveis de umidade de 0 a 40, sendo muito numerosos para os três solos estudados para o nível 0.

Nota-se pela figura 4 ilustrando o boxplot das leituras registradas ao nível de 0% de saturação que para esse nível, o sensor terá dificuldade de registrar os valores reais de umidade para os níveis próximos devido à grande quantidade de outliers encontrados e à alta variância e coeficiente de variação para esse nível de saturação de umidade para as três texturas.

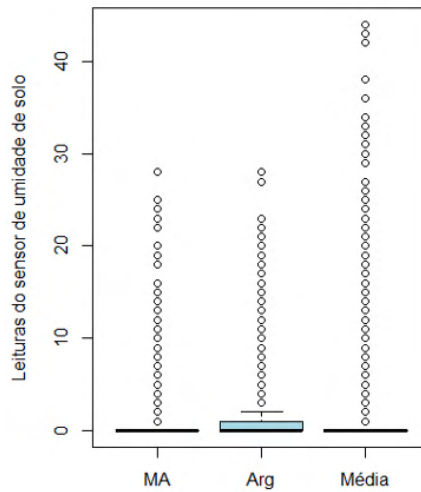


Fig. 4 Boxplot das três texturas de solo estudadas ao nível de 0% de saturação. Da esquerda para direita: MA - muito argilosa, Arg - argilosa e Média – média

Nota-se pelos bloxplots, ilustrados na figura 5, que ao nível de 20% de saturação, a variabilidade das leituras é aproximadamente a mesma para as texturas muito argilosa e argilosa, porém é bem alta para a textura média e por isso, espera-se uma maior variabilidade nas leituras para essa textura quando da coleta de dados em condições similares às encontradas no campo. Para esse nível de saturação a distribuição das leituras é aparentemente normal.

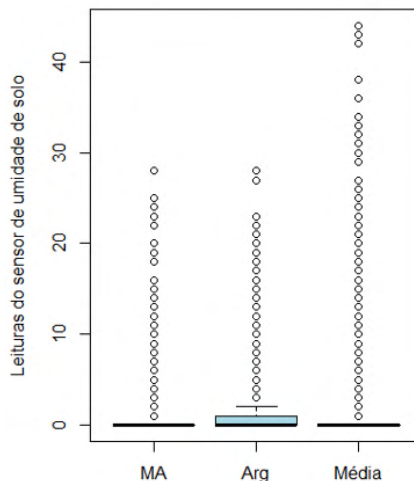


Fig. 5 Boxplot das três texturas de solo estudadas ao nível de 20% de saturação. Da esquerda para direita: MA - muito argilosa, Arg - argilosa e Média – média



A figura 6, mostra que ao nível de 40% de saturação grande variabilidade nas leituras para as texturas argilosa e média sendo que para a argilosa, houve uma maior distribuição para os valores menores que a mediana. A textura muito argilosa tem uma distribuição com menor variabilidade e aparentemente do tipo normal.

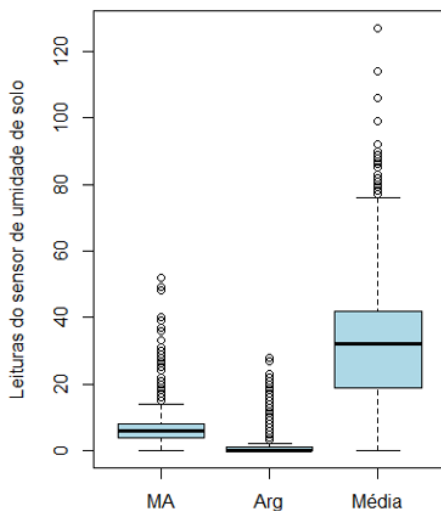


Fig. 6 Boxplot das três texturas de solo estudadas ao nível de 40% de saturação. Da esquerda para direita: MA - muito argilosa, Arg - argilosa e Média – média

Analisando ao nível de 60% de saturação, ilustrado na figura 7, nota-se grande amplitude nos valores lidos para a textura muito argilosa com uma proporção maior de valores maiores que a mediana. Os valores lidos nas texturas argilosa e média apresentaram menor amplitude na variação dos seus valores.

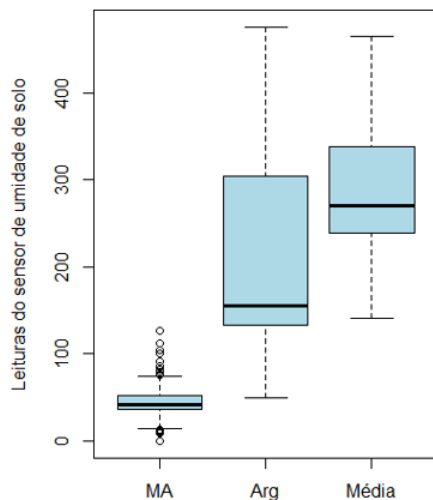


Fig. 7 Boxplot das três texturas de solo estudadas ao nível de 60% de saturação. Da esquerda para direita: MA - muito argilosa, Arg - argilosa e Média – média

Ao nível de 80% de umidade, ilustrado na figura 8, o boxplot da textura argilosa apresentou distribuição normal enquanto a textura muito argilosa e a média, apresentaram distribuição tendendo a valores maiores e menores que a mediana, respectivamente.

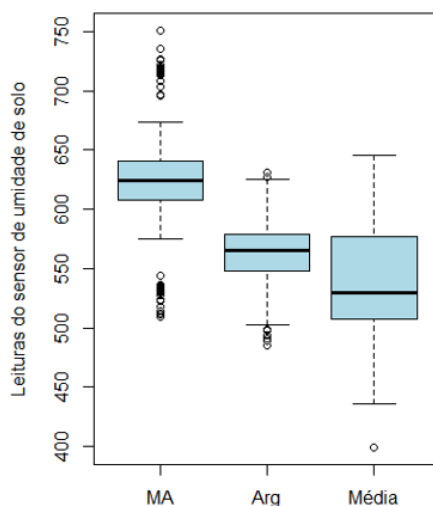


Fig. 8 Boxplot das três texturas de solo estudadas ao nível de 80% de saturação. Da esquerda para direita: MA - muito argilosa, Arg - argilosa e Média – média

A 100% de saturação, ilustrada na figura 8, as leituras da textura muito argilosa apresentaram acentuada variabilidade com a maior parte de seus valores tendendo a

serem menores que a mediana. As leituras das texturas argilosa e média apresentaram menor variabilidade sendo que a textura média apresentou valores perto do ideal, com pouca variabilidade e com a maior parte de seus valores perto da mediana.

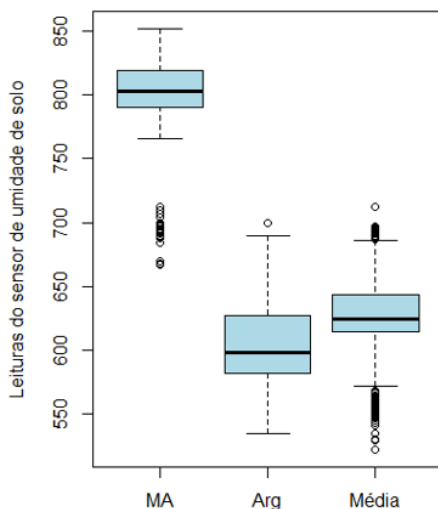


Fig. 9 Boxplot das três texturas de solo estudadas ao nível de 100% de saturação. Da esquerda para direita: MA - muito argilosa, Arg - argilosa e Média – média

Nota-se pelas figuras 4 a 9 que inicialmente a variabilidade das texturas muito argilosa e argilosa foram parecidas e bem baixas enquanto a variabilidade da textura média foi bastante ampla. Enquanto a textura argilosa apresentou variabilidade menor entre os níveis de umidade, exceto a 40% de umidade, a textura média apresentou menor variabilidade a níveis mais altos de umidade, a textura muito argilosa apresentou variabilidade menor para as umidades mais baixas.

Acredita-se que esse comportamento tenha relação com a quantidade de água necessária para atingir o nível de 100% de saturação. Enquanto que para as texturas muito argilosa e argilosa foram usados 520 mL e 507 mL de água, para a textura média foram usados somente 392 mL de água. A tabela 2 mostra a quantidade de água usada para cada nível de saturação.

| Nível | Muito argilosa (mL) | Argilosa (mL) | Média (mL) |
|-------|---------------------|---------------|------------|
| 20    | 104                 | 101,4         | 78,4       |
| 40    | 208                 | 202,8         | 156,8      |
| 60    | 312                 | 304,2         | 235,2      |
| 800   | 416                 | 405,6         | 313,6      |
| 100   | 520                 | 507           | 392        |

Tabela 2 – Quantidade de água necessária para atingir os níveis de saturação para as texturas estudadas

Embora a variabilidade nas leituras pareça excessiva, é importante considerar que as amostras utilizadas foram homogeneizadas utilizando uma peneira de 2 mm de malha, como executado por Predevello & Loyola, 2005, e, portanto, com uma tendência a criar macroporos com uma variabilidade e frequência maiores do que uma de abertura menor. Ademais devido à natureza do sensor devemos optar entre duas opções ao realizar sua calibração:

Homogeneizar a amostra entre as trocas de sensores visando evitar que os sucessivos furos provocados pelo sensor criem alterações na estrutura da amostra, porém com a consequência de alterar sua estrutura e, portanto, os valores de leitura. Essa constante homogeneização provocará ainda a expulsão da umidade causada pela constante manipulação da amostra para níveis mais altos de umidade, para este estudo, igual ou acima de 80% de saturação;

Ou não homogeneizar a amostra visando manter a estrutura original criada para evitar que a constante manipulação da amostra cause os empecilhos mencionados anteriormente. Isso, porém, causará dificuldades quando a amostra estiver suficientemente úmida para se sustentar e os constantes furos para inserção dos sensores e leitura acabarão por alterar a estrutura original devido aos sulcos criados.

Neste estudo optou-se pela segunda opção mantendo uma boa variabilidade na amostra, porém sem causar alterações na umidade absorvida pela amostra entre a inserção dos sensores para calibração.

Como os sensores serão usados ao longo do cano na coleta de dados laboratorial, é necessário certificar-se que eles sejam suficientemente parecidos de modo que as leituras possam ser comparadas ao longo do perfil de solo. Realizar essa verificação na fase de calibração garante que os dados coletados nos diferentes níveis da coluna de solos possam ser comparados entre si já que se saberá de antemão que os sensores funcionam de modo análogo.

Um dos testes possíveis de se realizar é o teste de Tukey que compara todos os possíveis pares de médias e se baseia na diferença mínima significativa. Para ser realizado, as seguintes suposições devem ser verdadeiras:

- As observações são independentes dentro e fora dos grupos;
- Os grupos devem ser normalmente distribuídos;
- A variância dentro do grupo deve ser constante.

Utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk para verificar se os valores de leitura eram normalmente distribuídos, porém para todos os níveis de saturação e texturas a distribuição foi classificada como não normalmente distribuída. Sendo assim, utilizou-se um teste não-paramétrico para verificar se as leituras possuíam funções de distribuição iguais.

A tabela 3 mostra o p-valor resultante do teste de Kruskal para os diversos níveis de saturação e solos. Valores menores que um nível de significância de 5% resulta em rejeição da hipótese zero, de que não há diferença significativa entre os sensores.

|          | 0        | 20-40-60-80-100 |
|----------|----------|-----------------|
| MA       | 0,01561  | 2,2e-16         |
| Argilosa | 0,1715   | 2,2e-16         |
| Média    | 2,01e-06 | 2,2e-16         |

Tabela 3 – o p-valor resultante do teste de Kruskal para os diversos níveis de saturação e solos

Nota-se que somente a 0% de saturação e para a textura argilosa os sensores são semelhantes. Porém deve-se notar que para o nível zero de saturação os pontos considerados discrepantes foram os maiores que 1 para essas texturas e, portanto, essa semelhança era esperada.

Considerando a diferença entre as leituras obtidas pelos sensores na grande maioria dos níveis de saturação e texturas, a coleta de dados no cano utilizará as médias de leituras para os cálculos seguintes. Embora durante o processo de calibração notou-se que os valores de desvio padrão e desvio médio das leituras para cada nível de calibração e sensor e na mesma repetição, mantiveram-se abaixo de 9% e 5% respectivamente, melhorando conforme o nível de umidade medido, chegando a menos de 5% e 3% respectivamente. Considerando o custo para sua construção, para níveis de saturação acima de 25% para as texturas argilosa e média é de 30% para a textura muito argilosa, os sensores apresentaram valores satisfatórios de leitura.

Devido aos valores dos sensores de umidade do solo serem afetados pelos diversos fatores mencionados anteriormente, optou-se por, nesse estudo, utilizar as médias das leituras de modo a prover uma curva de calibração que representasse o nível de umidade do solo lido, mas sem desconsiderar os fatores atuantes dos substratos analisados. Também se optou por realizar a calibração dos sensores de umidade de solo com base em porcentagens do nível máximo de saturação, considerando que durante a coleta de dados no cano a umidade provavelmente se aproximará ao de saturação.

Utilizou-se o método padrão de estufa para validar a correlação entre a umidade obtida pelo método padrão e a leitura feita pelos sensores de umidade de solo. Para cada amostra e nível de saturação do solo foram realizadas três medições para obtenção de uma possível função que representasse essa relação.

Na tabela 4 encontram-se as médias dos valores lidos para cada nível percentual de umidade e suas respectivas curvas de calibração para as três texturas analisadas: muito argilosa, argilosa e média. Os valores médios de porcentagem de umidade foram obtidos pela média da porcentagem de umidade das amostras extraídas quando da calibração dos sensores e a média das leituras dos sensores pelo valor médio lido pelos sensores em cada faixa de umidade.

| Nível de saturação (%) | Muito argilosa (%) | Argilosa (%) | Média (%) |
|------------------------|--------------------|--------------|-----------|
| 20                     | 8,41               | 8,76         | 5,49      |
| 40                     | 16,05              | 14,17        | 11,43     |
| 60                     | 22,13              | 22,01        | 16,27     |
| 80                     | 32,13              | 30,08        | 24,27     |
| 100                    | 39,53              | 42,1         | 29,76     |

Tabela 4 – Tabela ilustrando as médias de umidade dos níveis de saturação obtidas pelo método padrão de estufa para as três texturas estudadas

As figuras 10 a 12 ilustram as linhas de tendência geradas pela média dos valores lidos pelos sensores de umidade aos níveis de 0, 20, 40, 60, 80 e 100% de saturação (eixo X) e a umidade obtida pelo método padrão de estufa para os mesmos níveis (eixo y) para cada textura de solo estudada.

A figura 10 mostra a linha de tendência para a textura muito argilosa como sendo linear e tendo R<sup>2</sup>, coeficiente de determinação, bastante alto, 0,9034, e, coeficiente de correlação, 0,9504, indicando uma forte correlação positiva apesar de sua equação ( $0,0408 \cdot x + 7,0984$ ) subestimar valores perto de 15% de umidade e superestimar valores perto de 25% de umidade. As leituras para os outros níveis de umidade fornecem valores perto dos reais obtidos por método padrão de estufa.

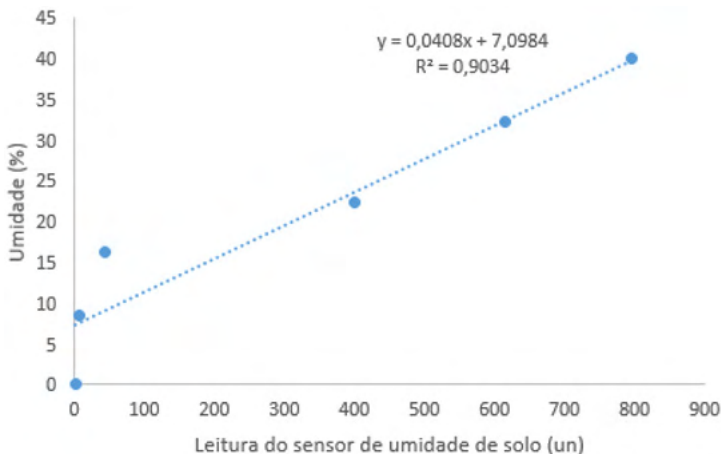


Fig. 10 Gráfico de dispersão dos sensores para a textura muito argilosa e sua respectiva equação linear obtida em laboratório

Embora a linha de tendência obtida para a textura argilosa, ilustrada na figura 11, tenha tido um R2 alto, 0,8692, e forte coeficiente de correlação positiva, de 0,9338, a equação obtida superestima os valores de umidade para as leituras feitas para os níveis de saturação de umidade de 20, 40 e 100% e subestima para 60 e 80%.

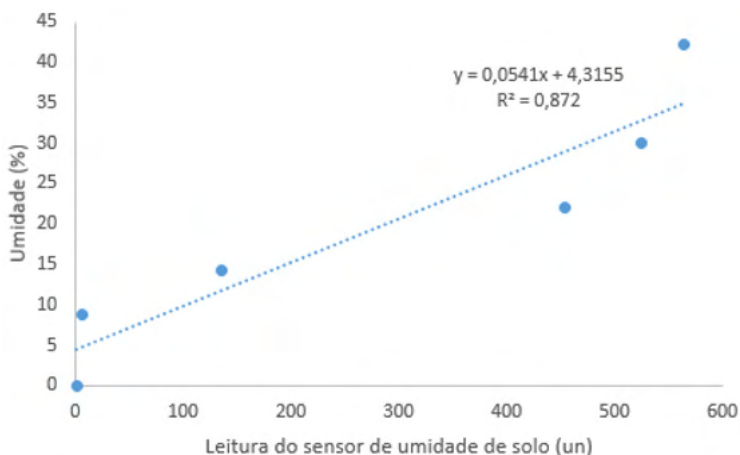


Fig. 11 Gráfico de dispersão dos sensores de umidade de solo com sua respectiva equação linear, obtida em laboratório, para a textura argilosa

De modo similar a linha de tendência da textura argilosa, a equação obtida pela linha de tendência para a textura média e ilustrada na figura 12 tende a superestimar as porcentagens de umidade para os níveis de saturação de 20, 80 e 100 e subestimar os níveis 40 e 60.

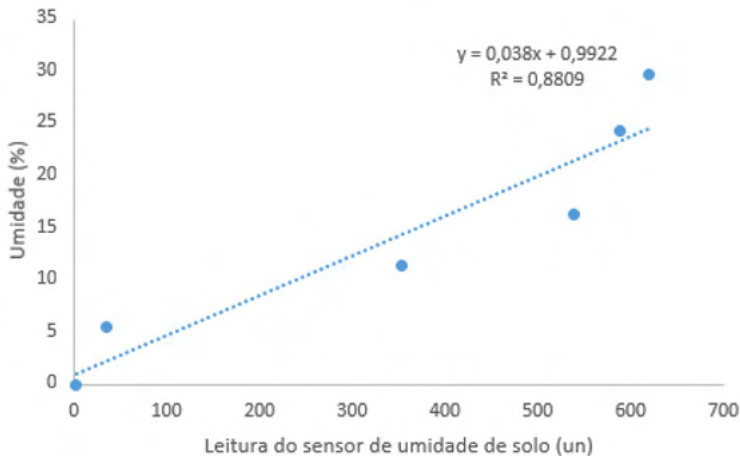


Fig. 12 Gráfico de dispersão dos sensores de umidade do solo com suas respectivas equações lineares, obtida em laboratório, para a textura média

Nota-se que os valores de R2 para as três texturas foram elevados, apresentando valores de 0,9034 para a muito argilosa, 0,8692 para a argilosa, e 0,8809 para a média. Outras linhas de tendência foram testadas e embora também tenham resultado em R2 altos, as linhas mostradas resultaram em coeficientes de determinação (R2) superiores.

## 4 | CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi apresentar o desenvolvimento e calibração de uma solução IoT para medição de infiltração e retenção hídrica nos três solos estudados. Não foi encontrada alteração nas medições na umidade e temperatura (entre 22 e 26°C) ambientes quando da calibração.

O ambiente de desenvolvimento utilizado não apresentou problemas durante o período de testes, mostrando-se uma alternativa interessante para desenvolvimento de aplicações IoT variadas.

As leituras obtidas com os sensores de umidade de solo foram imprecisas, porém aceitáveis especialmente considerando o custo de sua fabricação, por volta de 5 reais a unidade.

A solução implementada mostrou-se bastante estável já que não foi necessária intervenção no período de calibração.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional das Águas - ANA, **Relatório da ANA apresenta situação das águas do Brasil no contexto de crise hídrica**. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/porta/ANA/noticias/relatorio-da-ana-apresenta-situacao-das-aguas-do-brasil-no-contexto-de-crise-hidrica>. Acesso em: 20 fevereiro 2019



KINZLI, K.; MANANA, N.; OAD, R. **A comparison of laboratory and field calibration of a soil moisture capacitance probe for various soils.** Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v. 138, n. 4, p. 310-321, 2012.

MANTOVANI et al, **Irrigação: princípios e métodos**, 3ª edição, 2009

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio Brasil 2011-2012 a 2021-2022 síntese.** 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-brasil-2011-2012-a-2021-2022-sintese.pdf>. Acesso em: 27 maio 2018

MITTELBACH, H., Lehner, I., Seneviratne, S.I., 2012. **Comparison of four moisture sensor types under field conditions in Switzerland.** Journal of Hydrology 430-431, 39-49. Skill in streamflow forecasts derived from large-scale estimates of soil moisture and snow. Nat. Geosci. 3 (9), 613–616.

PIZETTA, S. C. **Calibração de sensores de capacitância (FDR) para estimativa da umidade em diferentes solos.** Universidade Federal de Lavras, 2015.

PREVEDELLO, C.L., LOYOLA, J.M.T., **Modelagem numérica para o processo da evaporação da água do solo,** Revista Brasileira de Ciência de solo, 29:669-675, 2005

SENEVIRATNE, S.I., Corti, T., Davin, E., Hirschi, M., Jaeger, E.B., Lehner, I., Orlowsky, B., Teuling, A.J., 2010. **Investigating soil moisture-climate interactions in a changing climate.** Earth-Sci. Rev. 99 (3–4), 125–161.

SILVA, C. R.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SOUZA, C. F. Aspectos práticos na utilização da técnica de capacitância: desafios e aprendizagem. Aplicações de Técnicas eletromagnéticas para o monitoramento ambiental, v. 1, p. 25-45, 2008

SPELMAN, D.; KINZIL, K-D.; KUNBERGER, T. **Calibration of the 10HS Soil Moisture Sensor for Southwest Florida Agricultural Soils.** Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v. 139, n. 12, p. 965-971, 2013.

## UMA APLICAÇÃO DE RANDOM SURVIVAL FORESTS NA AVALIAÇÃO DE DADOS DE FALHA DE BOMBAS CENTRÍFUGAS SUBMERSAS

Data de aceite: 01/06/2022

Data de submissão: 07/04/2022

### Ricardo de Melo e Silva Accioly

D.Sc. em Engenharia de Produção UFRJ  
Instituto de matemática e Estatística da UERJ  
Rio de Janeiro - RJ  
<https://orcid.org/0000-0001-6513-3443>

### Rafael de Olivaes Valle dos Santos

D.Sc. em Engenharia Elétrica PUC-RIO  
PETROBRAS  
Rio de Janeiro - RJ  
<https://orcid.org/0000-0003-4103-6600>

**RESUMO:** A análise de dados de tempo até um evento é um campo bem desenvolvido na área de estatística, onde o uso de métodos não paramétricos, semi-paramétricos e paramétricos tem sido muito desenvolvido e aplicado. O uso de métodos baseados em árvores, que pode ser enquadrado no contexto do aprendizado estatístico ou de máquina, foi desenvolvido paralelamente, tendo sido usado inicialmente em problemas de regressão e classificação, posteriormente em análise de sobrevivência (*survival trees*). Neste estudo inicialmente é ajustada uma *survival tree*, que permite maior interpretabilidade, mas que geralmente não gera boas previsões, posteriormente são usadas as *random survival forests* buscando aprimorar a acurácia das previsões. Finalmente a acurácia de previsão destas últimas é comparada com os modelos de Cox (semi-paramétrico) e um modelo

de tempo de falha acelerado usando o escore de Brier.

**PALAVRAS-CHAVE:** Random survival forests, bombas centrífugas submersas, poços marítimos.

### ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMPS FAILURE ANALYSIS WITH RANDOM SURVIVAL FORESTS

**ABSTRACT:** The analysis of time to event data is a well-developed field in statistics, where the use of nonparametric, semi-parametric and parametric methods has been widely developed and applied. The use of tree-based methods, which can be framed in the context of statistical or machine learning, was developed in parallel, having been initially used in regression and classification problems, later in *survival trees*. In this study initially a *survival tree* is adjusted, which allows greater interpretability, but that generally does not generate good predictions, later a *random survival forests* are used to improve the accuracy of predictions. Finally, the accuracy of prediction of the latter is compared with Cox model and an accelerated failure time model using the Brier score.

**KEYWORDS:** Random survival forests, electrical submersible pumps, offshore wells.

## 1 | INTRODUÇÃO

O uso de métodos baseados em árvores, que se enquadra no contexto do aprendizado estatístico ou de máquina, como pode ser visto em (JAMES *et al.*, 2013), é muito usado

em problemas de regressão e classificação. A abordagem através de árvores envolve estratificar ou segmentar o espaço de preditores (variáveis explicativas) em uma série de regiões. O conjunto de regras de divisão usados para segmentar o espaço de resultados pode ser resumido em uma árvore, esse tipo de abordagem é muitas vezes denominado de método de árvore de decisão.

O uso de árvores em sua forma original (BREIMAN *et al.*, 1984), representa uma maneira simples e útil para interpretação dos fatores que influenciam uma determinada variável dependente. No entanto, eles muitas vezes não são competitivos em termos de acurácia de previsão. Para aprimorar seus resultados podem ser aplicados os métodos de *bagging* (BREIMAN, 1996) e *random forests* (BREIMAN, 2001), que geram múltiplas árvores que são combinadas para produzir uma única previsão de consenso (*ensemble*). Combinar muitas árvores pode, muitas vezes, resultar em melhorias na acurácia da previsão, mas como contraponto há perda na interpretação da árvore.

O método *random forests* (RF) proporciona uma melhoria sobre o *bagging* por meio de um pequeno ajuste que descorrelaciona as árvores. Isso reduz a variância quando fazemos a média das árvores (JAMES *et al.*, 2013). Como no método *bagging*, construímos uma série de árvores de decisão a partir de amostras *bootstrap* de treinamento. Entretanto, ao construir essas árvores, cada vez que uma divisão é considerada, uma seleção aleatória de  $m$  preditores é escolhida como candidatos a dividir o conjunto completo de  $p$  preditores. A divisão somente é permitida para apenas um desses  $m$  preditores. Uma nova seleção de  $m$  preditores é tomada a cada divisão e normalmente adota-se para  $m$  um valor que é aproximadamente igual à raiz quadrada do número total de preditores.

As primeiras tentativas de aplicação do método de árvores em análise de sobrevivência (*survival trees* - ST) foram apresentadas em (CIAMPI *et al.*, 1986) e (GORDON; OLSHEN, 1985). As principais diferenças entre uma árvore de sobrevivência e a árvore de decisão padrão é que na primeira temos a presença de dados censurados, que é característico neste tipo de análise, ocasionando a necessidade de outros critérios de partição. As regras de partição em árvores de sobrevivência, em geral, se baseiam em dois métodos. Medidas de distância em um nó que buscam maximizar a diferença entre observações ou medidas de pureza do nó que buscam agrupar observação semelhante em um único nó. Em (CIAMPI *et al.*, 1986) foi proposta uma medida de distância baseada no teste de *logrank* e em (GORDON; OLSHEN, 1985) foi proposta uma medida de pureza baseada nas estimativas de Kaplan-Meier.

As *random survival forests* (RSF) foram propostas por Ishwaran et al. (ISHWARAN *et al.*, 2008) permitindo que as RF pudessem ser aplicadas em dados censurados à direita. A metodologia das RSF segue o mesmo algoritmo que das RF que foi desenvolvido por Breiman (2001).

Wang, Li e Reddy (2019) fizeram uma excelente consolidação dos métodos de aprendizado de máquina para análise de dados de sobrevivência. A Figura 1 mostra um

recorte do que eles apresentaram, selecionando apenas os métodos relacionados ao aprendizado de máquina, com destaque para os relacionados a árvores de sobrevivência.

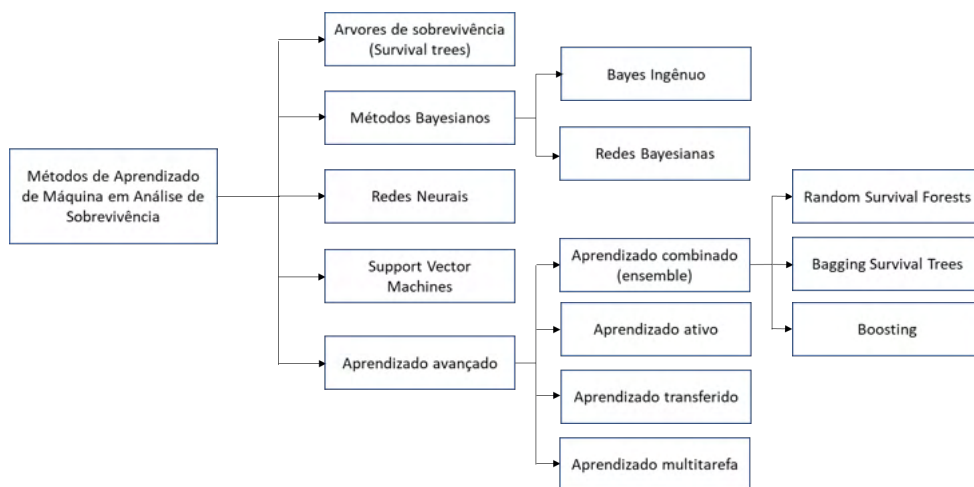


Figura 1 – Métodos de aprendizado de máquina em Análise de Sobrevivência.

Fonte: Wang, Li e Reddy (2019).

Na Seção 2, a seguir, é feita uma breve descrição dos dados utilizados. Na Seção 3 é detalhada a metodologia das ST e RSF. Na Seção 4 são apresentados os resultados da análise dos dados de bombas centrífugas submersas utilizadas na elevação artificial de petróleo e finalmente na Seção 5 é feita uma discussão sobre os resultados obtidos e apontando algumas conclusões com relação ao uso desta metodologia.

## 2 | DESCRIÇÃO DOS DADOS UTILIZADOS

Um reservatório de petróleo pode ter pressão suficiente para levar o hidrocarboneto da sua formação rochosa à superfície sem o uso de qualquer mecanismo de elevação. Esses poços são conhecidos como poços surgentes. Quando a pressão do reservatório é baixa, os fluidos oriundos do poço não têm capacidade de surgir na superfície, sendo então necessário o uso de um método de elevação artificial.

Um dos métodos de elevação utilizados são as bombas centrífugas submersas (BCS), que são o escopo desta análise de falhas deste trabalho. Na Figura 2 é apresentado uma representação esquemática de uma BCS.

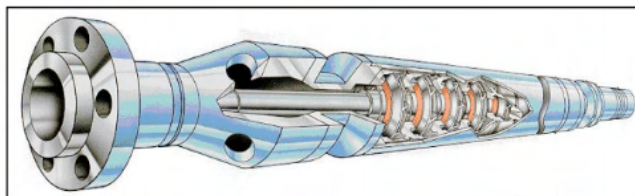


Figura 2 – Esquema de uma bomba centrífuga submersa.

Fonte: Petrobras.

Os dados de tempo de vida das de bombas centrífugas submersas (BCS) analisados são relativos ao período de 1989 a 1994 e se referem às instalações de BCS no Polo Nordeste da Bacia de Campos, situado no Estado do Rio de Janeiro. A amostra contém 338 observações de tempos de vida (210 falhas e 128 censuras) e as respectivas variáveis explicativas da sua duração (Tabela 1). Estes dados foram utilizados anteriormente em (ACCIOLY, 1995).

| Variável | Descrição  | Unidade |
|----------|--|---------|
| Fab      | Fabricante da bomba e motor                                | 0 e 1   |
| Hp       | Potência do motor  | Hp      |
| Sep      | Existência ou não de separador de gás                      | 0 e 1   |
| Ang      | Ângulo máximo de desvio                                    | Graus   |
| Temp     | Temperatura média do reservatório                          | °C      |
| Form     | Reservatório produtor na época da instalação               | 0 e 1   |
| Rgo      | Razão gás-óleo média no ano da instalação                  | m3/m3   |
| Bsw      | Porcentagem média de água de formação no ano da instalação | %       |

Tabela 1 – Descrição das possíveis variáveis explicativas

### 3 | METODOLOGIA

Para demonstrar o uso de *survival trees* foi escolhida a metodologia baseada na inferência condicional, que busca evitar o viés na seleção das variáveis a serem particionadas (HOTHORN; HORNIK; ZEILEIS, 2006). Simplificadamente o algoritmo funciona da seguinte forma:

1. Teste a hipótese nula global de independência entre qualquer uma das variáveis explicativas ( $X$ ) e a variável dependente ( $Y$ ). Pare se essa hipótese não puder ser rejeitada. Caso contrário, selecione a variável explicativa ( $X$ ) com maior associação à  $Y$ . Esta associação é medida por um teste de classificação linear baseado em permutações. Utilizando-se a distribuição da estatística de classificação resultante,

os p-valores são avaliados e a variável explicativa com o menor p-valor é a que tem a associação mais forte com a variável resposta;

2. Implemente uma divisão binária na variável de explicativa selecionada;
3. Repetir recursivamente os passos (1) e (2).

Maiores detalhes sobre a metodologia de árvores de inferencial condicional podem ser encontrados em Hothorn, Hornik e Zeileis (2006) .

A metodologia das RSF desenvolvida por Ishwaran *et al.* (2008) segue os princípios gerais do que foi proposto por Breiman (2001), mas com adaptações devido a censura à direita:

1. Gerar  $B$  amostras *bootstrap*;
2. Crescer uma árvore para cada amostra *bootstrap*  $b=1, \dots, B$ :
  - a. Em cada nó da árvore selecione um subconjunto  $m(m < p)$  das  $p$  variáveis explicativas;
  - b. Entre todas as partições binárias das variáveis explicativas selecionadas em (a), ache a melhor partição entre dois subconjuntos (nós filhos) através de um critério de partição adequado a dados censurados à direita (ex.: *logrank* (ISHWARAN; LU, 2019));
  - c. Repetir (a) e (b) recursivamente em cada nó filho até que um critério de parada seja encontrado.
3. Agregar toda informação obtida dos nós terminais das  $B$  arvores de sobrevivência para obter uma previsão de consenso (*ensemble*). A combinação é calculada através da média das previsões.

As RSF geram dois tipos de previsões, curvas de sobrevivência e a função de risco acumulada (FRA). Em cada nó terminal é gerada uma previsão da curva de sobrevivência e da função de risco acumulada. Seja  $j$  um nó terminal da árvore em que,

$$t_{1,j} < t_{2,j} < \dots < t_{k(j),j} \quad (1)$$

são mortes distintas em  $j$ . Sejam  $d_{ij}^*$  e  $R_{ij}^*$  iguais ao número de mortes e de indivíduos sob risco no tempo  $t_{i,p}$ , sendo que aqui o asterisco em  $d$  e  $R$  representa uma amostra *bootstrap*. A FRA e a curva de sobrevivência para  $j$  são estimadas usando as estimativas de *bootstrap* dos estimadores de Nelson-Aalen e de Kaplan-Meier (ISHWARAN; LU, 2019), que neste caso representam o que se denomina estimativas “in-bag” ( $IB$ ).

$$H_j^{IB}(t) = \sum_{t_{i,j} \leq t} \frac{d_{i,j}^*}{R_{i,j}^*} \quad (2)$$

$$S_j^{IB}(t) = \prod_{t_{i,j} \leq t} \left( 1 - \frac{d_{i,j}^*}{R_{i,j}^*} \right) \quad (3)$$

Para se estimar  $H(t | X)$  e  $S(t | X)$  para uma variável explicativa  $X$ , nós seguimos as partições da árvore e localizaremos um nó terminal que contenha  $X$ . Este nó será único devido à natureza binária das árvores. A FRA e a curva de sobrevivência para  $X$  são as amostras de *bootstrap* de Nelson-Aalen e de Kaplan-Meier no nó terminal correspondente a  $X$ .

$$H^{IB}(t|X) = H_j^{IB}(t), \quad \text{se } X \in j \quad (4)$$

$$S^{IB}(t|X) = S_j^{IB}(t), \quad \text{se } X \in j \quad (5)$$

As amostras *bootstrap* usam em média 2/3 da amostra original (“in-bag”) deixando cerca de 1/3 de fora da amostra (“out-of-bag” ou *OOB*) (JAMES *et al.*, 2013). Sabendo disso é possível se obter estimativas *OOB* dos estimadores e Nelson-Aalen e de Kaplan-Meier. Estas estimativas nos permitem ter uma prévia do erro de previsão de uma amostra de teste.

$$H^{OOB}(t|X_{OOB}) = H_j^{IB}(t), \text{ se } X \in OOB \quad (6)$$

$$S^{OOB}(t|X_{OOB}) = S_j^{IB}(t), \text{ se } X \in OOB \quad (7)$$

As estimativas de consenso da FRA e da curva de sobrevivência são obtidas fazendo-se a média das estimativas obtidas nos nós terminais. Estas estimativas *IB* são dadas por,

$$\bar{H}^{IB}(t|X) = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B H_b^{IB}(t|X) \quad (8)$$

$$\bar{S}^{IB}(t|X) = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B S_b^{IB}(t|X) \quad (9)$$

O mesmo critério é utilizado para se obter as estimativas de consenso das amostras *OOB*. Considerando a contabilização dos casos em que  $X \in OOB$  em  $N_{OOB}$ , temos que,

$$\bar{H}^{OOB}(t|X_{OOB}) = \frac{1}{N_{OOB}} \sum_{b \in N_{OOB}} H_b^{IB}(t|X_{OOB}) \quad (10)$$

$$\bar{S}^{OOB}(t|X_{OOB}) = \frac{1}{N_{OOB}} \sum_{b \in N_{OOB}} S_b^{IB}(t|X_{OOB}) \quad (11)$$

Observar que as estimativas *OOB* só servem para estimar o erro de previsão do modelo. As estimativas *IB*, no entanto, podem ser usadas para previsão da FRA e da curva de sobrevivência.

Os erros de previsão são obtidos através do índice de concordância de Harrell (índice C) (ISHWARAN *et al.*, 2008). Este índice é muito usado em modelos de sobrevivência. Ele

pode variar de 0 a 1, onde 1 significa desempenho perfeito e 0 significa pior desempenho possível. Se um modelo não levasse em conta qualquer informação dos dados, ou seja, fosse feita uma previsão aleatória, então o índice C correspondente seria em torno de 0,5. No caso das RSF este índice é calculado a partir da mortalidade. Seja  $t_1 < \dots < t_m$  o conjunto de tempos (únicos) em que ocorrem eventos no conjunto de aprendizado ( $IB$ ). A mortalidade de consenso para uma variável explicativa  $X$  é definida por,

$$\bar{M}^{IB}(X) = \sum_{j=1}^m \bar{H}^{IB}(t_j|X) \quad (12)$$

A estimativa acima nos dá o número de mortes esperadas se todos os casos fossem similares a  $X$ . Para o cálculo do índice de concordância de Harrell usamos a mortalidade de consenso do conjunto  $OOB$  que é definida por Ishwaran *et al.* (2008) e Ishwaran e Lu (2019):

$$\bar{M}^{OOB}(X_{OOB}) = \sum_{j=1}^m \bar{H}^{OOB}(t_j|X_{OOB}) \quad (13)$$

A partir do valor acima é calculado o índice C conforme pode ser visto em Ishwaran *et al.* (2008). A taxa de erro (TE) é  $TE=1-C$  e apresenta valores entre  $0 \leq TE \leq 1$ . Quanto mais próximo de zero melhor, sendo que um valor igual a 0,5 corresponde a um modelo semelhante a um chute aleatório.

## 4 | APLICAÇÃO

Para a aplicação das *survival trees* foram geradas duas amostras aleatórias de treino, através de sementes diferentes, contendo 90% dos dados originais. O objetivo ao se criar duas amostras de treino foi para destacar o principal problema das *survival trees* que é sua instabilidade em função de mudança no conjunto de dados de treino. Para obtenção das árvores foi utilizada a biblioteca do R partykit (HOTHORN; SEIBOLD; ZEILEIS, 2021).

A Figura 3 apresenta a árvore obtida para o 1º conjunto de treino e a Figura 4 apresenta a árvore para o 2º conjunto de treino. É fácil observar a diferença entre os dois resultados. No 1º caso a **rgo** é vista como uma variável importante na partição da árvore, enquanto na 2ª ela desaparece. Esta instabilidade afeta os resultados dos nós terminais onde vemos que na 1ª árvore existem quatro nós terminais com as respectivas curvas de sobrevivência e na 2ª árvore apenas três nós terminais. Apesar da clareza da apresentação dos resultados, este ponto fraco limita a utilidade das *survival trees*.



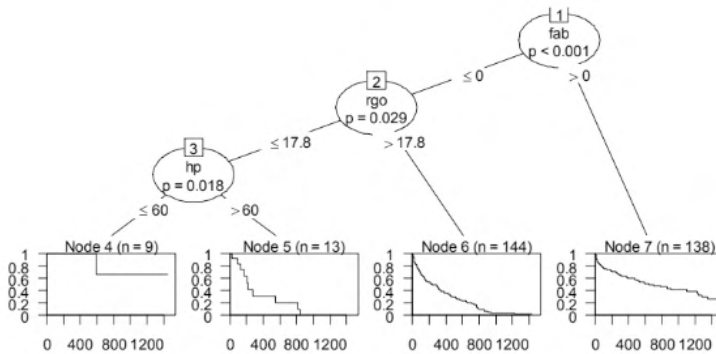


Figura 3 – *Survival tree* para o 1º conjunto de treino.

Fonte: Autor.

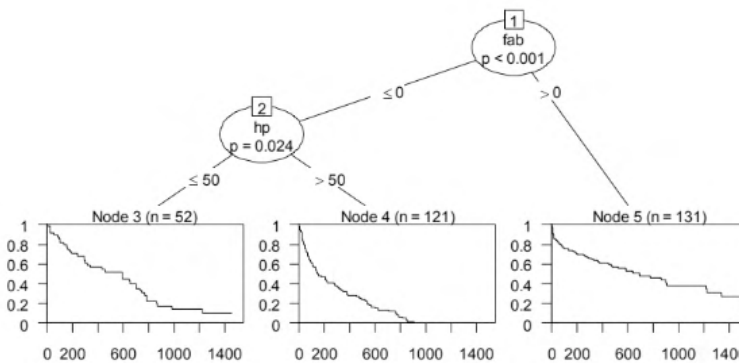


Figura 4 – *Survival tree* para o 2º conjunto de treino.

Fonte: Autor.

A metodologia das RSF não tem este problema, pois nela as previsões são baseadas no consenso (*ensemble*) de um conjunto de amostras *bootstrap*, mas é perdida a clareza da visualização do resultado da *survival tree*, ou seja, a árvore com suas partições e grupos de dados.

Para desenvolver a aplicação foi utilizada a biblioteca do R `randomForestSRC` (ISHWARAN; KOGALUR, 2021). Alguns parâmetros necessitam ser definidos antes da obtenção da RSF:

1. Vamos gerar RSF para  $B=100$  e  $B=600$  amostras *bootstrap*;
2. Como temos  $p = 8$  variáveis explicativas, vamos definir com o número máximo de variáveis a serem escolhidas aleatoriamente a cada etapa como sendo  $m=\sqrt{8} \approx 3$ , que é o valor recomendado pela literatura;
3. O nó terminal deverá ter pelos menos 10 casos únicos, que foi o valor sugerido após otimização deste parâmetro.

Na Figura 5 são apresentados os resultados obtidos considerando  $B = 100$ , através dele vemos que a taxa de erro desce até 20 árvores e depois começa a subir e posteriormente temos nova queda. Em termos de importância das variáveis explicativas analisadas vemos que **hp** e **fab** são bem mais relevantes que as demais. A medida de importância da variável é obtida de forma não paramétrica usando a medida de Breiman-Cutler (ISHWARAN *et al.*, 2008) que costuma ser denominada de importância de permutação.

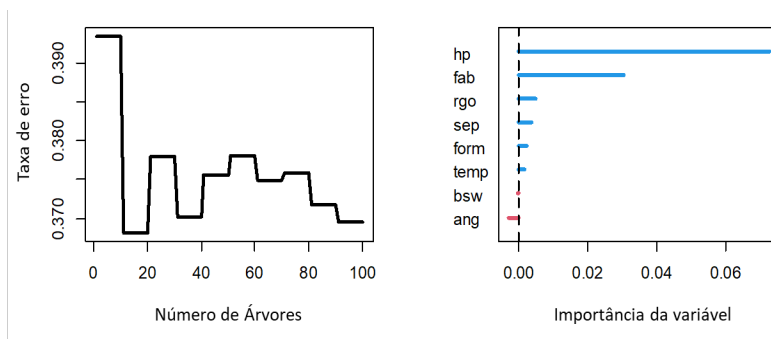


Figura 5 – (a) Taxa de Erro por nº de árvores e (b) Importância das variáveis.

Fonte: Autor.

Na Figura 6 são apresentados os resultados obtidos considerando  $B = 600$ , através dele vemos que a taxa de erro desce no início até 350 árvores e depois flutua até chegarmos a 600 árvores. Esta quantidade de amostras apresentou maior estabilidade na taxa de erro, portanto será usada nas demais análises. Observar que esta taxa de erro é calculada com base nas amostras *OOB* e não com um conjunto de teste. Em termos de importância das variáveis explicativas foi obtido resultado semelhante ao anterior em que **hp** e **fab** se destacam.

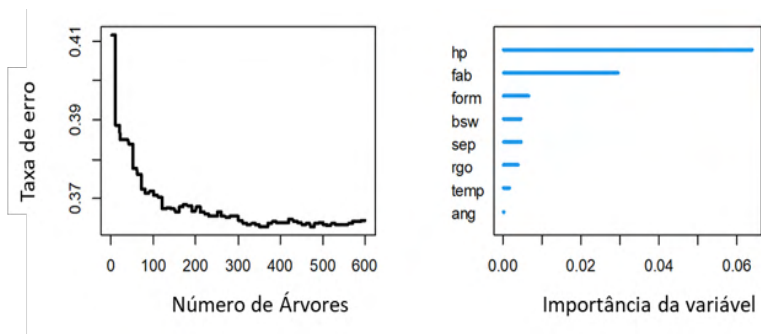


Figura 6 – (a) Taxa de Erro por nº de árvores e (b) Importância das variáveis.

Fonte: Autor.

O resultado de importância de variável está compatível com o encontrado em (ACCIOLY, 1995) no qual foram usados métodos semi-paramétricos e paramétricos. A partir dos resultados da RSF é possível se obter curvas de sobrevivência baseados em valores fixos das variáveis explicativas. As variáveis mais relevantes são a potência do motor (**hp**) e o fabricante (**fab**). Inicialmente foi selecionado o **hp** para variar, mantendo-se o fabricante igual a 0 (categoria) e o separador em 1 (presente), as variáveis contínuas ficam fixadas nos seus valores medianos. A Figura 7 mostra as duas curvas de sobrevivência para os valores de potência do motor de 60 HP e 105 HP. Fica evidente que as BCS com potências mais elevadas têm maior probabilidade de falhas e conseqüentemente menores chances de sobrevivência.

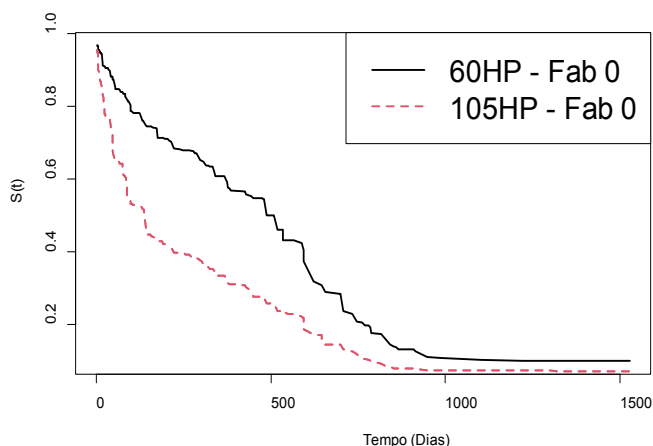


Figura 7 – Curva de Sobrevivência para BCS com potência de 60 HP e 105 HP.

Fonte: Autor.

Agora serão apresentadas curvas de sobrevivência mantendo o **hp** constante em 90 e variando o fabricante (**fab** = 0 ou 1), com as demais variáveis mantidas no mesmo valor anterior.

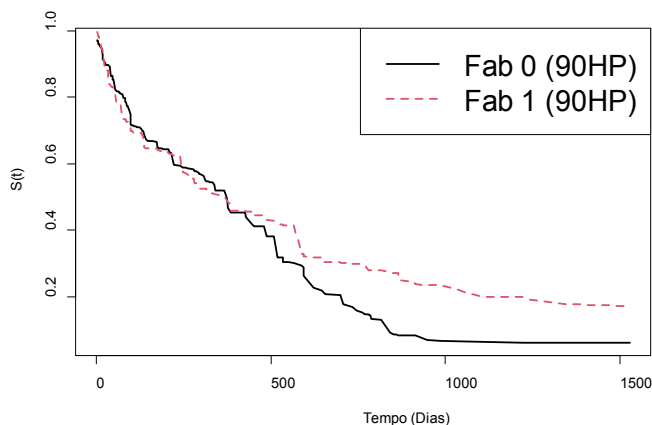


Figura 8 – Curva de Sobrevivência para BCS dos dois fabricantes analisados.

Fonte: Autor.

A Figura 8 mostra as duas curvas de sobrevivência para os dois fabricantes na potência do motor de 90 HP. A partir de 500 dias as duas curvas de sobrevivência se separam com a do fabricante 1 indicando maiores probabilidades de sobrevivência.

Quando estamos lidando com modelos paramétricos podemos avaliar qual seria o melhor modelo através do teste da razão de verossimilhança (BUSE, 1982), a partir de um modelo que englobe todos os demais. As RSF são modelos não paramétricos, portanto é necessário o uso de alguma outra medida para avaliar o modelo e principalmente possibilitar a comparação com alternativas de modelagem. O escore de Brier é uma das medidas usadas na avaliação de modelos de sobrevivência, podendo ser usada na geração de curvas de erro de predição para diferentes tipos de modelos (MOGENSEN; ISHWARAN; GERDS, 2012). Para informações detalhadas do processo de cálculo consultar Mogensen, Ishwaran e Gerds (2012) e Gerds e Schumacher (2006).

A biblioteca do R pec (GERDS, 2020) nos permite obter estas curvas de erro de predição, que no caso foram utilizadas para a RSF, para um modelo semi-paramétrico de Cox (HOSMER; LEMESHOW; MAY, 2008) e um modelo paramétrico de tempo de vida acelerado com base na distribuição de Weibull (HOSMER; LEMESHOW; MAY, 2008), utilizando as mesmas variáveis explicativas e conjunto de dados. Estes dois últimos foram ajustados através da biblioteca do R rms (HARREL, 2021). Na Figura 9 são apresentados os resultados obtidos do escore de Brier ao longo do tempo, quanto menor o valor do escore melhor o modelo, indicando que a RSF apresentou resultados muito próximos do modelo de Cox e do modelo de tempo de vida acelerado de Weibull. A RSF apresentou valores ligeiramente maiores em alguns intervalos de tempo. O modelo de referência é baseado na estimativa de Kaplan-Meier (não paramétrica). Chama a atenção que, apesar de ser um modelo não paramétrico, a RSF apresentou um desempenho muito mais

próximo do modelo paramétrico e semi-paramétrico do que o modelo de referência. Este comportamento está associado a melhor utilização das variáveis explicativas.

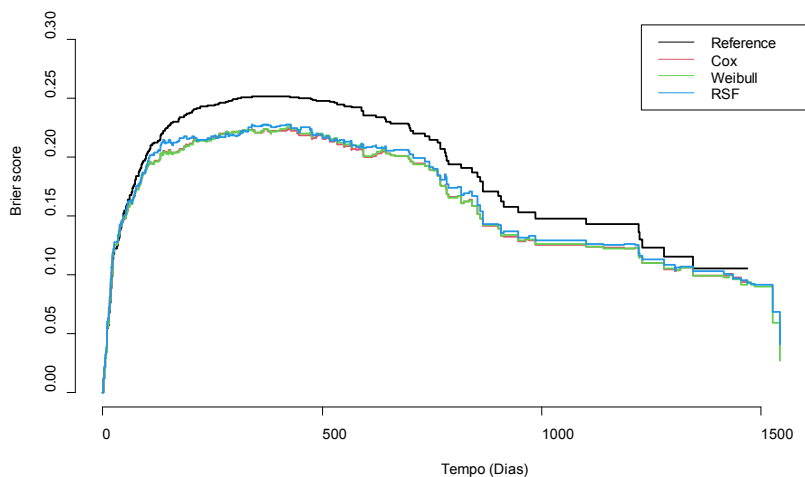


Figura 9 – Curvas de erro de predição para as RSF, modelo de Cox e Weibull.

Fonte: Autor

## 5 | CONCLUSÕES

Neste estudo avaliou-se a utilização de um modelo de *random survival forests* (RSF) na análise de dados de falhas de bombas centrífugas submersas utilizadas na elevação artificial de petróleo. As RSF são muito usadas na área médica e nas ciências biológicas, com menor presença na área de engenharia. A utilização das RSF tem como principal apelo sua característica não paramétrica que evita suposições teóricas que são comuns em modelos paramétricos (MP) ou semi-paramétricos (MSP), tais como, a suposição de taxas proporcionais. As RSF criam suas árvores com variáveis contínuas ou discretas, como ocorre nos outros modelos.

Nos modelos MP e SMP podemos avaliar a significância estatística das variáveis explicativas, o que não é possível nas RSF. As RSF geram informação sobre a importância das variáveis, que neste artigo, apresentou resultados semelhantes ao obtido em (ACCIOLY, 1995), mas sem o mesmo poder de avaliação (ou seleção) de variáveis.

Para o conjunto de dados analisado o erro de predição da RSF, através do escore de Brier (MOGENSEN; ISHWARAN; GERDS, 2012), não teve desempenho melhor que o modelo de Cox e o modelo de tempo de vida acelerado de Weibull. Cabe-se destacar que este artigo foi uma aplicação inicial das RSF neste conjunto de dados, onde as opções de otimização dos parâmetros das RSF foram limitadas, o que dá margem para novos estudos

e simulações visando aprimorar esta primeira aplicação, ou seja, buscar uma combinação de parâmetros que leve a melhores resultados.

A experiência deste trabalho sugere que as RSF sejam incorporadas ao conjunto de modelos potenciais para análise de dados de falha, de forma a se adicionar na análise uma abordagem não paramétrica que permita a incorporação de variáveis explicativas.

## REFERÊNCIAS

ACCIOLY, R. M. S. **Análise da duração do tempo de vida de bombas centrífugas submersas**. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1995.

BREIMAN, L. Bagging predictors. **Machine Learning**, v. 24, n. 2, p. 123-140, 1996.

BREIMAN, L. Random Forests. **Machine Learning**, v. 45, n. 1, p. 5-32, 2001.

BREIMAN, L.; FRIEDMAN, J. H.; OLSHEN, R. A.; STONE, C. J. **Classification and regression trees**. Monterey, CA: Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books & Software, 1984.

BUSE, A. The likelihood Ratio, Wald, and Lagrange Multiplier Tests: An Expository Note. **The American Statistician**, v. 36, p. 153-157, 1982.

CIAMPI, A.; THIFFAULT, J.; NAKACHE, J. P.; ASSELAIN, B. Stratification by stepwise regression, correspondence analysis and recursive partition: a comparison of three methods of analysis for survival data with covariates. **Computational Statistics & Data Analysis**, v. 4, n. 3, p. 185-204, 1986.

GERDS, T. A. *pec*: Prediction error curves for risk prediction models in survival analysis. R package version 2020.11.17, 2020. Disponível em: <https://cran.r-project.org/package=pec>. Acesso em: novembro de 2021.

GERDS, T.A.; SCHUMACHER, M. Consistent estimation of the expected Brier score in general survival models with right-censored event times. **Biometrical Journal**, v. 48, n. 6, p. 1029-1040, 2006.

GORDON, L.; OLSHEN, R. A. Tree-structured survival analysis. **Cancer Treatment Reports**, v. 69, n. 10, p. 1065-1069, 1985.

HARREL, F.E. *rms*: Regression modeling strategies. R package version 6.2.0, 2021. Disponível em: <http://cran.r-project.org/package=rms>. Acesso em: novembro de 2021.

HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S.; MAY, S. **Applied survival analysis: regression modeling of time-to-event data**. 2. ed. [S. l.]: John Wiley & Sons, 2008.

HOTHORN, T.; HORNIK, K.; ZEILEIS, A. Unbiased recursive partitioning: a conditional inference framework. **Journal of Computational Graphical Statistics**, v. 15, n. 3, p. 651-74, 2006.

HOTHORN, T.; SEIBOLD, H.; ZEILEIS, A. *partykit*: A toolkit for recursive partitioning. R package version 1.2.15, 2021. Disponível em: <https://cran.r-project.org/package=partykit>. Acesso em: novembro de 2021.

ISHWARAN, H.; KOGALUR, U.B.; BLACKSTONE, E.H.; LAUER, M.S. Random survival forests. **The Annals of Applied Statistics**, v. 2, n. 3, p. 841-860, 2008.

ISHWARAN, H.; KOGALUR, U.B. *randomForestSRC*: Fast unified random forests for survival, regression, and classification. R package version 2.11.0, 2021. Disponível em: <https://cran.r-project.org/package=randomForestSRC>. Acesso em: novembro de 2021.

JAMES, G.; WITTEN, D.; HASTIE, T.; TIBSHIRANI, R. **An introduction to statistical learning, with applications in R**. [S. l.]: Springer, 2013.

MOGENSEN, U.B.; ISHWARAN, H.; GERDS, T. A. Evaluating random forests for survival analysis using prediction error curves. **Journal of Statistical Software**, v. 50, n. 11, p. 1-23, 2012. Disponível em: <https://www.jstatsoft.org/v50/i11>. Acesso em: novembro de 2021.

WANG, P.; LI, Y.; REDDY, C.K. Machine learning for survival analysis: a survey. **ACM Computing Surveys**, v. 51, n. 6, p. 1-36, 2019.

## RESEARCH OF 3D PRINTING TECHNIQUES WITH METALS

*Data de aceite: 01/06/2022*

### **Rômulo da Costa Delmondes**

<http://lattes.cnpq.br/2801062450512415>

<https://orcid.org/0000-0002-2686-9105>

### **Marcelo Antonio Adad de Araújo**

<http://lattes.cnpq.br/1244468048203569>

**RESUMO:** A técnica de Prototipagem Rápida (RP) viabiliza a fabricação automatizada de ferramentas para uso em série, baseado em processos que utilizam diversos tipos de matérias primas em seus diferentes estados na natureza. Objetivo: identificar os métodos e técnicas utilizadas na confecção de estruturas tridimensionais utilizando metal como matéria prima padrão. Método: Levantamento através de pesquisas bibliográficas das diferentes tecnologias que utilizam processos de manipulação para desenvolvimento de peças tridimensionais em metal, além de contato com fabricantes de equipamentos, criadores e detentores da tecnologia atualmente aplicada, para entendimento do processo. Resultados: O processo de fabricação de peças tridimensionais depende de algumas situações específicas, as quais ditam condições particulares de confecção, acabamento e pós-processamento do artefato produzido, envolvendo materiais no estado de pó, manipulação de laser para fusão e rigidez e técnicas de fabricação específicas que garantem o comportamento desejado ao produto final. Conclusão: A fabricação de peças em metal concebidas por arquivos tridimensionais

interpretados por impressoras 3D, apresenta uma tecnologia em fase de desenvolvimento e aprimoramento, sendo uma inovação de alto custo para popularização, mas que caminha em direção a este objetivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Prototipagem Rápida, fabricação, peças, tridimensionais, matéria-prima.

**ABSTRACT:** The Rapid Prototyping (RP) technique enables the automated manufacture of tools for serial use, based on processes that use different types of raw materials in their different states in nature. Objective: to identify the methods and techniques used in the manufacture of three-dimensional structures using metal as standard raw material. Method: Survey through bibliographic research of different technologies that use manipulation processes for the development of three-dimensional pieces in metal, in addition to contacting equipment manufacturers, creators and holders of the technology currently applied, to understand the process. Results: The manufacturing process of three-dimensional parts depends on some specific situations, which dictate particular conditions of confection, finishing and post-processing of the produced artifact, involving materials in the powder state, laser manipulation for fusion and rigidity and manufacturing techniques that guarantee the desired behavior of the final product. Conclusion: The manufacture of metal parts conceived by three-dimensional files interpreted by 3D printers, presents a technology in the development and improvement phase, being a high-cost innovation for popularization,



but moving towards this goal.

**KEYWORDS:** Rapid Prototyping, fabrication, parts, three-dimensional, raw material.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os principais processos de fabricação de peças mecânicas estão relacionados a alguns princípios primários, que são:

- Fusão;
- Remoção de material;
- Conformação;
- Adição de material;

O sucesso de um produto está muitas vezes associado à habilidade da empresa em identificar as necessidades dos clientes e imediatamente desenvolver produtos de forma a atendê-los, a um custo competitivo. Para atingir este objetivo, a aplicação de uma metodologia de projeto e o uso de ferramentas computacionais CAD/CAE/CAM (*Computer Aided Design, Engineering and Manufacturing*), são fundamentais para auxiliar no Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) (VOLPATO, 2006).

Com o surgimento e aprimoramento das tecnologias CAD/CAM, o uso da usinagem CNC (*Computer Numeric Controle ou Controle Numérico Computadorizado*), passou a ser bastante utilizada e ganhou campo, dentre estas máquinas, pode destacar: fresadoras, tornos, retíficas, máquina para corte, e outras.

Um comando numérico refere-se ao acionamento ou a ação de comando, utilizando-se a forma numérica. Portanto, estes equipamentos empregam o sistema de coordenadas cartesianas para quantificar uma ação específica, como as movimentações da máquina. Graças ao desenvolvimento tecnológico, estas informações são armazenadas e gerenciadas por um computador que faz parte do equipamento (SOUZA, pag. 51, 2013).

Este tipo de fabricação, apresentou uma solução de baixo custo, a utilização de uma gama de materiais, grande versatilidade com a adaptação de até 5 eixos de movimento, reduzindo o tempo para alcance do produto final, em contrapartida, algumas restrições geométricas importantes tornam esta máquina ineficaz nos aprimoramentos da peça final.

Estas restrições, somadas ao aumento da complexidade geométrica dos produtos, tem feito com que o potencial de manufatura criado pelas tecnologias de fabricação em camadas venha se sobressaindo quando comparado a usinagem CNC (VOLPATO, pag. 28, 2006).

Contudo, no final de década de 80, um novo processo foi desenvolvido baseado também na adição de material, mas com a diferença da sua aplicação ocorrer em camadas planas, destacando pela facilidade de automatização das etapas, o qual não faz uso de moldes e troca de ferramentas durante a confecção, diminuindo intervenções externa de

operadores no decorrer do período de concepção do produto.

Este método, considerando como um tipo de classificação, devido as variantes envolvidas e diferentes nomenclaturas adotadas, passou a ser utilizado na produção rápida de peças, para a confecção de protótipos, os quais eram gerados sem as exigências de resistência, acabamento e precisão, passando a ser denominado Prototipagem Rápida (RP), o qual mesmo com a evolução ao longo dos anos e o aprimoramento das peças fabricadas, chegando a níveis de qualificação de produtos fabricados para uso final, deixando de ser protótipo e passando a ser um produto manufaturado, mas ainda assim a denominação Prototipagem Rápida permaneceu sendo utilizada, outra nomenclatura que ganhou força, para este caso utiliza o termo Manufatura Aditiva (MA, de *Additive Manufacturing*).

As mesmas técnicas de Prototipagem Rápida podem ser usadas para a fabricação de ferramentais, um processo também conhecido como Ferramental Rápido (RT, de *Rapid Tooling*), ou seja, a fabricação automática de ferramentas para uso na produção em série. A produção de ferramentas é uma das etapas mais lentas e caras no processo de manufatura, em função da qualidade extremamente alta que se exige delas. Ferramentas geralmente apresentam geometrias complexas e precisam ser dimensionadas com precisão, em torno de centésimos de milímetros. Além disso, elas devem ser duras, resistentes ao desgaste e apresentar baixa rugosidade, em torno de 0,5 mm RMS. Por isso matrizes e moldes são tradicionalmente feitos por usinagem CNC, eletroerosão ou mesmo manualmente. Todos esses processos são caros e demorados, o que torna a implementação das técnicas de prototipagem rápida muito bem-vindas. Estudos estimam que esta técnica permita economizar 75% do tempo e custos envolvidos na fabricação das ferramentas (GORNÍ, 2007).

Atualmente existem mais de 20 sistemas de RP no mercado que, apesar de usarem diferentes tecnologias de adição de material, se baseiam no mesmo princípio de manufatura por camadas planas. Estes processos podem ser agrupados pelo estado ou forma inicial da matéria-prima utilizada na fabricação, sendo classificados em processos baseados em Líquido, Sólido e Pó.

- **Baseados em Líquido** – a matéria-prima utilizada para fabricar a peça encontra-se no estado líquido, antes de ser processada. Nesta categoria, encontram-se as tecnologias que envolvem a polimerização de uma resina líquida por um laser UV (ex. Estereolitografia – SL, de *StereoLithography*), ou o jateamento de resina líquida por um cabeçote tipo jato de tinta e posterior cura pela exposição a uma luz UV (ex. Impressão a Jato de Tinta – IJP, de *Ink Jet Printing*), entre outros.
- **Baseados em Sólido** – nestes processos o material utilizado encontra-se no estado sólido, podendo estar na forma de filamento, lâmina, ou outra qualquer. Alguns dos processos fundem o material, antes da sua deposição (ex. Modelagem por Fusão e Deposição – FDM, de *Fused Deposition Modeling*, IJP).

Outros somente recortam uma lâmina do material adicionado (ex. Manufatura Laminar de Objetos – LOM, de *Laminated Object Manufacturing*, Tecnologia com Lâminas de Papel – PLT, de *Paper Lamination Technology*);

- **Baseados em Pó** – a matéria-prima está na forma de pó antes do processamento. Pode-se utilizar laser para o seu processamento (ex. Sinterização Seletiva a Laser – SLS, de *Selective Laser Sintering*, Sinterização a Laser – EOSINT, Fabricação da Forma Final a Laser – LENS, de *Laser Engineered Net Shaping*) ou um aglutinante aplicado por um cabeçote tipo jato de tinta (ex. Impressão Tridimensional – 3DP, de *3 Dimensional Printing*, entre outros processos.

(VOLPATO, pag. 09, 2006).

No grupo de processos baseados em pó, estão as técnicas que serão abordadas neste estudo, as quais permitem a aplicação de uma grande variedade de materiais que são utilizadas no processo de fabricação, entre eles destaca-se o metal.

## 2 | OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Baseado nos processos apresentados será dado enfoque nas tecnologias relacionadas a impressão 3D, que utilizam metais como matéria-prima para confecção de suas peças, das quais destacam-se:

- Sinterização Seletiva a Laser;
- Sinterização a Laser;
- Fabricação da Forma Final a Laser;
- Impressão Tridimensional;

As demais tecnologias não serão explanadas devido a utilização de outras matérias-primas diferentes do metal, não sendo este o objetivo deste estudo.

### 2.2 Objetivos específicos (se aplicáveis)

1. Conhecer os diversos tipos de técnicas de impressão 3D com metais;
2. Identificar quais são os tipos de metais que podem ser utilizados na Impressão 3D;
3. Pesquisar os projetos em andamento, realizar comparações e extrair vantagens e desvantagens;
4. Fazer orçamento de um equipamento deste porte;

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Como se trata de um estudo de pesquisa e levantamento, os materiais utilizados estavam disponíveis na internet, em bases de dados, revistas científicas, documentações de fabricantes, monografias, trabalhos de conclusão de curso e livros relacionados ao tema abordado.

### 4 | RESULTADOS

Atualmente, peças com alta complexidade e propriedades muito próximas ao material tradicional (forjado ou laminado) podem ser produzidas diretamente a partir de materiais metálicos, sem usar quaisquer ligantes intermediários ou processamentos adicionais após a operação, eliminando várias etapas de processo (SOUZA, pag.333, 2013).

O processo de fabricação de peças depende de algumas situações específicas, as quais ditarão condições particulares de acabamento da peça ou pós-processamento (usinagem, tratamento térmico, polimento, entre outros), variando de acordo com as propriedades desejadas, sendo:

1. **Material em pó:** composição química, tamanho das partículas, formato, propriedades ótica e de transferência de calor, espessura da camada depositada para cada ciclo de fabricação (Figura 1);
2. **Laser:** potência, diâmetro do feixe de laser, velocidade de movimentação e atmosfera protetora de varredura;
3. **Estratégia ou técnica de fabricação:** distância entre os filamentos, posição relativa dos filamentos em dois planos consecutivos, orientação das camadas;



Figura 1 – Imagem detalhada do material metálico utilizado nos processos SLS e SLM (Marques, 2013)

Seguem detalhamentos:

## 1. Matéria-prima (pó metálico)

- **Composição Química:** Reações heterogêneas ao aquecimento do laser;
- **Tamanho das Partículas:** Falta de uniformização dos tamanhos poderá influenciar na viscosidade, taxa de fluxo e deposição do pó na camada;
- **Formato das Partículas:** Influência na fluidez de deposição do pó, importante a qualidade de formação das camadas;
- **Propriedades ópticas e de transferência de calor:** A resposta de interação do material com a radiação do laser e a capacidade de absorção do calor emitido, maior será a velocidade de sinterização/fusão do pó, influenciando nas propriedades mecânicas;
- **Espessura da camada depositada para cada ciclo de fabricação:** Camadas espessas ou finas prejudicam as propriedades da peça, o processo será eficiente com a consideração de ambas implicações, evitando qualquer uma delas.

## 2. Laser

- **Potência:** O pó metálico é sinterizado ou fundido, pelo calor emitido no feixe do laser, ou seja, maior potência, maior calor fornecido (Figura 2);
- **Diâmetro do feixe de laser:** Influencia diretamente na largura os filetes gerados na sinterização com o material para a construção das camadas que resultam na fabricação da peça (Figura 3);
- **Velocidade de movimentação:** Velocidades relativamente elevadas reduz a profundidade da camada refundida, influenciando diretamente na união entre as camadas;
- **Atmosfera protetora de varredura:** Ambiente fechado com gás inerte, afim de manter uma temperatura de até 900°C. O controle no resfriamento evita o alto grau de enrijecimento, que tende a deixar a peça frágil. Os gases utilizados no interior da câmara podem ser: argônio para materiais reativos: ligas de titânio e alumínio, e nitrogênio para as demais ligas metálicas.

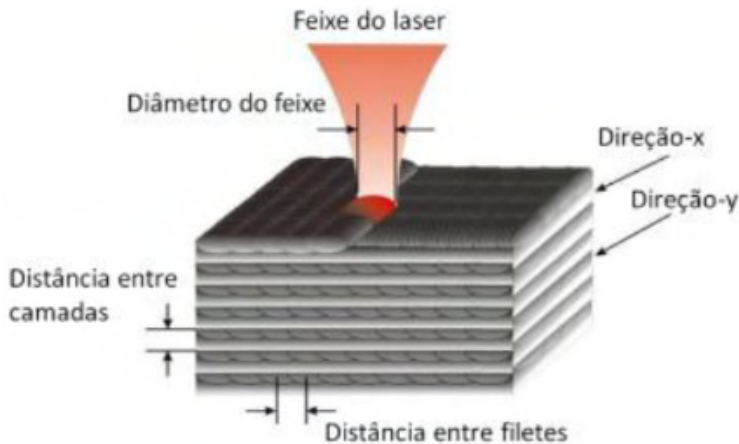


Figura 2 – Detalhamento do processo de fusão do pó metálico através do feixe do laser (MEINERS, 2012)

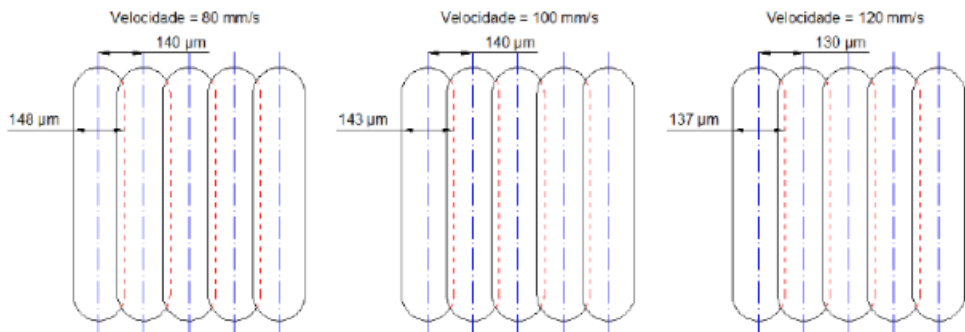


Figura 3 – Influência da velocidade do laser na qualidade dos filetes (Marques, 2013)

### 3. Estratégia de fabricação

- **Distância entre os filamentos:** Espaços entre filetes ocasionam em poros, portanto a distância deve ser calculada rigorosamente;
- **Posição relativa dos filamentos em dois planos consecutivos:** *Two-Zones*, método para alcançar o máximo de densidade nas peças, onde cada camada de pó é processada pelo laser duas vezes;
- **Orientação das camadas:** *Cross-Hatching*, evita a formação de poros interligados e aumenta a resistência de flambagem da peça.

### Principais processos, detentores das técnicas, funcionamento e materiais utilizados

A tabela 1 apresenta os processos de RP baseada no estado inicial da matéria-prima com ênfase a classe de materiais baseados em pó.

VOPATO et al (2007), descreve que os sistemas de prototipagem rápida de maior utilização atualmente são apresentados na tabela a seguir:

| Baseado em Líquido  | Baseado em Sólido  | Baseado em Pó   |
|---|--|---|
| Estereolitografia – SLA<br>( <i>Stereolithography</i> )                             | Modelagem por Fusão e<br>Deposição - FDM ( <i>Fused<br/>Deposition Modeling</i> )    | Sinterização Seletiva a Laser - SLS<br>( <i>Selective Laser Sintering</i> )                   |
| Impressão a Jato de<br>Tinta - IJP ( <i>Ink Jet<br/>Printing</i> ) – <i>PolyJet</i> | Manufatura Laminar de Objetos –<br>LOM ( <i>Laminated Object<br/>Manufacturing</i> ) | Sinterização a Laser ( <i>Laser<br/>Sintering</i> ) - EOSINT da EOS                           |
| IJP – <i>InVision</i>   | Tecnologia de RP com Papel –<br>PLT ( <i>Paper Lamination<br/>Technology</i> )       | Impressão Tridimensional - 3DP<br>( <i>3 Dimensional Printing</i> ) – Z<br><i>Corporation</i> |
|   | IJP - <i>ThermoJet</i>   | Fabricação da Forma Final a Laser -<br>LENS ( <i>Laser Engineered Net<br/>Shaping</i> )       |
|   | IJP – <i>Benchtop</i>  | 3DP - <i>ProMetal</i>   |

Tabela 1 – Classificação dos processos de RP baseada no estado inicial da matéria-prima (Volpato, 2007)

### 1. Sinterização Seletiva a Laser (SLS):

A tecnologia de Sinterização Seletiva a Laser (SLS, de *Selective Laser Sintering*) foi desenvolvida e patenteada pela Universidade do Texas, EUA, e a empresa DTM Corporation foi fundada em 1987 para comercializar esta tecnologia. O primeiro equipamento foi comercializado em 1992. No entanto, em 2001 a empresa 3D Systems, Inc. comprou a empresa DTM e passou a deter os direitos da tecnologia. Aplica o processo RapidTool, utilizando-se do material LaserForm.

Os insertos para moldes metálicos são fabricados em materiais compostos de aproximadamente 60% de aço inoxidável, da série 420, com infiltração de 40% de bronze. Com propriedades mecânicas similares à do aço P20, os moldes são utilizados principalmente na produção de peças de termoplástico injetadas ou para a produção de algumas centenas de peças metálicas, em Al, Zn, Mg por processos de vazamentos.

Este método utiliza laser CO<sup>2</sup> de média potência (25 a 100W) para sinterizar um material em forma de pó. Apesar de se utilizar o termo sinterização, em alguns casos o pó do material é levado ao ponto de fusão pela incidência do laser, agregando-se a camada anterior e formando o corpo da peça. A construção física da peça se inicia com o material sendo espalhado e nivelado por um rolo na câmara de construção do equipamento sobre uma plataforma. Esta câmara é aquecida a uma temperatura um pouco abaixo do ponto de fusão do material e mantida em atmosfera inerte, controla usando nitrogênio, o

que evita a oxidação e risco de explosão das partículas finas. Um sistema de varredura desloca o feixe do laser sobre a superfície formada pelo material espalhado, fornecendo a energia restante para “sinterizar” as partículas de acordo com a geometria da camada 2D da peça. Na sequência, a plataforma que suporta a peça desce, na direção do eixo Z, um incremento igual à espessura da camada fatiada no CAD e uma nova camada de material é espalhada sobre a anterior. Uma vez que a temperatura da nova camada atinja a temperatura de trabalho, o laser inicia novamente a varredura na superfície, resultando em nova sinterização. O material de suprimento fica armazenado em reservatórios laterais à câmara de construção. Este ciclo é repetido até que todas as camadas sejam depositadas e a peça seja produzida. Ao final do processo o pó não sinterizado pelo laser é removido com o auxílio de uma escova, ar comprimido ou aspirador de pó, e pode ser reutilizado dentro de um limite, pois degrada com o reuso ao longo do tempo (VOLPATO, pag. 81, 2006).

Os materiais disponíveis para a tecnologia SLS são: náilon, poliamida, poliamida com microesferas de vidro, elastômetro, cerâmica e metal com polímero para obtenção de peças e insertos metálicos. Para o material metálico, há necessidade de pós-processamento em forno à alta temperatura após a retirada da peça da máquina e, dependendo da aplicação, operações de acabamento superficial são requeridas. A figura 4 ilustra o princípio desta tecnologia.

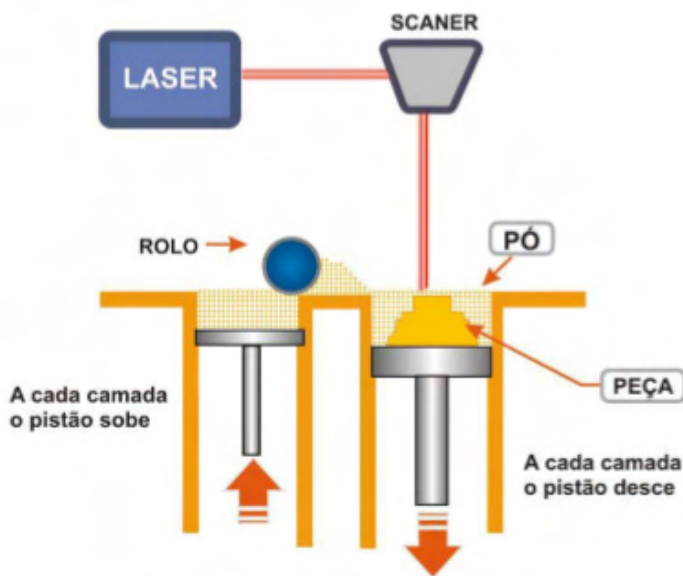


Figura 4 – Princípio do processo SLS



## ***Vantagens***

- Vários materiais podem ser utilizados, sendo estes não tóxicos;
- Um único equipamento processa vários tipos de materiais (polímeros, cerâmica e metais);
- Atua tanto na fabricação de protótipos, quanto de peças funcionais;
- Dependendo do material, o processo exige pouco pós-processamento;
- Possibilidade de empilhar várias peças para a fabricação;
- Não necessita de pós-cura do material sinterizado.

## ***Deficiências***

- Acabamento superficial deficiente;
- Custo elevado do equipamento;
- Consumo elevado de energia para sinterizar as partículas de material.

## **2. Sinterização a Laser:**

A empresa EOS GmbH, da Alemanha, foi a primeira empresa europeia a lançar uma tecnologia de RP. O sistema é baseado na sinterização a laser e o princípio é praticamente o mesmo da tecnologia SLS da 3D Systems. A empresa fornece um equipamento para cada tipo de material, sendo (polímero – EOSINT P, areia – EOSINT S e metal – EOSINT M). A EOS foi a precursora a oferecer um sistema para a sinterização direta de metal em 1994 e a primeira a oferecer um sistema com laser duplo, em 2001. O laser neste caso varia consideravelmente conforme o tipo de material utilizado.

Os insertos para moldes metálicos são fabricados em materiais compostos de liga de bronze, níquel e fosfato de cobre comercializada pelo nome de DirectMetal, que permite a produção de até 34000 peças injetadas por molde em material termoplástico sem reforço. A empresa também comercializa um material, em aço, com propriedades similares ao P20, denominado de DirectSteel especialmente desenvolvido para fabricar insertos metálicos, atribuindo ao processo o nome de DirectTool.

O processo inicia com o material sendo espalhado e nivelado por um sistema de lâmina e tremonha em uma câmara de trabalho. O material é suprido ao sistema de depositar e espalhar quando o mesmo finaliza o curso e alcança a lateral do equipamento. A câmara também se encontra a uma temperatura controlada e com atmosfera inerte através de gás nitrogênio que é gerado por uma fonte na própria máquina, não necessitando de suprimento externo. Um sistema de varredura por espelhos controla o feixe de laser CO<sub>2</sub>, descrevendo a geometria da camada sobre a superfície do material espalhado. Com a incidência do laser as partículas do material são aquecidas ao ponto de fusão, unindo-se umas às outras e também à camada anterior. Quando o laser terminar a sinterização da camada o sistema elevador desce em Z no valor referente a uma espessura de camada e o

material é novamente espalhado. O processo então se repete até a última camada. Ao final do processo o pó não processado é removido com o auxílio de uma escova, ar comprimido ou aspirador de pó, e pode ser reutilizado dentro de um limite, pois degrada com o reuso ao longo do tempo (VOLPATO, pag. 85, 2006). A figura 5 apresenta um esquemático deste processo.

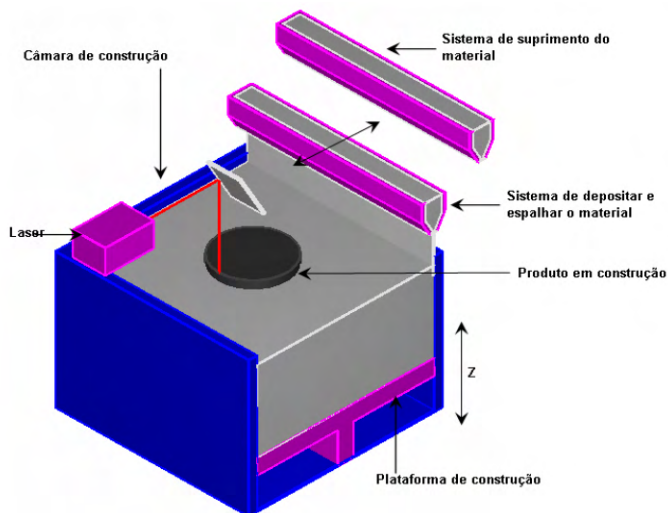


Figura 5 – Esquemático do processo “EOSINT”

### **Vantagens**

- Vários materiais podem ser utilizados, sendo estes não tóxicos;
- O processo exige pouco pós-processamento, não necessitando de pós-cura e não havendo necessidade de retirar estrutura de suporte;
- Atua tanto na fabricação de protótipos, quanto de peças funcionais;
- Possibilidade de empilhar várias peças para a fabricação;
- Possibilidade de fabricação de peças grandes (possui um equipamento com um volume de trabalho de 700x380x580mm).

### **Deficiências**

- Custo elevado do equipamento;
- Equipamento dedicado a cada tipo de material (polímero, areia ou metal).

### **3. Fabricação de Forma Final a Laser:**

A empresa americana Optomec, Inc. oferece comercialmente desde 1997 o processo Fabricação da Forma Final a Laser (LENS, de *Laser Engineered Net Shaping*). Apesar de ter pouca representatividade em termos de RP, este processo merece destaque, devido ao

grande potencial que oferece para obtenção de peças complexas metálicas com elevada resistência mecânica.

Os materiais disponíveis para este processo são aço inox, aço ferramenta H13, titânio, super-ligas, tais como iconel, cobre e alumínio.

O princípio do processo é demonstrado esquematicamente na Figura 05. O processo inicia com o laser de Nd:YAG, de alta potência (600 ou 1000W), focado sobre a superfície da peça em fabricação, formando uma poça fundida. O pó metálico é então direcionado continuamente por um bico para o ponto focal do laser, fundindo-se e aumentando o volume da peça. O material é depositado em finas linhas com determinada largura e espessura. O bico de deposição movimenta-se nas direções X-Y-Z em relação à mesa e, em um modelo disponível, possui a possibilidade de inclinação de +/- 90° e rotação de +/- 180°. Adicionalmente, a mesa da máquina permite rotação e inclinação. Esta característica de 5 eixos permite que vários detalhes, que normalmente exigiriam suporte, possam ser fabricados sem os mesmos. O processo é realizado dentro de uma câmara com atmosfera controlada, utilizando gás argônio à baixa pressão, para evitar a ação do oxigênio. As peças geralmente necessitam de acabamento superficial após a fabricação. A formação dos grãos é fina, devido à rápida solidificação da poça fundida. Uma outra característica positiva do processo é a relativa pequena zona afetada pelo calor, o que reduz o impacto no substrato (VOLPATO, pag. 87 e 88, 2006).

#### ***Vantagens***

- Obtenção de peça metálica com um material completamente denso e com alta qualidade mecânica;
- Não necessita de pós-processamento em forno, somente operações de acabamento superficiais;
- Processo que pode ser utilizado para reparo de peças, também utilizado em combinado com acréscimo de detalhes, reforços ou camada mais resistente contra desgaste.

#### ***Deficiências***

- Utiliza laser com consumo alto de energia;
- Somente oferece a possibilidade de se obter peças metálicas;
- Regiões desconectadas do corpo principal são de difícil fabricação;
- Acabamento superficial deficiente.

#### **4. Impressão tridimensional (3DP) – Z Corporation**

A empresa Z Corporation (EUA) adquiriu a licença para continuar o desenvolvimento e comercializar equipamentos baseados no princípio da tecnologia 3DP patentado pelo MIT.

A tecnologia 3DP não utiliza laser para processar o material em forma de pó. Neste

processo, o material é agregado por um aglutinante depositado por impressão tipo jato de tinta. Um rolo espalha e nivela o material e a cabeça de impressão deposita o aglutinante de acordo com a geometria 2D da camada sendo processada (Figura 6). Este processo também não requer estrutura de suporte, pois o material ao redor da peça não processado atua como suporte natural. Adicionalmente, várias peças podem ser fabricadas empilhadas em uma operação. Aparentemente, não há limitação quanto aos materiais que podem ser utilizados neste processo, sendo comum a utilização de cerâmica, metal, polímero, gesso e material à base de amido. O aglutinante deve ser desenvolvido especificamente para tipo de pó. As peças fabricadas por este processo necessitam de uma etapa de pós-processamento para aumentar a resistência ou acabamento superficial. Este pós-processamento vai variar de acordo com o material sendo processado (VOLPATO, pag. 90, 2006). A figura 6 apresenta sequencialmente as etapas que compõem esta tecnologia.

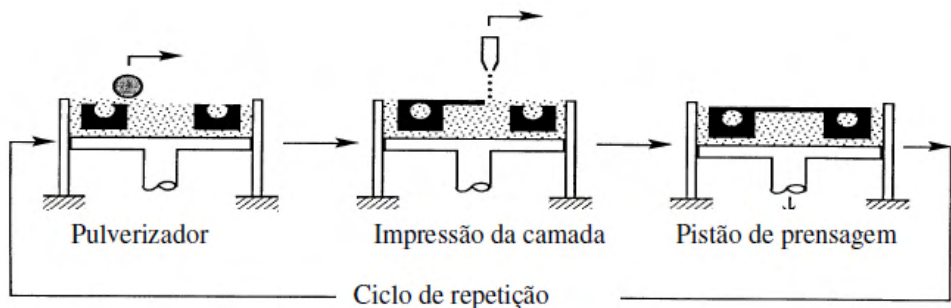


Figura 6 – Princípio do processo 3DP (Volpato, 2007)

### ***Vantagens***

- Não utiliza laser;
- Alta velocidade;
- Não necessita de suporte em regiões não conectadas;
- Não há desperdício de material, pois o pó solto, não impresso durante o processo pode ser reutilizado;
- Há a possibilidade de obtenção de peças coloridas em um dos modelos de equipamentos;

### ***Deficiências***

- Limitação na funcionalidade das peças obtidas;
- Pouca diversidade de material;
- Necessita de pós-processamento para limpeza e infiltração com resina para melhorar a resistência das peças;

- Acabamento superficial satisfatório para aplicações menos exigentes em precisão.

### **5. Impressão tridimensional (3DP) – ProMetal da Ex One Corporation**

Desde 1997, a empresa Extrude Hone Corporation dos EUA, mais recentemente Ex One Corporation, oferece o seu equipamento baseado no processo 3DP do MIT. A empresa possui a licença para obtenção de componentes metálicos através do processo.

O pó metálico é coletado do reservatório de suprimento, espalhado e nivelado por um rolo sobre a superfície do pistão que conterá a peça fabricada. Este sistema de espalhar então recua para a posição inicial. O cabeçote de jato de tinta imprime um líquido aglutinante fotopolimérico sobre as partículas do pó metálico, descrevendo a geometria da camada. Em seguida, o sistema de espalhar coleta mais material e avança parcialmente, até que a lâmpada de luz UV utilizada para curar o ligante esteja posicionada sobre a camada impressa da peça. Após a cura do ligante, a plataforma desce em Z o incremento da espessura da camada e o sistema de espalhar continua o deslocamento depositando mais uma camada, recuando então para a posição original. Este ciclo é repetido até a finalização da peça.

Ao final do processo, o pistão que contém a peça sobe e a peça verde é retirada do bolo formado. Esta peça verde não possui resistência suficiente para aplicação final, necessitando então de uma etapa de pós-processamento em um forno. Numa primeira etapa do pós-processamento, a peça é aquecida queimando o aglutinante e iniciando a sinterização metálica das partículas. Ao final desta etapa- tem-se uma peça com uma porosidade de 60%. A peça segue novamente ao forno a 1100°C onde, pela ação da capilaridade, uma liga de bronze é infiltrada, obtendo-se uma peça completamente densa. Após esta última etapa, geralmente são necessárias operações de acabamento envolvendo usinagem, polimento e tratamento superficial (VOLPATO, pag. 93, 2006).

#### ***Vantagens***

- Não utiliza laser;
- Processo rápido;
- Permite a obtenção de peças grandes, podendo chegar a dimensões de 1000x500x250mm;
- Não necessita de fabricação de suporte, pois o pó solto atua como suporte natural;
- Permite a fabricação de insertos para moldes com canais de refrigeração que acompanha a geometria da peça.

#### ***Deficiências***

- Necessita de pós-processamento em dois ciclos num forno à alta temperatura;
- Somente oferece a possibilidade de se obter peças metálicas.

## 5 | DISCUSSÃO

Em análise as técnicas de impressão 3D em metal, constatou-se que todas as técnicas aplicadas são bastante onerosas, envolvendo grande infraestrutura de instalação e segurança, além das tecnologias serem restritas a utilização de um pequeno conjunto de empresas, o que torna a fabricação e desenvolvimento de um protótipo deste tipo de equipamento bastante dispendioso.

Por este motivo durante a realização do estudo, foi descartado a possibilidade de desenvolvimento do projeto e orçamento para construção de uma impressora 3D para metais, pois a partir do custo levantado chegou-se à conclusão da inviabilidade do desenvolvimento nas condições atuais. Como trata-se de uma tecnologia inovadora e em processo de amadurecimento vislumbra-se um futuro com novas tendências agregadas que poderão minimizar os custos de fabricação e os riscos envolvidos, relacionados a manipulação de laser, utilização de gases para pressurização do ambiente de trabalho e principalmente o uso de alguns metais pesados e os métodos de tratamentos envolvidos.

Dentre os fornecedores citados, apenas o fabricante EOS, representado pela empresa AMS Brasil, retornou o contato com uma proposta previa dos equipamentos modelo M290 (evolução da M280) e M400, importante salientar que esta empresa foi responsável pela venda e implantação do equipamento M280 nas instituições de ensino, UNICAMP e PUC-RJ, sendo nesta última instalada no laboratório Next (Núcleo de Experimentação Tridimensional).

### Sobre o Produto

Sistema de sinterização a laser em metal é utilizado para a produção de ferramentas, peças protótipo e produtos finais diretamente no metal.

O M EOSINT 280 é a versão atualizada e melhorada do M EOSINT 270, o sistema de liderança no mercado para a fabricação de camada aditivo de componentes de metal. Diretamente produz peças de alta qualidade de metal com base de dados tridimensional CAD - de forma totalmente automática, em apenas algumas horas, e sem necessidade de ferramentas.

O sistema é equipado opcionalmente com um laser de estado sólido de 200 ou 400 watts, o qual fornece uma radiação de qualidade excepcionalmente elevada e um desempenho estável. O monitoramento de energia laser (LPM) faz com que seja possível controlar tudo isso durante o processo de construção. Juntamente com um Sistema de Gestão simplificado garante condições de processamento otimizado e consistente para a construção de peças com qualidade. O sistema opera em ambas as atmosferas de nitrogênio e de proteção de argônio, permitindo o processamento de uma ampla gama de materiais: a partir de metais leves de aço inoxidável e ferramental para superligas.

O EOSINT M 280 EOS oferece uma série de materiais de metal em pó com conjuntos

de parâmetros correspondentes para a aplicação.

A capacidade do sistema pode ser adaptada a diferentes necessidades dos clientes com uma variedade de opções e equipamentos adicionais. A Gestão Integrada da Cadeia de Processos (IPCM) em módulos permite uma maior produtividade, maior qualidade e maior facilidade de uso.

As características distintivas da M 280 EOSINT sistema são a qualidade das peças que produz e os periféricos projetados ergonomicamente. Apresentado na figura 7 o modelo cotado junto ao fornecedor, com alguns exemplos de peças fabricados em alumínio e aço inox.

## EOSINT M280

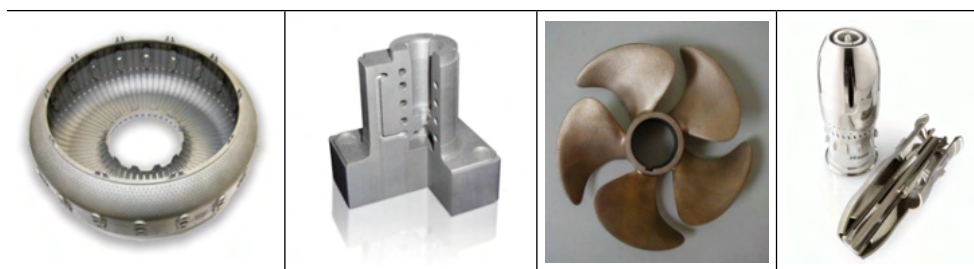


Figura 7 – Modelo EOSINT 280 e materiais fabricados (Orçamento EOSINT 280)

## 6 | CONCLUSÃO

A fabricação de peças em metal através de impressoras 3D é uma situação real, apesar de toda a tecnologia envolvida se encontrar em fase de aprimoramento, ainda existe um longo caminho para torná-la acessível e adequada ao usuário final, que cada vez mais, exige qualidade e agilidade no avanço das inovações.

A oportunidade vigente de desenvolvimento de produtos no processo de camadas, utilizando pó, se mostra bastante promissora e tem pela frente o desafio de explorar condições pontuais de mercado, abrindo um leque de opções disponíveis para reinvenções na concepção de produtos consolidados, diferenciado pela praticidade e rapidez no processo de fabricação, com redução de custos através da customização da quantidade de componentes.

O desafio neste caso será: gerar peças, dentro das especificações requeridas, com características similares a original, almejando um futuro em que não existam estoques, pois as peças serão concebidas sempre que necessárias através de arquivos tridimensionais armazenados virtualmente.

## REFERÊNCIAS

GORNI, A. Augusto. Introdução à prototipagem rápida e seus processos. Disponível em: <<http://www.gorni.eng.br/protrap.html>>. Acesso em: 12 de março de 2015.

VOLPATO, N. et al. Prototipagem rápida - tecnologias e aplicações. São Paulo: Edgar Blücher, 2006.

Gregolin, R.G.; Lenquist, T.M.; Barbosa, F.M.; Moraes, R.M.F; Zavaglia, C.A.de C.; Tokimatsu, R.C. Comparação entre propriedades mecânicas e microestruturais da liga Ti-6AL-4V, trabalhada a frio versus prototipada por sintetização direta a laser de metal. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ÓRGÃOS ARTIFICIAIS E BIOMATERIAIS.

CANESSA, E.; FONDA, C.; ZENNARO, M.. Low - cost 3D Printing: for Science, Education and Sustainable Development.. Trieste, Itália: ICTP Science Dissemination Unit, 2013

CONCEPT Laser GmbH, M2 cusing operating manual, version 1.0.11, Lichtenfels, Germany, 2011.

MARQUES, s. Rapport de Recherche: Utilization de la poudre métallique INOX420 (-32um) par Fusion Seletive par Laser. Laboratoire DIPI, École Nationale d'Ingénieur de Saint-Etienne, 31 de Março, 2013.

MEINERS, W. Selective Laser Melting: Generative Fertigung fur die Produktion der Zunkunft? Optische Technologien in der Produktionstechnik. 21 de Março de 2012, Fraunhofer Institut fur Lasertechnik, Aachen.

SOUZA, F. Adriano; ULBRICH, L. B. Cristiane, Engenharia Integrada por Computador e Sistemas CAD/CAM/CNC – princípios e aplicações, São Paulo, Brasil: Artliber Editora, 2013.



## APLICAÇÃO DE REDES NEURAIS CONVOLUCIONAIS EM LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

Data de aceite: 01/06/2022

Data de submissão: 12/04/2022

### Milena Lucas dos Santos

Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Foz do Iguaçu, Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/7448020278417626>

### Fabiana Frata Furlan Peres

Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Foz do Iguaçu, Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/4134919454057451>

### Valéria Nunes dos Santos

Fundação Parque Tecnológico Itaipu  
Foz do Iguaçu, Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/5967941336003154>

### Claudio Roberto Marquette Mauricio

Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Foz do Iguaçu, Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/9614304238454186>

**RESUMO:** A energia elétrica é algo essencial para todas as áreas de produção. Sendo assim, a condição dos equipamentos é essencial para a distribuição de uma energia de qualidade. Contudo, as redes elétricas se estendem por quilômetros e ainda por trechos de difícil acesso, comprometendo encontrar equipamentos danificados. Neste artigo, apresenta-se uma solução de detecção e classificação de objetos das linhas de distribuição de energia utilizando Redes Neurais Convolucionais. A solução foi treinada para detectar e classificar quatro tipos

de objetos que fazem parte da rede elétrica. A rede neural artificial selecionada para detectar e classificar os objetos foi a YOLOv3. Para compor o banco de imagens de teste e treinamento, foi utilizado um drone e efetuadas coletas de imagens em 10 locais distintos. Após o treinamento, a Rede Neural Convolucional alcançou um IoU de 60,38%.

**PALAVRAS-CHAVE:** YOLOv3; Redes Neurais Convolucionais; Distribuição de energia.

### APPLICATION OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS IN ENERGY DISTRIBUTION LINES

**ABSTRACT:** Electric power is essential for all areas of production. Therefore, the condition of the power line distribution equipment is essential for energy quality. However, the power grids extend for miles and even stretches of difficult access, compromising the search for damaged equipment. This article presents a solution for detection and classification of objects in power distribution lines using Convolutional Neural Networks. The solution was trained to detect and classify four types of objects that are part of the power grid. YOLOv3 was the artificial neural network selected to detect and classify objects. To compose the test and training image bank, a drone was used, and image collections were made in 10 distinct locations. After the training, Convolutional Neural Networks achieved a IoU of 60.38%.

**KEYWORDS:** YOLOv3; Convolutional Neural Networks; Energy Distribution.

## 1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, as redes de distribuição de energia elétrica são compostas por um complexo sistema de elementos que transportam a energia de onde é criada para onde será consumida. Essas redes intrincadas conectam geradores de eletricidade, linhas de transmissão, canais de distribuição e usuários finais (RIBEIRO, 2022).

As redes de transmissão, inicialmente, geram a energia e armazenam em geradores antes de ser entregue por cabos aéreos ligados a grandes torres metálicas. Como as redes elétricas são trifásicas, as torres de transmissão normalmente incluem três conjuntos de cabos. Esses cabos são acompanhados por um cabo mais alto, que fica posicionado no topo da torre, chamado de cabo para-raios (MATTEDE, 2022).

As redes de distribuição de energia abastecem consumidores industriais, comerciais e residenciais. No Brasil são mais de 140.000 km de linhas de transmissão (ONS, 2020). As redes de distribuição de energia são divididas em três categorias: linhas de alta, média e baixa tensão. As subestações de transformação, que incluem transformadores, equipamentos de proteção e controle, fazem parte das redes de distribuição de energia além das linhas de transmissão. Os componentes principais de uma subestação de distribuição são: o transformador, chaves, seccionadores, disjuntores e equipamentos de mediação e proteção contra raios ou curtos-circuitos (RIBEIRO, 2022).

Espera-se que estas linhas de transmissão estejam operantes e em bom estado de manutenção para garantir energia aos consumidores, porém a inspeção desses componentes é custosa devido a extensão das linhas de transmissão, pelo difícil acesso a certos trechos e pelos riscos de segurança. Desse modo é muito importante a investigação de novas abordagens explorando tecnologias que possam contribuir com o processo de inspeção, que facilite o acesso aos locais de forma segura.

Neste contexto, foi desenvolvido uma solução para inspeção dos componentes da rede elétrica de forma automatizada, utilizando drones e Rede Neural Convolutiva (CNN). A inspeção considera o modelo treinado para detecção e classificação de alguns componentes da rede elétrica. Os componentes considerados são: transformador, isolador, para-raios e chave fusível. As imagens são capturadas pelo drone e posteriormente é feita a análise das imagens adquiridas, considerando o modelo treinado. A seguir é descrito os detalhes do treinamento da rede CNN para a detecção e classificação dos quatro tipos de componentes presentes nas linhas de distribuição de energia.

## 2 | CONCEITOS GERAIS

### a. Redes Neurais Artificiais

Rede Neural Artificial (RNA) expõe que a máquina tem a capacidade de aprender sem interferência externa e tem a habilidade de generalizar a informação aprendida (PEDRINI;

SCHWARTZ, 2008). Uma RNA pode ser comparada com o cérebro humano; direcionada no processamento de informações computacionais, ela busca simular a maneira que o cérebro realiza alguma tarefa, aprendendo através de exemplos. Esse processo é chamado de treinamento, onde os pesos sinápticos dos neurônios e a forma como se relaciona com o seu ambiente são ajustados de acordo com o algoritmo de aprendizagem.

Há duas maneiras básicas de aprendizado da RNA: aprendizado supervisionado e aprendizado não-supervisionado. No aprendizado supervisionado, o agente externo apresenta um conjunto de padrões de entrada e suas saídas de acordo com a entrada para RNA. Para cada entrada, o agente externo determina se a resposta calculada é boa ou ruim, então a resposta da RNA e a resposta esperada são comparadas, o erro é apontado e então a RNA ajusta os pesos para melhorar suas próximas respostas. Na aprendizagem não-supervisionada, não há agente externo, a RNA aprende através de padrões de exemplos apresentados na entrada (SOARES, 2019).

A forma mais simples de RNA é a *perceptron*. Ela possui uma única camada contendo uma unidade neural. As RNAs com várias camadas são chamadas de *multilayer perceptron*, de maneira que possuem uma camada de entrada, outra de saída e uma ou mais camadas ocultas (SOARES, 2019).

As redes *multilayer perceptron* possuem algumas variações como as Redes Neurais Convolucionais (CNN) (SOARES, 2019). Elas fazem parte do subconjunto de algoritmos baseados em *deep learning*. Os algoritmos de *deep learning* têm a capacidade de instanciar camadas para aprender um item de entrada em vários níveis de representação. Cada nível é responsável por converter o objeto de entrada em uma representação mais geral de si mesmo (MARQUES, 2019).

As CNNs se destacam por sua capacidade de generalização; sendo capaz de extrair automaticamente as características de objetos (MARQUES, 2019). Recentemente diferentes pesquisas demonstraram a capacidade das CNNs para detecção e classificação de objetos, como por exemplo, a CNN Faster R-CNN, a CNN SSD, RetinaNet, entre outras.

A CNN Faster R-CNN é baseada em propostas de região, onde utiliza-se duas CNN's multicamadas executadas em paralelo. A primeira é a Fast R-CNN, responsável pela extração de características das regiões da segunda CNN, chamada de Region Proposal Networks (RPN). A RPN gera as regiões de interesse que contém os possíveis objetos. Essas regiões de interesse são usadas para ajustar o posicionamento do bounding box no objeto e na última fase do modelo de detecção para classificação dos objetos (LIN et al., 2017).

A CNN Single-Shot MultiBox Detector (CNN SSD) possui uma arquitetura baseada em *Region Proposal Networks* (RPN), *anchor boxes* e representação multi-escala (MAZZETTO, 2019). A CNN SSD ajusta as previsões dos *feature maps* de variadas resoluções para trabalhar com objetos de diversos tamanhos. Ela gera um número  $x$  de *anchor boxes* de tamanhos diferentes, que formam um conjunto de *bounding boxes*, inicialmente para a

detecção de objetos. Durante o treinamento essas *bounding boxes* são ajustadas para estarem de acordo com a posição do objeto. No final, o algoritmo *Non-Maximum Supression* reduz as *boxes* para a detecção (MAZZETTO, 2019; SOARES, 2019).

A CNN RetinaNet (LIN et al., 2017) é outra rede de detecção. Esta rede possui um estágio que procura alcançar o desempenho das redes de dois estágios (Faster R-CNN), mantendo a complexidade computacional reduzida. Uma das dificuldades da CNN SSD, que também é de um estágio, está em lidar com a detecção densa de objetos, pois o processamento é feito em uma etapa só. Entretanto, a RetinaNet possui duas sub-redes convolucionais: uma para a classificação das detecções e a outra para a regressão das *bounding boxes* ligadas ao objeto reconhecido. A principal contribuição da CNN RetinaNet foi o desenvolvimento da função de Perda Focal, resolvendo o problema de desbalanceamento de classes (MARTINS, 2019).

## b. Métricas de desempenho

Os algoritmos de detecção de objetos são avaliados através de seu desempenho em relação aos resultados de validação. As métricas utilizadas para a avaliação do desempenho da CNN são *Intersection over Union* (IoU) e *Mean Average Precision* (mAP).

*Intersection over Union* é uma métrica que define quanto a predição da localização de um objeto na imagem coincide com sua verdadeira localização (MARQUES, 2019). Essa métrica consiste basicamente em dividir a interseção pela união de dois *bounding boxes*. Quanto maior o valor do IoU, mais preciso é a seleção de um objeto na imagem, como apresentado na Figura 1.

O mAP é a média sobre o *Average Precision* (AP). O AP refere-se à capacidade de um modelo reconhecer apenas os objetos essenciais. É a porcentagem de previsões positivas que estão corretas. A média do AP calculada para todas as classes é usada para determinar o mAP para detecção de objetos (MARQUES, 2019).

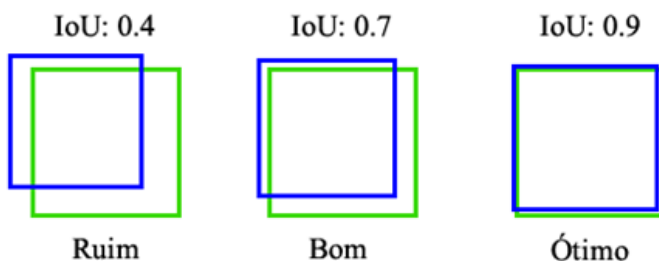


Fig. 1. Componentes escolhidos para a execução do projeto.

## 3 | TRABALHOS RELACIONADOS

Desde a geração até o uso de fato da energia, ocorre um trabalho complexo, que

vai desde a inspeção e a manutenção das redes de transmissão e distribuição de energia elétrica. A degradação dos componentes da rede de transmissão provém de ações de agentes ambientais como a temperatura, umidade, poluição e radiação ultravioleta, mas também pode provir de vandalismo, entre outros (RIBEIRO, 2017).

Na literatura, há vários estudos e métodos para a detecção de componentes em linhas de distribuição (FERREIRA et al., 2009; GODOI et al., 2005; SANTOS, 2017), sendo que alguns exploram técnicas de inteligência artificial e processamento digital de imagens, como também radiografias e tomografias. O trabalho apresentado em (GODOI et al., 2005), notabiliza uma maneira de detectar e classificar os defeitos de isoladores poliméricos através de processamento digital de imagens radiográficas. São realizados raios-x em isoladores poliméricos a fim de montar um *dataset* de imagens. Em seguida é realizado um pré-processamento nas imagens, onde a área de interesse é extraída, por fim classificados componente a componente no qual só então são usadas para treinamento de uma RNA.

A termografia infravermelha aplicada no sistema elétrico pode ser muito efetiva para prevenção de falhas e ausência de produção, o trabalho de (SANTOS, 2017), propõe o uso de algoritmos de RNAs para indicar possíveis falhas em transformadores, através das temperaturas marcadas nas imagens termográficas. A abordagem apresentada em (FERREIRA et al., 2009) tem o foco em manter a qualidade de energia nas redes de distribuição. O método proposto também utiliza processamento digital de imagens, como o pré-processamento e RNA para a classificação dos eventos, ou seja, ter o monitoramento em barras de subestações, através das oscilografias. Os algoritmos utilizados foram o *MultiLayer Perceptron* (MLP) e *Support Vector Machines* (SVM). A pesquisa de (RIBEIRO, 2017) utilizou a radiação ultravioleta e a termografia como parâmetros para determinar o estado da degradação de isoladores poliméricos, auxiliando na tomada de decisões para intervenção e manutenção do componente, utilizando processamento digital de imagens e RNA.

Publicações mais recentes utilizam drones para a inspeção automática, como o (TILAWAT; THEERA-UMPON; AUEPHANWIRIYAKUL, 2010) que sugeriram um método para reconhecer postes de energia em sequências aéreas de vídeo. Primeiro, um filtro bidimensional separável *Infinite Impulse Response* (IIR) e *Non-Maximum Supression* foram usados para recuperar pixels de linha reta. A transformada de *Hough* foi então usada para encontrar linhas retas. Finalmente, as linhas de energia descobertas foram usadas para detectar postes de energia. Sampedro et al. (SAMPEDRO et al., 2014) sugeriram um método de reconhecimento e classificação de torres elétricas para inspeção de linhas de transmissão baseado em características de HOG e redes neurais MLP.

Wang e Zhang (WANG; ZHANG, 2016) sugeriram um método para detectar isoladores a partir de fotos aéreas. Para supressão de fundo, uma técnica única baseada no limiar de Otsu e procedimentos morfológicos foi proposta. Em seguida, para categorizar os isoladores, um modelo de SVM foi treinado usando recursos coletados por filtros Gabor.

Liao e An (LIAO; AN, 2014) propuseram uma técnica robusta para encontrar isoladores em imagens aéreas. Para descobrir as características locais, uma abordagem aprimorada de seleção de *Harris corner* foi aplicada. Para representar feições locais, foi proposto um descritor *MultiScale and MultiFeature* (MSMF). Finalmente, Recursos de Ordens Espaciais (SOFs) foram descobertos para melhorar a robustez do algoritmo. Finalmente, a região dos isoladores foi determinada usando uma técnica de emparelhamento.

Os estudos apresentados trazem soluções com RNAs com diversas técnicas e aplicações. Este trabalho consiste em apresentar a detecção e classificação de componentes nas linhas de distribuição de energia elétrica utilizando algoritmos de CNN.

## 4 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para criar o modelo capaz de detectar e classificar os componentes, foi utilizado a RNA YOLOv3 e o *framework* Darknet. O uso da YOLOv3 se deve por ela se destacar pela sua acurácia e velocidade para treinamento. A YOLOv3 foi proposta por Redmon e Farhadi (REDMON; FARHADI, 2018) em 2018. O algoritmo é baseado em Redes Neurais Convolucionais e se propõe a detectar objetos em imagens, em tempo real. Ela possui capacidade de generalização e sua arquitetura contém uma rede convolucional que prevê várias regiões da imagem ao mesmo tempo. Na camada de entrada, a imagem é subdividida em uma grade de tamanho  $N \times N$ , onde para cada célula da grade é predito um objeto. Para cada célula ela prediz um número limitado de *bounding boxes* entregando um valor de confiança relacionado a região identificada. A YOLOv3 (REDMON; FARHADI, 2018) possui 53 camadas convolucionais. Para melhorar a detecção de objetos pequenos, é realizado um conjunto de operações de convolução usando filtros  $1 \times 1$  e  $3 \times 3$  (SCALABRIN, 2019).

O Darknet é um *framework* de código aberto que permite ao pesquisador customizar parâmetros de acordo com sua capacidade de processamento (REDMON, [s.d.]). Ela não possui interface, porém sua utilização é simples. É possível visualizar o treinamento por iterações: a cada conjunto de imagens que entra na RNA, é exibido um conjunto de informações da RNA em relação a aquele conjunto. Além disso o Darknet permite uma subdivisão sobre o *batch*. Por exemplo, um *batch* de 64, são 64 imagens entrando ao mesmo tempo na RNA para extração de características comuns. O Darknet permite passar um parâmetro para dividir esse *batch* e assim diminuir o custo de processamento; ao final ele realiza uma operação para juntar as partes e retornar o valor total do *batch* inicial (REDMON, [s.d.]).

Para a execução do treinamento da rede e para realizar os testes de detecção e classificação dos componentes, foram coletadas imagens dos objetos em 10 locais diferentes da zona urbana de uma cidade. Foram obtidas ao todo 675 imagens contendo vários objetos de interesse em cada imagem, das quais 615 imagens foram utilizadas para o treinamento e testes e 50 imagens para a validação da CNN. Foram escolhidos quatro

tipos de objetos para detectar e classificar: isolador, chave fusível, transformador e para-raio. A escolha se deve pelo número de componentes no *dataset* serem relevantes para o treinamento. Conforme a limitação do *dataset*, alguns objetos não foram inseridos para treinamento. A figura 1 mostra um exemplo de cada objeto, porém há outros modelos e cores dos objetos inseridos no *dataset*.

A ferramenta Bbox-Label-Tool (S. QIU, 2017) é utilizada para gerar os rótulos de cada objeto demarcado, esse processo é essencial para tarefas de aprendizado preditivas. A CNN YOLO permite realizar mudanças em seus parâmetros, os principais parâmetros alterados são: *Batch* define o número de imagens no lote que será aplicado a normalização; *Subdivisions* permite dividir o valor do *Batch* para reduzir o número de imagens no lote; *Width* e *Height*, são usados para definir a dimensão das imagens de treinamento; *Filters* corresponde ao filtro da última camada de convolução; esse valor é calculado pela fórmula:  $(classes+5) * 3$ ; por fim o parâmetro *Random* se alterado para 1, redimensiona as imagens a cada 10 iterações (SANTOS, 2018).



Fig. 2. Componentes escolhidos para a execução do projeto.

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira etapa do processo de detecção e classificação da CNN é o pré treinamento, na qual a ferramenta BBox-Label-Tool foi usada para demarcar os objetos em suas respectivas classes, gerando as anotações necessárias. Essa etapa engloba todo o processo anterior ao treinamento. Posteriormente, as 615 imagens foram divididas em 75% para o treinamento e 25% para testes. Essa divisão foi feita de forma aleatória, o que pode ter interferido significativamente nos resultados, uma vez que a quantidade de cada componente ficou desproporcional, gerando um desbalanceamento de classes. A Tabela 1 apresenta o número dos componentes na fase de treinamento, testes e validação.

| Classes       | Treino | Teste | Validação |
|---------------|--------|-------|-----------|
| Transformador | 170    | 150   | 21        |
| Isolador      | 1364   | 288   | 152       |
| Chave Fusível | 549    | 172   | 56        |
| Para-raio     | 424    | 214   | 37        |

TABELA I - NÚMERO DE COMPONENTES DAS FASES DE TREINAMENTO, TESTE E VALIDAÇÃO.

Para o treinamento, foram utilizados os pesos sinápticos já pré-treinados, sendo o modelo *darknet53*, como também foram realizados 2 treinamentos. A Tabela 2 apresenta os parâmetros do *darknet53* que foram alterados com o objetivo de melhorar a detecção e classificação da CNN.

|                     | Treinamento 1 | Treinamento 2 |
|---------------------|---------------|---------------|
| <i>Batch</i>        | 64            | 32            |
| <i>Subdivisions</i> | 16            | 8             |
| <i>Width</i>        | 416           | 416           |
| <i>Height</i>       | 416           | 416           |
| <i>Filters</i>      | 36            | 36            |
| <i>Random</i>       | 0             | 1             |

TABELA II - PARÂMETROS DOS 2 TREINAMENTOS REALIZADOS.

| Classes       | AP T1  | AP V1  | AP T2  | AP V2  |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Transformador | 80,22% | 62,5%  | 74,87% | 73,06% |
| Isolador      | 27,45% | 32,66% | 29,49% | 38,12% |
| Chave Fusível | 34,0%  | 18,02% | 31,73% | 20,85% |
| Para-raio     | 11,29% | 8,71%  | 13,22% | 3,6%   |

TABELA III - RESULTADOS OBTIDOS COM O PRIMEIRO E SEGUNDO TREINAMENTO.

O primeiro treinamento resultou em um mAP de 17,41% e média do IoU de 51,99%. Com o objetivo de melhorar os resultados, realizou-se um segundo treinamento, o valor resultante do mAP foi de 34% e média do IoU de 60,38%. Observa-se que o segundo treinamento atingiu o seu objetivo. Todas as métricas são apresentadas pelo próprio Darknet, com um comando é possível ter em mãos diferentes resultados calculados por suas respectivas métricas.

A Tabela III mostra a precisão média (AP) de cada classe para os dois treinamentos. As colunas “AP T1” e “AP V1” apresentam a AP obtida no teste e na validação do primeiro



treinamento e as colunas “AP T2” e “AP V2” a AP obtida no teste e na validação do segundo treinamento. A Figura 3 e a Figura 4 mostram os resultados obtidos. Pode-se observar que os *bounding boxes* coincidem aproximadamente com sua verdadeira localização.

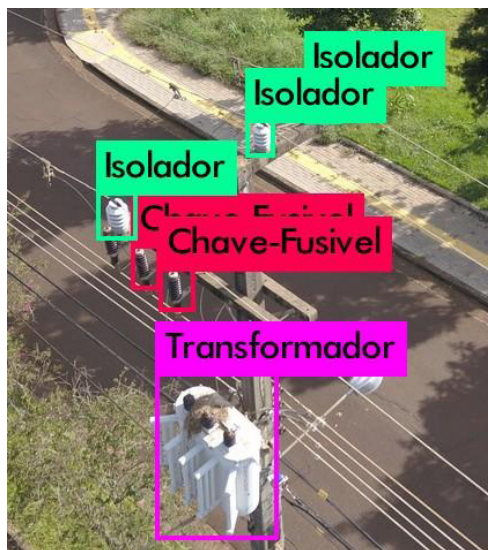


Fig. 3 Exemplo de imagem do segundo treinamento

Na Figura 3 a CNN detecta o transformador e os três isoladores com uma confiança de 100%, mas a CNN classifica o objeto para-raio como chave fusível. Na Figura 4, o componente para-raio é detectado duas vezes, entretanto o componente mais distante do transformador é uma chave-fusível. Este erro em ambos os treinamentos é conhecido como falso positivo. Vários fatores podem ter influenciado o mAP resultante, como a distância usada para obter as imagens, que pode ter dificultado o aprendizado da CNN; os diferentes modelos dos componentes; os parâmetros utilizados para o treinamento e/ou a divisão das imagens para treinamento e teste. Ou seja, vários fatores podem ter influenciado o resultado.

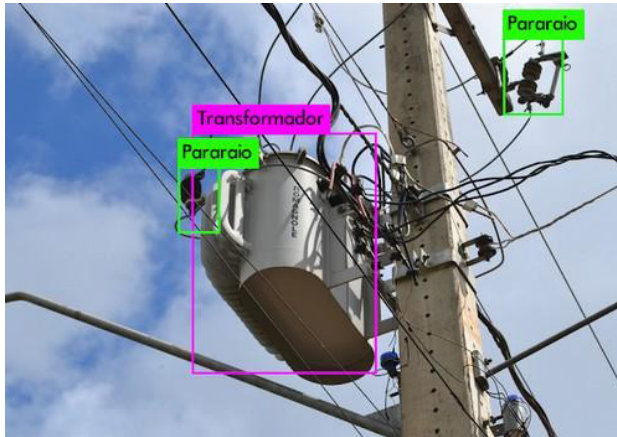


Fig. 4. Outro resultado visual do segundo treinamento.

É importante ressaltar que os dois treinamentos foram realizados com o mesmo número de imagens, pelo fato de não terem sido realizadas mais coletas de imagens, no entanto o ideal seria aumentar o número de imagens a cada treinamento. E por fim, na Figura 5 a CNN detecta o transformador com uma confiança de 82% e 99% os isoladores. No entanto, as chaves-fusível e os para-raios não são identificados pela CNN. Isso pode ocorrer, pois a imagem está em um ângulo mais distante, tornando a detecção mais difícil para a CNN.

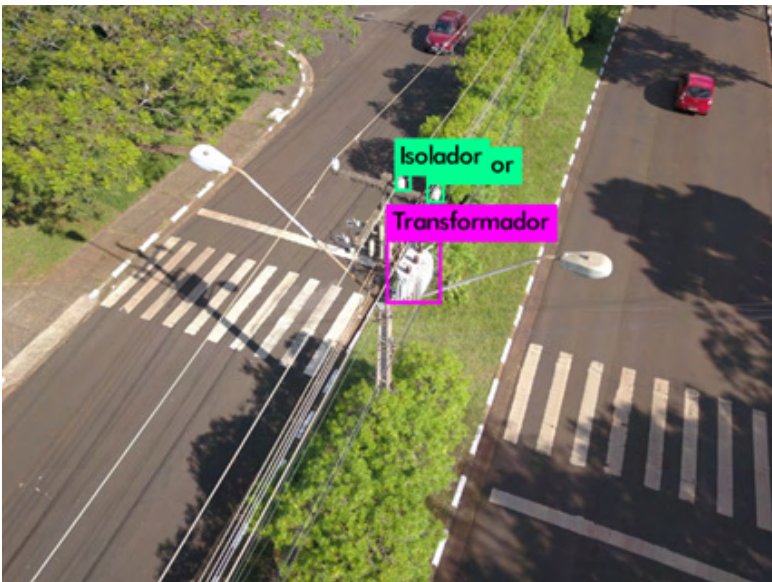


Fig. 5. Imagem de um ângulo mais distante no segundo treinamento.

## 6 | CONCLUSÕES

Conforme os resultados da validação e testes mostrados, a classe transformador é o componente com maior número de detecções pela CNN YOLOv3. Analisando o número de componentes, a classe transformador é o objeto com menor número de componentes para o treinamento, mas pelo fato de o objeto ser maior, a CNN tem mais facilidade de reconhecer. Os demais componentes são objetos menores, dificultando o aprendizado da CNN.(ONS, 2020)

Importante ressaltar que a YOLOv3 melhorou em relação a detecção de objetos pequenos, mas ainda é um desafio para CNNs de um estágio. A diferença da precisão média entre a classe transformador e a classe isolador (segunda classe mais detectada, segundo AP) é muito alta, diferença de 35%.

Um dos fatores importantes de serem citados que interferem na detecção e classificação dos componentes são o modelo, a cor e o ângulo variados nas imagens. Por exemplo, no banco de imagens contém figuras com diferentes modelos de isolador, sendo poliméricos, de vidro ou porcelana. Da mesma forma, acontece com os demais componentes das linhas de distribuição de energia.

Comumente, se o IoU é considerado maior que 0,5, então a predição é considerada verdadeira. Dessa maneira, o valor resultante do IoU é satisfatório. Acredita-se que a ampliação do *dataset* pode influenciar positivamente nos próximos treinamentos realizados com a CNN.

Os próximos passos deste trabalho, serão melhorar a CNN de acordo com o conhecimento e experiência que foram adquiridos e classificar os componentes como regulares ou com defeitos. Para isso o *dataset* será ampliado e será aplicado novos métodos de detecção de objetos nas imagens.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI), Centro Internacional de Hidroinformática (CIH) por propor e financiar o projeto; ao Centro Latino Americano de Tecnologias Abertas (CELTA) pela disponibilização de material e conhecimento; também agradecemos à Itaipu pelo incentivo ao projeto.

## REFERÊNCIAS

FERREIRA, V. et al. **Classificação de eventos em redes de distribuição de energia utilizando transformada wavelet e modelos neurais autônomo**. IX Congresso Brasileiro de Redes Neurais/ Inteligência Computacional. **Anais**. 2009.

GODOI, W. C. et al. Detecção de defeitos em isoladores poliméricos por meio da radiografia digital e reconhecimento de padrões. **Espaço Energia**, v. 1, n. 2, p. 5–11, 2005.

LIAO, S.; AN, J. A robust insulator detection algorithm based on local features and spatial orders for aerial images. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, v. 12, n. 5, p. 963–967, 2014.

LIN, T.-Y. et al. **Focal loss for dense object detection**. Proceedings of the IEEE international conference on computer vision. **Anais**. 2017.

MARQUES, B. H. P. **Avaliação de algoritmos baseados em deep learning para localizar placas veiculares brasileiras em ambientes complexos**. Pernambuco, 2019. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/123456789/8333>>. Acesso em: 11 abr. 2022.

MARTINS, R. A. P. **Aplicação de redes convolucionais profundas para detecção de massas em mamografias**. Monografia—Florianópolis: UFSC, 2019.

MATTEDE, H. **Redes de energia elétrica, tipos e características**.

MAZZETTO, M. **Detecção e classificação de múltiplos componentes em linha de montagem automotiva usando deep learning**. Dissertação—Pato Branco: UTFPR, 2019.

ONS. **Resultados da operação histórico da operação: Extensão das linhas de transmissão**.

PEDRINI, H.; SCHWARTZ, W. R. **Análise de imagens digitais: princípios, algoritmos e aplicações**. [s.l.] Cengage Learning, 2008.

REDMON, J.; FARHADI, A. **Yolov3: An incremental improvement**. Acesso em: 11 abr. 2022.

REDMON, J. **Darknet: Open source neural networks in c**. Disponível em: <<https://pjreddie.com/darknet/>>. Acesso em: 11 abr. 2022.

RIBEIRO, A. **Redes de distribuição de energia elétrica no Brasil**.

RIBEIRO, G. L. **Aprimoramento da classificação de isoladores poliméricos por medições termográficas e radiação UV usando processamento de imagens e RNA**. dissertação—Campina: UFCG, 2017.

S. QIU. **BBox-Label-Tool**.

SAMPEDRO, C. et al. **A supervised approach to electric tower detection and classification for power line inspection**. 2014 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN). **Anais**. 2014.

SANTOS, G. M. DOS. **Termografia e inteligência artificial na detecção de falhas em transformadores**. dissertação—Recife: UFPE, 2017.

SANTOS, V. N. DOS. **Reconhecimento de objetos em uma cena utilizando redes neurais convolucionais**. {B.S.} thesis—[s.l.] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

SCALABRIN, M. H. **Aplicação de redes neurais artificiais profundas na detecção de placas de pare**. Monografia—Francisco Beltrão: UTFPR, 2019.

SOARES, I. M. **Uma abordagem bottom-up completa para reconhecimento de atividades humanas em imagens através da pose estimada com redes convolucionais**. Goiânia: UFG, 2019.

TILAWAT, J.; THEERA-UMPON, N.; AUEPHANWIRIYAKUL, S. **Automatic detection of electricity pylons in aerial video sequences**. (IEEE, Ed.)2010 International Conference on Electronics and Information Engineering. **Anais**. 2010.

WANG, X.; ZHANG, Y. **Insulator identification from aerial images using support vector machine with background suppression**. International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS). **Anais**. 2016.

# CAPÍTULO 10

## O TRABALHO DE CATADORES DE MATERIAL RECICLADO COMO INSTRUMENTO PARA SENSIBILIZAR A PARTICIPAÇÃO NA COLETA SELETIVA

*Data de aceite: 01/06/2022*

**Paola de Cassia Ferreira Borges**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Ponta Grossa – Paraná

**Rosemari Castilho Foggatto Siveira**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Ponta Grossa – Paraná

**RESUMO:** Desde 2005 a Coleta Seletiva no município de Porto Amazonas - Paraná é realizada através de um convênio com a Associação dos Recicladores de Porto Amazonas (ARPA), hoje já considerada cooperativa. A coleta alcança 100% das residências do município, mas apesar desta cobertura parte da população não colabora com a entrega de materiais aos catadores de material reciclado (CMR), consequência da falta de conhecimento e valorização da atividade exercida pelos trabalhadores da reciclagem. Neste contexto, este relato de experiências trabalhou a sensibilização, frente ao trabalho dos CMR na coleta seletiva, de alunos do terceiro ano de um colégio local do município. Teve como objetivo, mostrar aos alunos o trabalho dos CMR da cooperativa ARPA, sensibilizando-os sobre a importância sócio ambiental da atividade, influenciando desta forma no despertar para uma consciência ambiental da participação da coleta seletiva. Adotou-se um estudo de caso visando um acompanhamento mais detalhado de um determinado grupo de alunos frente à situação local dos CMR. A coleta de dados se deu por meio de entrevistas durante as visitas orientadas

à associação ARPA, realizada pelos alunos e uma atividade voltada para educação ambiental, em forma de uma peça teatral elaborada pelos próprios alunos. Observou-se grande sensibilização dos alunos demonstrando uma iniciativa por mudança na peça teatral elaborada, levando a mensagem a toda a comunidade. Este trabalho pode levantar reflexões de como utilizar situações do cotidiano com o local onde vivem os alunos para focar questões ambientais, tornando a aprendizagem mais interessante e menos cansativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coleta Seletiva, Sensibilização, Consciência Ambiental, Catadores de Material Reciclado.

### THE WORK OF RECYCLED MATERIAL COLLECTION AS A INSTRUMENT TO RAISE AWARENESS PARTICIPATION IN SELECTIVE COLLECTION

**ABSTRACT:** Since 2005, the Selective Collection in the municipality of Porto Amazonas - Paraná has been carried out through an agreement with the Porto Amazonas Recyclers Association (ARPA), now considered a cooperative. The collection reaches 100% of the municipality's residences, but despite this coverage, part of the population does not collaborate with the delivery of materials to recycled material collectors (CMR), a consequence of the lack of knowledge and appreciation of the activity carried out by recycling workers. In this context, this experience report worked on raising awareness, regarding the work of the CMR in selective collection, of third-year students from a local school in the municipality. Its objective was to show students the work of the

CMR of the ARPA cooperative, sensitizing them about the socio-environmental importance of the activity, thus influencing the awakening to an environmental awareness of the participation of selective collection. A case study was adopted aiming at a more detailed follow-up of a certain group of students in face of the local situation of the CMR. Data collection took place through interviews during guided visits to the ARPA association, carried out by the students and an activity focused on environmental education, in the form of a theatrical play prepared by the students themselves. There was a great awareness of students demonstrating an initiative for change in the theatrical play, taking the message to the entire community. This work can raise reflections on how to use everyday situations with the place where students live to focus on environmental issues, making learning more interesting and less tiring.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o meio ambiente passou a ser uma das maiores preocupações mundiais, sendo um dos assuntos mais abordados. Um dos temas relacionados é a destinação correta do lixo. Isso vem levantando inúmeras discussões, que podemos ver nas palavras de Layrargues (2002, p. 179) “a questão do lixo vem sendo apontada pelos ambientalistas como um dos problemas mais graves da atualidade “. Só no Paraná, produz-se diariamente aproximadamente 20 mil toneladas de resíduos de todas as origens e boa parte deste material ainda vai para lixões a céu aberto (PARANÁ, 2008).

Chegando a um ponto que a destinação de resíduos sólidos vem trazendo problemas não só ambientais, mas, também, socioeconômicos. Entretanto nesse processo, uma classe socialmente excluída que assolada pelo alto nível de desemprego, despreparo e/ou falta de oportunidade, encontrou nestes materiais descartados pela sociedade, uma forma de renda. São os catadores de material reciclável (CMR), trabalhadores que prestam grande contribuição no ciclo da reciclagem. Citados por Figueiredo (1995, p.147) como a rede operacional extraoficial na dinâmica da manutenção de resíduos sólidos.

Pouco se fala da participação destes trabalhadores na coleta e destinação da maior parte dos resíduos produzidos, são parte do ciclo da cadeia produtiva da reciclagem, atuando na base de sustentação da cadeia; porém, não tem uma devida valorização como mostra Caldeironi (1998) citado por Layrargues (2002, p. 197) “apesar da remuneração obtida com a reciclagem melhorar a vida deles, os ganhos são mal distribuídos”. Reforçando esta ideia, Brasil (2011) ressalta que o catador é quem menos ganha apesar de fazer cerca de 89% de todo o trabalho no processo produtivo e ser responsável por cerca de 60% de todos os resíduos que são reciclados hoje no Brasil.

Uma alternativa à questão do destino dos resíduos seria a coleta seletiva. Apontada por muitos como uma solução, para muitos problemas ambientais e socioeconômicos. Para Layrargues (2002, p.181) debater sobre coleta seletiva como uma alternativa à questão dos resíduos sólidos reflete à saturação dos depósitos de lixo. Segundo a Agenda 21 implantar a Coleta Seletiva, é a proposta mais consistente de como alcançar o desenvolvimento sustentável (PARANÁ, 2008, p.24). As citações anteriores, apresentam uma percepção



dominante sobre a temática Coleta Seletiva retratada fielmente por Gonçalves (2010) a coleta seletiva é uma alternativa ecologicamente correta que desvia do destino em aterros sanitários ou lixões, resíduos sólidos que podem ser reciclados. Com isso, dois objetivos são alcançados: por um lado, a vida útil dos aterros sanitários é prolongada e o meio ambiente é menos contaminado; e por outro lado o uso de matéria-prima reciclável diminui a extração dos nossos tesouros naturais.

A Coleta Seletiva é vista como uma maneira de reduzir a produção e acúmulo de lixo, partindo do pressuposto de sustentabilidade. Preservando assim o meio ambiente como revela Clistenes (2009) “a Coleta Seletiva é uma forma de resgatar uma consciência ecológica e cidadã e eficaz para o desenvolvimento sustentável”.

Na cidade de Porto Amazonas a coleta seletiva é realizada pelos CMR da Associação de Recicladores de Porto Amazonas (ARPA), a partir do projeto Jogue Limpo com Porto Amazonas, atendendo 100% do município, tanto na área urbana como a rural. No ano de 2015 uma média de 12 toneladas de materiais foram selecionados e encaminhados a reciclagem pela associação ARPA (DAFA – Porto Amazonas, 2015). Evitando dessa forma que estes resíduos fossem parar no Aterro Municipal de Palmeira, antigo destino destes materiais (Prefeitura Municipal de Porto Amazonas, 2016). Em todo este processo os CMR da ARPA são de extrema importância, realizando um trabalho de agentes ambientais na cidade. Apesar deste trabalho realizado pela Prefeitura Municipal em conjunto com os CMR da associação ARPA nem todos os moradores da cidade participam separando os materiais e entregando aos CMR. Segundo a Secretaria de Meio Ambiente do Município de Porto Amazonas, este problema acontece devido a discriminação ainda sofrida pelos CMR, que não tem a importância de seu trabalho reconhecida. Por se tratarem de pessoas com baixo nível escolar, desconhecem sua contribuição na diminuição dos impactos ambientais, causados pela destinação incorreta de resíduos. Levando em consideração apenas os ganhos para suas famílias, sem perceber a importância de seu trabalho e os benefícios que causam à questão ambiental (DAFA – Porto Amazonas, 2016).

Supondo que o sucesso de uma destinação correta de resíduos depende não somente de procedimentos técnicos. Mas, também, um objetivo fundamental, a educação ambiental, vista no trabalho destes CMR. Podendo assim, construir nos indivíduos e na coletividade; valores sociais, habilidades e atividades voltadas à conservação do meio Ambiente. Esta atividade teve como objetivo principal mostrar aos alunos do terceiro ano do ensino médio de um colégio local de Porto Amazonas o trabalho realizado pelos catadores de material Reciclável da Associação de Recicladores de Porto Amazonas na coleta seletiva do município, sensibilizando-os sobre a importância sócio ambiental da atividade, influenciando desta forma no despertar para uma consciência ambiental. Partindo deste objetivo principal buscou-se outros objetivos específicos, o de transmitir aos alunos conceitos básicos sobre gerenciamento de resíduos sólidos; buscar uma autovalorização nos CMR e sensibilizar a população do município de Porto Amazonas.



## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### Catadores de Material Reciclável: breve histórico

Segundo Brasil (2008, p.04) catadores de material reciclável são uma categoria que surgiu em resultado de um modelo de acumulação do capital e de um processo de industrialização desigual, atraindo inúmeras pessoas da zona rural para as grandes metrópoles, sem haver perspectivas de emprego a todos. Esta massa de trabalhadores ficou conhecida como exército industrial de reserva, buscando uma forma de sobrevivência em diversos setores, como na construção civil, vendedores ambulantes, entre outras atividades informais. Nos últimos 50 anos, pessoas desempregadas sem encontrar uma oportunidade acabaram encontrando nas ruas das cidades ou em lixões uma alternativa, a partir da catação de materiais jogados fora pela sociedade.

Hoje são centenas de milhares de pessoas que trabalham coletando materiais recicláveis, famílias inteiras que coletam os materiais nas lixeiras de ruas, condomínios, pontos comerciais e ainda em lixões fazendo a verdadeira coleta seletiva. Considerada uma profissão pela Classificação brasileira de Ocupações (CBO) desempenhando importante atividade no mercado de trabalho (BRASIL, 2010). Uma classe trabalhadora que fundou o Movimento Nacional dos Catadores de Material Reciclável para lutar pelos seus direitos, passando a se organizar em associações e cooperativas cada vez mais contribuem na destinação correta de resíduos, diminuindo os impactos ambientais causados por estes materiais.

Apesar de seu importante trabalho ainda sofrem grande preconceito pela sociedade, citado por Cambara; Oliveira & Spanceski (2010) “durante muitos anos e ainda hoje em algumas situações o trabalho que os catadores de material reciclável desempenham não é reconhecido pela sociedade em geral”. Percebe-se uma grande discriminação sofrida por pessoas que trabalham com materiais recicláveis, revelada como uma forma de exclusão socioeconômica destes trabalhadores descrita por Cambara; Oliveira & Spanceski (2010) “[...] ainda existe uma discriminação tanto social quanto econômica desta classe”.

### Associação de Recicladores de Porto Amazonas (ARPA)

Porto Amazonas, município dos Campos Gerais do Paraná, com uma população estimada de 4735 habitantes, contendo uma área territorial total de 186, 690 quilômetros quadrados IPARDES (2016), em 2005 o seu Departamento de Agricultura e Fomentos Agropecuários-DAFA, criou o projeto “Jogue Limpo com Porto Amazonas”. Promovendo a troca de materiais recicláveis por uma moeda social denominada “Maçã”, aceita para a compra de alimentos no comércio local. A iniciativa desencadeou a uma série de ações voltadas para a reciclagem na cidade. Posteriormente, a partir do contato do poder público do município com a equipe da Incubadora de Empreendimentos solidários-IESOL, que se trata de um dos programas de extensão da Universidade Estadual de Ponta Grossa-

UEPG, surgiu um projeto para ajudar Catadores de Material Reciclável, que trabalhavam em condições precárias na cidade. Uma proposta que foi encaminhada à Fundação Banco do Brasil-FBB, foi aprovada. Com a verba obtida criou-se a Associação dos Recicladores de Porto Amazonas-ARPA e implantou-se a coleta seletiva no município através de um convênio feito pela Prefeitura Municipal com os trabalhadores da ARPA.

A associação dispõe de um barracão equipado com prensa e balança digital, no qual se realiza a triagem do material reciclável coletado no município, pelos catadores. A Prefeitura Municipal de Porto Amazonas auxilia os trabalhadores com um transporte para fazer a coleta e uma ajuda de custo na manutenção dos equipamentos, além de ter doado o terreno onde funciona hoje a associação.

Foi fundada no dia 12 de setembro de 2007, tendo apenas cinco associados que receberam um curso básico de Associativismo e Cooperativismo Solidários, ministrado por uma equipe da IESOL, além de assessoria administrativa e jurídica.

Hoje a associação se tornou uma cooperativa, separando e comercializando o material reciclável de todo o município, tanto da zona urbana e rural. Tendo famílias inteiras sobrevivem da atividade, e são a base da reciclagem no município.

## **METODOLOGIA E COLETA DOS DADOS**

O estudo foi realizado com uma turma do terceiro ano do ensino médio de um colégio público. Localizado em Porto Amazonas – PR, composta de 13 alunos com idade entre 17 e 18 anos, matriculados no turno da tarde, o que facilitou realização das atividades no contra turno. As atividades foram desenvolvidas no período do mês de julho a agosto de 2016. A abordagem metodológica é a qualitativa de natureza interpretativa com a finalidade de aprofundar um pouco sobre o processo de trabalho dos CMR da Associação de Recicladores de Porto Amazonas (ARPA), O estudo centrou-se em mostrar aos alunos o cotidiano dos CMR da Associação de Recicladores de Porto Amazonas (ARPA), buscando entender o papel destes trabalhadores na coleta seletiva do município,

### **As atividades constituíram-se basicamente por três etapas:**

**Primeira Etapa:** Após determinar a turma a ser trabalhada, uma apresentação oral foi feita esclarecendo os objetivos do projeto e passando alguns conhecimentos básicos sobre gerenciamento de resíduos sólidos, como por exemplo, a definição de lixo e resíduo, para introduzir o assunto iniciou-se a fala com a seguinte indagação – “como você define lixo?”. Sempre levando em consideração primeiramente os conhecimentos prévios dos alunos. Após este primeiro momento realizou-se uma visita orientada a ARPA, com intuito de observar e conhecer o funcionamento do trabalho realizado no local. Contaram com as explicações da presidente da associação, mostrou todo o ambiente e apresentou os funcionários. Voltando a sala de aula alunos foram estimulados a revelar suas dúvidas frente ao que tinham observado. Foi elaborado um roteiro com perguntas a serem utilizadas

na entrevista (apêndice1) da etapa seguinte. Foram descartadas as perguntas que apresentasse o seguinte teor: ambiguidade, imprecisão, linguagem usada, duplicidade de perguntas e perguntas ofensivas.

O roteiro contou com 11 perguntas, que serviram como direcionamento, para os alunos conhecerem o trabalho e vivências dos catadores de material reciclado. As perguntas foram:

- 1) O que as levou à trabalharem com materiais recicláveis? Por que escolheram atuar na associação ARPA?
- 2) É exigido algum grau de escolaridade ou experiência para atuar na associação?
- 3) A vida de vocês teve alguma mudança após começarem a trabalhar na associação? Quais?
- 4) Vocês já sofreram algum tipo de preconceito por conta da atividade que desenvolvem? Já souberam de alguém que passou por uma situação envolvendo preconceito?
- 5) Caso tivessem oportunidade, mudariam de emprego?
- 6) Aqui na associação vocês tem carteira assinada?
- 7) Recebem algum benefício como vale transporte, refeição ou outro?
- 8) Existe algum risco nesta profissão? Qual?
- 9) Suas famílias apóiam vocês na profissão que escolheram?
- 10) Se os seus filhos pudessem ter o mesmo trabalho, qual seria a posição de vocês sobre isto?
- 11) Observando seu trabalho acreditam ter alguma importância, além do dinheiro que recebem? Explico no que e como.

**Segunda Etapa:** Realização da entrevista com os CMT na associação ARPA. Foi escolhida entrevista como instrumento para coletar as informações, por ser mais vantajosa em questão de adaptabilidade, segundo Bell (2008) "... pode acompanhar respostas e investigar motivos e sentimentos...", o que nos questionários não obteria o mesmo resultado.

Uma entrevista em grupo encaixou-se melhor ao tempo que disponham os entrevistados, apenas duas horas, como neste caso é difícil decifrar quem disse o quê, os relatos foram gravados, além de facilitar para os entrevistadores, pois, sem a necessidade de anotar as informações, puderam ter uma melhor concentração durante a atividade.

Terminada a entrevista pesquisador e alunos retornaram ao colégio onde os dados coletados foram analisados, levando em consideração o pensamento dos entrevistadores sobre o que ouviram. Durante este processo realizamos a mediação de toda a análise estimulando reflexões críticas em relação as questões socioambientais, ressaltando a importância do trabalho dos catadores.

Após as reflexões foi provocado os alunos de como eles poderiam disseminar o que

tinham aprendido e vivenciado sobre o trabalho dos CMR. Os alunos sugeriram montar um teatro contando a experiência.

Primeiro eles escreveram o roteiro, ensaiaram os personagens e montaram cenário. Após foi apresentado para os CMR e comunidade escolar.

O roteiro versou sobre os seguintes assuntos: .....

**Terceira Etapa:** Finalizando as atividades os CMR da associação ARPA foram convidados a comparecer no colégio, para assistirem a apresentação do teatro criado e preparado pelos alunos, além dos trabalhadores da associação os demais estudantes foram convidados e abriu-se para a comunidade escolar, visando que o olhar tido pelos jovens pudesse sensibilizar a população do município quanto a importância do trabalho realizado por estes trabalhadores na Coleta Seletiva. Para concluir as análises foi entregue aos CMR uma folha de papel onde escreveram sua opinião sobre a atividade desenvolvida pelos jovens do colégio.

Cada etapa foi realizada em um tempo mínimo de duas horas aulas e cada uma teve suas particularidades, conforme descrito abaixo:

## RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

Na primeira etapa, iniciando a apresentação oral do projeto, ao se indagar aos alunos sobre o conceito de lixo todos responderam se tratar de algo que não tem valor e que deve ser jogado fora. Um dos alunos citou como exemplo uma latinha de refrigerante, demonstrando não perceber a utilidade existente ainda neste material e desconhecer a diferença da palavra lixo com resíduo que segundo Paraná (2001) lixo é tudo o que não pode ser reaproveitado ou reciclado e resíduo são materiais que podem ser parcialmente ou totalmente utilizados. Neste primeiro momento os alunos mostraram-se desinteressados frente às atividades propostas, a tal ponto que apenas aceitaram participar quando a professora da disciplina de Biologia dispôs uma nota para a participação dos alunos.

Após a apresentação o grupo dirigiu-se para a visita na associação, que fica a 500 metros de distância do colégio selecionado. No trajeto observou-se nas conversas dos alunos o que esperavam com a saída, revelando desconhecimento do trabalho dos CMR realizado na coleta seletiva. Claramente expresso conforme fala transcrita: “[...] vamos lá ver os lixeiros, pior vai ser a gente mexendo no lixo...” (aluno 1), outra evidência foi: “[...] a loco pense que vergonha verem a gente no meio da sujeira...”.

Chegando à associação a visita foi orientada pela presidente da ARPA, a qual recebeu o grupo com toda educação e demonstrou o maior interesse em explicar o funcionamento das instalações e a rotina de trabalho, além de esclarecer todas as dúvidas levantadas pelos jovens. Após conhecer o espaço e ouvir os relatos da presidente da associação, retornou-se ao colégio para debater o que foi visto. Pode-se observar que os alunos tiveram uma nova percepção da temática, visto que puderam analisar como funcionava o

processo de coleta, separação e destinação dos materiais coletados. Relembrou quais eram seus conceitos anteriores e entre eles fizeram paralelos das ideias, percebendo que existe uma organização em todo o processo realizado pelos trabalhadores da ARPA, o que influencia socioeconomicamente no município, afirmado pela maioria dos alunos: “Nossa não imaginava que eles tinham uma organização dessas.” (aluno 2); outra fala relevante foi: “acho que vou arrumar um emprego na associação, realmente é um trabalho que rende.” (aluno 3). Também expressaram a importância ambiental do trabalho nas falas: “você viram cem por cento da cidade recebe coleta dos catadores, eles ajudam muito para diminuir a poluição e sujeira da cidade...” (aluno 4). Outra mudança claramente vista nas etapas seguintes, em relação à visita inicial na associação, foi a participação dos alunos, que primeiramente precisaram de um estímulo, após conhecer o trabalho dos CMR interessaram-se em saber mais, podendo-se ver que realmente não estavam mais participando apenas pela nota oferecida pela professora e sim por vontade própria, pela curiosidade despertada numa atividade antes desconhecida por eles.

Na segunda etapa os alunos se mostraram muito interessados em conhecer a vida dos trabalhadores, como iniciou o trabalho na ARPA, benefícios da atividade e se existe muito preconceito com a profissão, sendo estas as dúvidas que mais apareceram nas perguntas elaboradas para o questionário. Foram entrevistadas duas das fundadoras da associação. As entrevistadas apresentavam quarenta e três e quarenta e seis anos, ambas não haviam concluído o ensino fundamental. A entrevista foi realizada na própria associação ARPA e os dados foram gravados pelos alunos.

A 1ª pergunta referia-se ao motivo das entrevistadas terem escolhido esta profissão e por que escolheram trabalhar nesta associação. As duas afirmaram ter sido uma necessidade financeira e falta de opção de trabalho, sendo que atuavam na área rural antes de iniciarem as atividades na ARPA. A 2ª pergunta complementa a primeira, e foi questionando se haveria a necessidade de escolaridade para atuar nesta área. As entrevistadas revelaram que não necessitam nenhum nível de escolaridade e complementaram a resposta lembrando que na associação não é exigida nenhuma experiência.

A 3ª pergunta fala sobre as mudanças ocorridas nas vidas das entrevistadas após trabalhar na ARPA. Ambas afirmaram ter tido grande melhora em suas vidas, tanto financeiramente como socialmente; pois, com o trabalho puderam ajudar suas famílias e seus filhos voltaram a estudar.

Na 4ª pergunta procurou-se abordar se existe preconceito sofrido pela classe. As duas catadoras responderam não sofrer preconceito, mas saber que ainda existe muito e que colegas seus já sofreram com isso, lembrando um episódio sofrido por um catador da associação: “Uma vez um colega nosso tava pegando material numa casa com o carrinho e uns meninos jogaram pedra nele e xingaram um monte o coitado” (Entrevistada 1). Esta questão revela claramente a discriminação ainda sofrida pelos CMR, corroborando a afirmativa de Cambara; Oliveira & Spanceski (2010) “[...] percebe-se ainda que há um

grande preconceito e/ou discriminação às pessoas que trabalham nesse ramo”

Na 5ª pergunta foi investigado se as entrevistadas mudariam de trabalho, caso tivessem oportunidade. Surpreenderam os entrevistadores ao revelar que não, afirmando que gostam da atividade que desempenham, sentem-se bem com o que fazem, além de encontrarem na associação um ambiente agradável para trabalhar.

A 6ª e 7ª perguntas indagavam sobre os benefícios trabalhistas da atividade, tais como; carteira assinada vale transporte, alimentação, etc. Ambas responderam não ter carteira assinada e nenhum benefício trabalhista, por tratar-se de um trabalho autônomo, onde seus ganhos são por produção.

À 8ª questão perguntou-se sobre a existência de riscos na profissão e quais eram eles. Uma das entrevistadas relatou não ver tanto risco, pelo fato de usarem instrumentos de proteção, observado nas palavras transcritas: “Não tem perigo é bem seguro porque a gente usa luva” (Entrevistada 1). Em contradição, a outra já mencionou o perigo de objetos cortantes, pelo fato da população não fazer a separação dos materiais adequadamente: “É loco de perigoso, já me cortei duas vezes, a luva nem adianta porque é meio fina e conforme o material corta fácil” (Entrevistada 2).

A 9ª pergunta referia-se a posição de suas famílias sobre a profissão das entrevistadas. As duas relatam que tem total apoio e que inclusive alguns integrantes da família trabalham junto na associação.

A 10ª pergunta investiga o posicionamento das entrevistadas em relação a seus filhos desempenharem a mesma função. Ambas concordaram que gostam da profissão, apoiariam a escolha de seus filhos, mas preferem que eles estudem e tenham outra atividade na vida.

Na última pergunta (11ª) perguntou-se as entrevistadas sobre a importância ambiental de seu trabalho. As respostas foram uma surpresa, pois, revelaram que as duas entrevistadas demonstraram consciência da importância de seu trabalho para a cidade e para o meio ambiente em geral, de acordo com as palavras transcritas: “É bem importante porque deixa a cidade limpa”. (Entrevistada 1); “Ajuda sim e tem importância porque veja, que faz diminuir a poluição da natureza e limpa a cidade” (Entrevistada 2).

As respostas das CMR vêm mostrar a realidade vivida por esta classe que ainda sofre grande preconceito e discriminação, mas com uma estimável importância ambiental e sócio econômica. Com a entrevista foi possível proporcionar aos alunos uma sensibilização em relação a esta atividade, despertando uma iniciativa por mudança demonstrada na peça teatral organizada pelo grupo.

Finalizando a segunda etapa alunos usaram toda sua criatividade para criar uma peça teatral, propondo refletir a realidade vista na associação ARPA e dar um enfoque aos problemas ambientais sofridos pela nossa sociedade atual.

Esta atividade veio revelar uma grande sensibilização dos alunos aos problemas ambientais e a importância do trabalho dos CMR da associação ARPA na minimização

do acúmulo de resíduos sólidos, além dos grandes benefícios conquistados com a coleta seletiva realizada pelos mesmos. Visto que o enfoque principal da apresentação dos alunos foi o trabalho dos CMR como uma solução para os problemas ambientais decorrentes da destinação incorreta de resíduos.

Os estudantes também tiveram uma percepção da discriminação sofrida pelos CMR, demonstrando um pensamento crítico sobre este aspecto, revelado na colocação de um CMR na peça, sendo humilhado por algumas crianças, fato que haviam ouvido nos relatos das entrevistadas da associação ARPA.

Outro ponto relevante foi o entendimento de noções básicas de gerenciamento de resíduos, de modo que os jovens demonstraram ter entendido os materiais que antes chamavam de lixo como resíduos sólidos, materiais com utilidade que podem ser reaproveitados ou reciclados e ainda apresentam um valor comercial.

Pode-se observar que os alunos formaram uma nova visão sobre o trabalho realizado pelos CMR da associação ARPA na coleta seletiva e para o meio ambiente. O enredo da peça revelou que os alunos despertaram para a formação de uma consciência não só ambiental, mas também sócio ambiental, como citado por Brugger (2004, p.30): “[...] a questão ambiental, sempre esteve associada, como não poderia deixar de ser, a fatores econômicos, políticos e culturais, entre outros”. Com o que puderam vivenciar através das visitas perceberam sua responsabilidade, como cidadãos, na coleta seletiva do município e na preservação do meio ambiente. Um aspecto interessante de trabalhar com os CMR do município foi à facilidade para que aos alunos reconhecessem os problemas ambientais como diz: “... deve-se refletir sobre os problemas ambientais regionais no sentido, de construir significados, com os alunos para uma tomada de consciência, de modo a tornar-se aptos a exercer a cidadania” (CARDOSO & JESUS, 2010).

Na etapa final analisando as opiniões dos CMR sobre a peça teatral dos alunos, percebeu-se que os trabalhadores se sentiram valorizados, visível nas palavras transcritas: “Nossa achei maravilhoso, é bonito de vê gente nova enxergar nosso trabalho” (CMR 1), outro relato confirma: “nunca tinha pensado no nosso trabalho dessa maneira, vendo tanta importância. Me senti muito importante para o mundo...”, estas palavras mostram a autovalorização dos CMR. Observou-se também que os catadores se viram na encenação dos alunos, mostrando como a realidade realmente foi entendida e revelada pelos alunos, como afirmado: “A parte que mostra os meninos jogando papel no catador é verdade, tem um amigo meu que sempre fazem isso com ele” (CMR 2).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerando o objetivo principal do trabalho concluiu-se que foi alcançado, de modo que os alunos demonstraram uma grande sensibilização, ao conhecerem o trabalho dos CMR da associação ARPA, despertando para uma mudança de atitude em relação a

sua contribuição na coleta seletiva do município.

Um ponto interessante foi que como a apresentação dos alunos foi aberta ao público escolar e também a comunidade em geral, mais pessoas puderam conhecer o trabalho realizado pelos CMR da associação ARPA na coleta seletiva do município, sensibilizando-se e desta forma contribuindo com a atividade, diminuindo ainda mais os resíduos enviados ao Aterro Municipal de Palmeira.

No entanto, ressalta-se se tratar de um estudo de caso, deste modo revelar uma experiência no cotidiano do município de Porto Amazonas. Promovendo futuras reflexões em como se focar questões ambientais no ensino de educação ambiental, levando em consideração o cotidiano dos alunos e o meio onde vivem e não somente conceitos que podem tornar cansativo para os estudantes.

Finalizando as considerações com uma citação de Paula Brugger de seu livro Educação ou Adestramento Ambiental, que mostra claramente a necessidade de repensar sobre nossa contribuição, como educadores, em mudar a realidade de contrastes sociais e descaso com o meio ambiente em nossa sociedade:

“Na impossibilidade de mudar essa realidade, devemos nos contentar com perspectivas de vencer pequenas batalhas. A pequena e talvez maior contribuição que os educadores podem dar, como profissionais e cidadãos, é lutar para que aqueles que têm acesso à educação adquiram uma visão de mundo mais crítica e possam vir a amenizar esse contraste assustador. (BRUGGER - 2004, p.30)

## REFERÊNCIAS

BELL, J. Projeto de Pesquisa: Guia para Iniciantes em Educação, Saúde e Ciências Sociais. : Artmed, 2008.

BRASIL. Projeto Direitos Humanos e os Catadores de Materiais Recicláveis. Cartilha de Formação. Brasília. Pangea, 2010.

BRASIL. Movimento Nacional de Catadores de Material Reciclado. História do MNCMR. Brasília. 2011. Disponível em: <<http://www.mncr.org.br/>> Acesso em: 05 de. julh. 2017.

BRUGGER, P. Educação ou adestramento ambiental.3 ed. Florianópolis: Letras Contemporâneas, 2004.

CAMBARA, C.C; OLIVEIRA, M. E; SPANCESKI, J. L. Discriminação Sócio-económica: um estudo de caso com os catadores de material reciclável do município de Foz do Iguazu – PR. Disponível em: < [http://www.faesl.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=245:discriminacao-socio-economica-um-estudo-de-caso-com-os-catadores-de-material-reciclavel-do-municipio&catid=75:portal-do-saber&Itemid=222](http://www.faesl.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=245:discriminacao-socio-economica-um-estudo-de-caso-com-os-catadores-de-material-reciclavel-do-municipio&catid=75:portal-do-saber&Itemid=222) > Acesso em: 07 julh. 2017.

CARDOSO, L. R; JESUS, A. S. Diálogo entre aulas de campo e educação ambiental: um olhar sobre a prática dos professores de ciências. Disponível em: < <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=818&class=02> > Acesso em: 01 agos. 2017.



CLISTENES, S. A. A busca pela cidadania por meio do lixo reciclado. Disponível em: < <http://comlurb.rio.rj.gov.br/arti42.htm> > Acesso em: 31 out. 2016.

FIGUEIREDO, P. J. M. A Sociedade do Lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental. 2 ed. Piracicaba: Unimep, 1995.

GONÇALVES, P. Coleta Seletiva – Planejamento. Disponível em: < <http://www.lixo.com.br/> > Acesso em: 20 out. 2016

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Perfil dos Municípios. Disponível em: < <http://www.ipardes.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=6> > Acesso em: 10 agos. 2017.

LAYRARGUES, P. P. Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2002 Cap. 2: O Cinismo da Reciclagem: o significado da lata de lixo e suas implicações para a educação ambiental.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. Metodologia Científica. 4 ed. : Atlas, 2004.

MINAYO, M. C. S. Pesquisa Social: teoria, método e criatividade. 24 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Projeto Desperdício Zero. 2008.

## PREVALÊNCIA DA SÍNDROME DE BURNOUT ENTRE PROFISSIONAIS DE SAÚDE QUE ATUAM EM UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA

Data de aceite: 01/06/2022

### **Vanessa Paula da Silva Oliveira**

Professora Universitária no Centro Universitário do Planalto de Araxá (UNIARAXÁ);  
Fisioterapeuta no Centro de Reabilitação  
Cardiopulmonar  
Araxá-MG

**RESUMO:** A Síndrome de Burnout, ou Síndrome da Estafa Profissional, advém de trabalhadores que são expostos a situações estressantes em seu cotidiano, e geralmente se instala em pessoas que lidam muito tempo com outras pessoas dependentes de cuidados específicos e que demandam de muito comprometimento e dedicação. A SB possui três dimensões a serem avaliadas, são: Exaustão Emocional, Despersonalização e Ineficácia. Os objetivos desta pesquisa foram avaliar a prevalência da SB entre profissionais de saúde que atuam em UTI; descrever os sinais e sintomas da Síndrome de Burnout entre profissionais intensivistas; identificar os fatores ocupacionais associados aos componentes da SB; relacionar a carga horária total dos profissionais intensivista à SB. O método usado para a identificação da prevalência da síndrome de Burnout foi o formulário *Maslach Burnout Inventory* (MBI). Para composição da amostra foram selecionados 43 profissionais de saúde, dos quais 10 submeteram a participação da pesquisa. Para análise dos questionários e exposição dos resultados foi caracterizada em tabelas de distribuição dos dados em frequência, porcentagem e suas respectivas médias e desvio

padrão. A prevalência da SB encontrada, foi de 40% em seu nível médio, sendo a dimensão MBI mais significativa, a falta de realização profissional (80%). Possuem jornada dupla de trabalho 70% sendo os sintomas mais frequentes: dores musculares (100%) e alterações de humor (90%).

**PALAVRAS-CHAVE:** Burnout, Saúde do trabalhador, Estresse Ocupacional, UTI.

**ABSTRACT:** The Burnout Syndrome, or Professional Burnout Syndrome, comes from workers who are exposed to stressful situations in their daily lives, and usually settles in people who deal a long time with other people dependent on specific care and who demand a lot of commitment and dedication. BS has three dimensions to be evaluated, they are: Emotional Exhaustion, Depersonalization and Ineffectiveness. The objectives of this research were to assess the prevalence of BS among health professionals who work in the ICU; describe the signs and symptoms of Burnout Syndrome among intensive care professionals; identify the occupational factors associated with the components of BS; relate the total workload of intensive care professionals to SB. The method used to identify the prevalence of Burnout syndrome was the *Maslach Burnout Inventory* (MBI) form. To compose the sample, 43 health professionals were selected, of which 10 submitted the participation of the research. For analysis of the questionnaires and exposure of the results it was characterized in tables of distribution of the data in frequency, percentage and their respective averages and standard deviation. The prevalence of BS found was 40%

at its average level, with the most significant MBI dimension being the lack of professional achievement (80%). They have a 70% double shift and the most frequent symptoms are: muscle pain (100%) and mood swings (90%).

**KEYWORDS:** Burnout, Occupational health, Occupational Stress, ICU.

## INTRODUÇÃO

Segundo Tironi et al (2009), a síndrome da estafa profissional (burnout) constitui um quadro bem definido, caracterizado por exaustão emocional, despersonalização e ineficácia. A exaustão emocional representa o esgotamento dos recursos emocionais do indivíduo. A despersonalização é caracterizada pela instabilidade emocional do profissional, que passa a tratar pacientes e colegas como de maneira fria e impessoal. Por fim, a ineficácia (ou sentimento de incompetência) revela uma autoavaliação negativa associada à insatisfação e infelicidade com o trabalho.

Sarquis & Felli em 2009 afirma que em algumas unidades de trabalho nas instituições de saúde, os trabalhadores vivenciam situações estressantes que podem levar ao acidente e ao sofrimento psíquico, desencadeado pelas situações dor e morte dos pacientes.

A UTI (Unidade de Terapia Intensiva) é uma unidade onde se encontram internados pacientes que necessitam de cuidados diretos e intensivos, pois seu quadro de saúde pode facilmente evoluir para a morte; além disso, é considerado um setor fechado onde o entrosamento com outros setores é mínimo. A assistência prestada à pacientes em UTI é bastante polêmica, se de um lado ela requer intervenções rápidas, de outro, não se tem dúvida de que são espaços naturalmente mobilizadores de emoções e sentimentos que frequentemente se expressam de forma muito intensa. (GUERRER & BIANCHI, 2008).

O estresse dentro das UTI's pode ser resultante de inúmeros fatores relacionados ao tipo de ambiente, duração da jornada de trabalho, complexidade das relações humanas e de trabalho, autonomia profissional, grau elevado de exigência quanto às competências e habilidades, alta responsabilidade, planejamento adequado de recursos humanos e materiais, entre outros, o que aponta para a grande importância de realização de estudos direcionados a esse grupo de trabalhadores (SCHMIDTL *et al.* 2013).

Nos últimos cinquenta anos, mudanças significativas ocorreram na organização do trabalho na área da saúde em consequência do grande desenvolvimento científico tecnológico e da institucionalização da assistência à saúde, sendo que, no interior dos hospitais e serviços de saúde, a equipe multidisciplinar passou a vivenciar a tensão entre a autonomia do modelo artesanal e a heteronomia da ordem social e institucional. (TIRONI et al., 2009).

Todo esse estresse vinculado aos acontecimentos dentro do ambiente de trabalho, chamado de estresse ocupacional, refere-se à falta de capacidade do trabalhador de se (re)adaptar às demandas existentes no trabalho e àquelas que ele próprio percebe. O

estresse ocupacional ou laboral pode, ainda, referir-se ao conjunto de perturbações de cunho psicológico e ao sofrimento psíquico associados às experiências de trabalho, cujas demandas ultrapassam as capacidades físicas ou psíquicas do sujeito para enfrentar as solicitações do meio ambiente profissional. (MENEZHINI et al., 2011).

Ao se considerar esses aspectos, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a prevalência da Síndrome de Burnout entre os profissionais da saúde que atuam em UTI, bem como descrever os sinais e sintomas desta patologia e também identificar os fatores ocupacionais associados à SB.

E, desta forma, colaborar para a melhora na qualidade de vida destes trabalhadores, o que impactará na melhora dos atendimentos e da convivência com a equipe.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo de campo observacional, descritivo e de caráter transversal, realizado entre maio e julho de 2017, na qual foi realizado um questionário estruturado com profissionais de saúde que atuam na UTI do hospital Santa Casa de Misericórdia de Araxá-MG.

Atualmente, a equipe é composta por 11 médicos, 5 enfermeiros, 4 fisioterapeutas e 23 técnicos de enfermagem, totalizando 43 profissionais atuantes na unidade, abrangendo os turnos matutino, vespertino e noturno.

Os médicos trabalham com horários flexíveis, com sistema de troca de plantões.

Os enfermeiros e técnicos de enfermagem trabalham em dois turnos, sendo divididos em dia e noite, com o sistema de 12/36.

A equipe de fisioterapia é atuante por 24 horas, com sistema de troca de plantão.

Todos os profissionais do setor foram convidados a participarem do estudo.

Como critério de inclusão foi adotado: Profissional com tempo de atuação na UTI maior ou igual a 6 meses. Esse corte foi baseado no fato de que o tempo de atuação nas unidades de terapia intensiva influenciam diretamente quantidade de experiências vividas nesse ambiente.

Profissionais em regime de férias ou afastamento do trabalho, bem como profissionais temporários e estagiários foram excluídos da pesquisa.

Todos os participantes que concordaram participar da pesquisa de forma voluntária, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme preconizam os dispositivos da Resolução CNS 466/12, que regulamenta pesquisas envolvendo seres humanos. O estudo foi previamente aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa do UNIARAXÁ, sob o número de protocolo 1743/22.

## **INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS**

O instrumento usado para a identificação da síndrome de Burnout foi o formulário

*Maslach Burnout Inventory* (MBI), elaborado por Maslach e Jackson (1981) em sua versão adaptada por Tamayo (1997) e validada na língua portuguesa. Esse instrumento é um questionário com perguntas socioculturais seguido do MBI, o qual é composto por 22 perguntas. É autoaplicável e engloba os três aspectos fundamentais da Síndrome de Burnout: o cansaço emocional (EE), a despersonalização (DE) e as baixas em realização profissional (RP).

Primeiramente foi realizado contato com a direção da instituição para colocação dos objetivos do estudo, visando obter autorização para a aplicação dos instrumentos de pesquisa. Estes foram aplicados individualmente, durante o expediente de trabalho. Foi esclarecido, aos sujeitos e responsáveis pela instituição tratar-se de uma pesquisa sem quaisquer efeitos avaliativos.

Também foi informado que as respostas e os dados referentes aos resultados são anônimos e confidenciais e que não haveria, no relatório de pesquisa, resultados individualizados, uma vez que este não foi o objetivo do estudo. Foram realizados todos procedimentos éticos, conforme Resolução 196 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), no que diz respeito à pesquisa com seres humanos. (Hutz & Spink, 1996 apud Cornelius e Carlotto 2014).

## ANÁLISE DE DADOS

Para classificação da SB, a avaliação de cada dimensão deve ser feita separadamente. Sendo que o diagnóstico é dado quando os indivíduos apresentam alto cansaço emocional (EE), alta despersonalização (DE) e baixa realização profissional (RP). Se o indivíduo apresentar: alta EE + alta DE + alta RP ou alta EE + baixa DE + baixa RP ou baixa EE + alta DE + baixa RP, quer dizer que ele possui um risco elevado de desenvolver a SB. Já se o indivíduo apresentar: alta EE ou alta DE ou baixa RP, o risco de desenvolvimento da SB é moderado. E apresenta risco reduzido se apresentar baixa EE + baixa DE e alta RP. (EBISUI, 2008 apud SILVA, 2015).

Essa classificação de risco no questionário MBI, é feita da seguinte forma:

- EE (questões de 1 a 9): Nível alto: pontuação maior ou igual a 27; Nível Médio: pontuação entre 19 a 26 e Nível Baixo: pontuação abaixo de 19.
- RP (questões de 10 a 17): Nível alto: pontuação menor ou igual a 33; Nível médio: pontuação entre 34 a 39 e Nível baixo: pontuação maior ou igual a 40.
- DE (questões de 18 a 22): Nível alto: pontuação maior ou igual a 10; Nível médio: pontuação entre 6 a 9 e Nível baixo: pontuação menor que 6.

Para a pontuação das respostas foi utilizado a escala de Likert, que varia de zero a seis, sendo: (0) nunca, (1) uma vez ao ano ou menos, (2) uma vez ao mês ou menos, (3) algumas vezes ao mês, (4) uma vez por semana, (5) algumas vezes por semana, (6) todos

os dias.

De acordo com Júnior e Costa (2014), a escala de Likert foi o modelo mais utilizado e debatido entre os pesquisadores e foi desenvolvido por Rensis Likert em 1932 com o objetivo de mensurar atitudes no contexto das ciências comportamentais. Ela consiste em tomar um construto e desenvolver um conjunto de afirmações relacionadas à sua definição, para as quais os respondentes emitirão seu grau de concordância.

A população estudada foi caracterizada em tabelas de distribuição dos dados em frequência, porcentagem e suas respectivas médias e desvio padrão. Para a tabulação e análise estatística dos dados foi utilizado o programa Microsoft Excel, versão 2016.

## RESULTADOS

Os resultados evidenciados nesta pesquisa estão descritos a seguir em forma de figura, gráficos e tabelas.

Dos 43 profissionais atuantes na UTI, apenas 10 aceitaram responder o questionário. A idade média deste grupo foi de 31,6 anos de idade (desvio padrão  $\pm 5,1$ ). O gênero feminino correspondeu a 90%, 50% possuem filhos e 60% estavam casados. Dos profissionais, 30% eram fisioterapeutas, 30% técnicos de enfermagem, 30% enfermeiros e 10% médicos. Dentre eles, 70% possuem outro emprego. A carga horária de trabalho semanal média foi de 54,6 horas trabalhadas (desvio padrão  $\pm 16,46$ ) (Figura 1).

| Variável                           | n (%)            |
|------------------------------------|------------------|
| <b>Faixa Etária*</b>               | 31,6 $\pm$ 5,1   |
| <b>Gênero</b>                      |                  |
| Feminino                           | 9 (90%)          |
| Masculino                          | 1 (10%)          |
| <b>Estado Civil</b>                |                  |
| Casado                             | 6 (60%)          |
| Solteiro                           | 4 (40%)          |
| <b>Filhos</b>                      |                  |
| Sim                                | 5 (50%)          |
| Não                                | 5 (50%)          |
| <b>Profissão</b>                   |                  |
| Médico                             | 1 (10%)          |
| Enfermeiro                         | 3 (30%)          |
| Fisioterapeuta                     | 3 (30%)          |
| Técnico em Enfermagem              | 3 (30%)          |
| <b>Outro Emprego</b>               |                  |
| Sim                                | 7 (70%)          |
| Não                                | 3 (30%)          |
| <b>Horas trabalhadas semanais*</b> | 54,6 $\pm$ 16,46 |

\* Valores expressos em média e DP.

Figura 1: Características sócio demográficas da pesquisa.

FONTE: os autores

Ao se considerar o critério de Maslach, a prevalência da SB encontrada foi de: 20% Alta, 40% Moderada, 30% baixa e 10% ausência de SB (Gráfico 1).

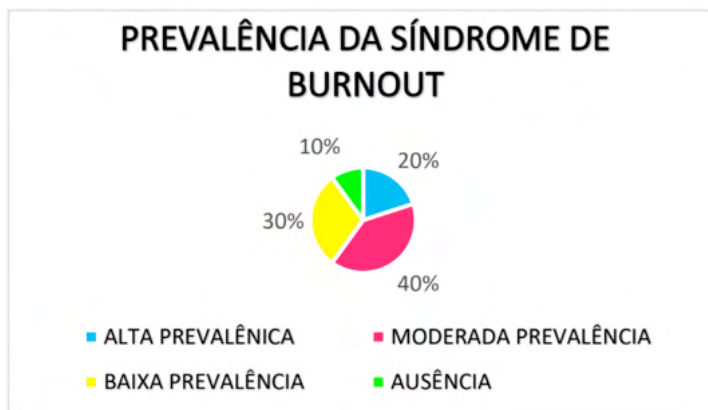


GRÁFICO 1: Prevalência da Síndrome de Burnout em profissionais da saúde que atuam em UTI

Fonte: os autores

Quando as dimensões MBI foram analisadas separadamente, os resultados encontrados foram: 40% dos profissionais apresenta alta Exaustão Emocional, 60% apresentam baixa Despersonalização e 80% apresentam alta Realização Profissional ou baixa falta de Realização Profissional (Gráfico 2).

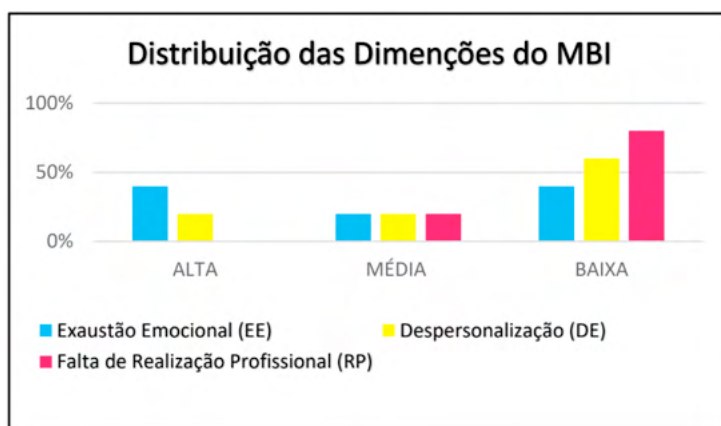


GRÁFICO 2: Análise das dimensões do MBI

Fonte: os Autores

Com relação aos sinais e sintomas apresentados pelos entrevistados, 50% apresentam dores de cabeça, 100% apresentam dores musculares constantes, 90%

apresentam alterações de humor, 30% relataram apresentar depressão e somente 10% apresentam sensação de baixo autoestima (FIGURA 2);

| SINAIS E SINTOMAS  | SIM  | NÃO |
|--------------------|------|-----|
| Dor de cabeça      | 50%  | 50% |
| Dor muscular       | 100% | 0%  |
| Alteração do humor | 90%  | 10% |
| Depressão          | 30%  | 70% |
| Autoestima baixo   | 10%  | 90% |

FIGURA 2. Sinais e sintomas apresentados pelos profissionais de saúde que atuam em UTI

Fonte: os autores

## DISCUSSÃO

Com base dos estudos obtidos, foi verificado uma maior frequência do gênero feminino entre os participantes do estudo (90%), sendo que a maioria deles se encontram casados (60%), com idade inferior a 40 anos ( $31,6 \pm 5,1$ ) e 50% possuem filhos.

Na pesquisa abordada por Jodas e Haddad em (2009), uma variável observada está relacionada ao estado civil e o fato de ter ou não filhos. Segundo os autores, atribuiu-se ao casamento ou a situação de companheiro estável e ao fato de ter filhos uma menor propensão ao Burnout. Um fato a ser destacado, também é que as mulheres tem apresentado pontuações mais elevadas de exaustão emocional.

Cornelius e Carlotto (2014) atribui a diferença entre sexos uma questão tradicional do processo de socialização e organização social que se colocam diferenciadamente para homens e mulheres. Mulheres geralmente desempenham dupla jornada, conciliando trabalho e atividades familiares, eis o fato de apresentarem altos índices de exaustão emocional segundo autor supracitado.

Os fatores externos e internos e também fatores psicológicos e comportamentais, são incidentes no desenvolvimento do Burnout. A jornada excessiva de trabalho, indisciplina, falta de autonomia, perfeccionismo, autoestima baixa, negativismo, escolha profissional equivocada, falta de preparo e competência são exemplos de fatores envolvidos na origem e agravamento do quadro. (ABREU *et al.*, 2015 apud CARVALHO *et al.*, 2016).

Outro aspecto relevante é que grande parte da população estudada possui outro emprego além da UTI (70%), fato que contribui para o desenvolvimento da síndrome. Acredita-se que seja por necessidade de aumentar a renda familiar; sendo comum quando trabalhadores de saúde conciliam dois empregos; na maioria das vezes, nos turnos da noite e do dia. Muitos destes profissionais se dedicam ao atendimento em unidade básica e à consultórios particulares e hospitais, por demandas de horários.



Quanto às categorias profissionais, 90% da população estudada, sendo fisioterapeutas, enfermeiros e técnicos de enfermagem. Estes profissionais estão em contato direto e contínuo com os pacientes. Isso pode contribuir para o apego aos pacientes gerando alterações emocionais e físicas.

Para Mota (2006), o profissional de saúde está diretamente em contato com seres humanos e isso o coloca diante de sua própria saúde ou doença e de seus conflitos e frustrações. Diante disso, é importante que ele tome providência sobre esses fenômenos para não correr o risco de desenvolver mecanismos severos de defesa que podem prejudicá-lo em seu âmbito profissional bem como pessoal. Podendo também usar o distanciamento como mecanismo de defesa.

Calegari et al. (2015) completa dizendo que, lidar com a dor, a morte e a doença não são fáceis ou prazerosas e muitas vezes, os trabalhadores de saúde apresentam angústias diante do sofrimento de seus pacientes e, com essa preocupação em resolver os problemas dos doentes, não compreendem ou se descuidam dos próprios problemas, o que pode contribuir diretamente para o desenvolvimento da SB.

Em nossos resultados, 40% dos profissionais, apresentaram moderado risco de desenvolver a SB, sendo, portanto, a minoria da amostra.

De acordo com as dimensões da síndrome destacadas nos resultados, foi possível observar que os profissionais apresentaram alto índice de exaustão emocional (40%), uma baixa despersonalização (60%), e em relação a baixa realização profissional (80%), sendo mais prevalente em relação as demais, relatos que podem estar associados ao aumento da carga horária e jornada dupla de trabalho, tensão, baixa remuneração, e pouco tempo para dormir, que exigem maior controle de suas emoções e que contribuem para o surgimento da SB. (SIMÕES e BIANCHI 2016).

Essas dimensões supra citadas se diferem dos resultados encontrados no estudo de Nascimento et al (2017), realizado com 34 fisioterapeutas atuantes em UTI na cidade de Vitória da Conquista-BA, evidenciando baixo índice de exaustão emocional (52%), e alto índice de baixa na realização profissional (76%).

Outro estudo realizado por Barros et al (2016), com 122 médicos intensivistas no município de Sergipe, relatou que a dimensão EE predominou no nível alto (66,4%), o que também ocorreu com a DE (54,9%). Em contrapartida, a dimensão RP se apresentou em nível baixo (67,2%), que equivaleu parcialmente igualitária ao estudo presente.

Em outro estudo realizado por Silva et al. (2015), constituiu-se de 33 profissionais na área da enfermagem em Teresina (PI), verificou-se que a exaustão emocional apresentou nível baixo (43%), a despersonalização prevaleceu também em um nível baixo (52%), enquanto a realização profissional apresentou nível médio (49%), diferindo da presente pesquisa.

Entretanto como afirma Rosa e Carlotto (2005), pode-se perceber uma relação existente entre a satisfação do profissional de saúde em seu trabalho e as dimensões da

SB: A Exaustão Emocional relaciona-se à insatisfação com o ambiente trabalhista, com a função exercida, com a falta de participação nas tomadas de decisões, que elevam o sentimento de desgaste emocional. Já a Despersonalização associou-se a todas as dimensões de satisfação, na qual o trabalhador ao estar insatisfeito com suas atribuições, tende a se afastar de seus pacientes como uma forma de enfrentamento da situação estressante. Por fim, a Realização Profissional que está relacionada com a satisfação, com a supervisão, com benefícios e políticas organizacionais e com o conteúdo do trabalho.

Os principais sintomas apresentados no estudo de Gouvêa, Haddad e Rossaneis (2014), com profissionais de saúde são: a fadiga constante, as dores musculares, os distúrbios do sono, as cefaleias e enxaquecas, os problemas gastrointestinais, os transtornos cardiovasculares, a falta de atenção, alterações de memória, sentimento de solidão, impaciência, depressão, auto estima, irritabilidade, agressividade, não aceitação de mudanças, falta de iniciativa, tendências ao isolamento, perda do interesse pelo trabalho, e outros.

Os mesmos autores supracitados, relatam ainda que as instituições de saúde e seus profissionais possuem uma cultura caritativa e assistencial. Percebem seu trabalho também como uma 'prática de ajuda', que obtém, como recompensa, a 'experiência de gratificação pessoal'. Esta crença, não raras vezes, impede que o trabalhador identifique os estressores profissionais que podem lhe causar danos a sua saúde mental.

## CONCLUSÃO

A Síndrome de Burnout insere silenciosamente no cotidiano dos profissionais da saúde que atuam em UTI e lidam com situações estressantes. Por estarem a maior parte do tempo lidando com pacientes graves, isso pode afetar diretamente sua vida.

O que pode ser confirmado através dos resultados é que a prevalência da SB em profissionais de saúde que atuam em UTI é de 40% em seu nível médio, sendo a falta de realização profissional, a dimensão de maior relevância (80%). A maioria destes profissionais (70%), possuem mais de um trabalho, dobrando sua carga horária e contribuindo assim, para o surgimento de sintomas. Todos os profissionais (100%) apresentam dores musculares e a maioria (90%) relata mudanças constantes de humor.

Portanto, podemos afirmar que o excesso de atividades e altas jornadas de trabalho, podem contribuir diretamente no surgimento da SB, podendo afetar negativamente não só os profissionais, mas também o ambiente de trabalho, a equipe multidisciplinar e os próprios pacientes, pois um profissional emocionalmente desgastado não é capaz de realizar um bom atendimento.

Desta forma, a partir dos resultados evidenciados na presente pesquisa, é pertinente destacar a importância de novas medidas de enfrentamento para minimizar os problemas no ambiente de trabalho e melhorar a vida dos trabalhadores e a qualidade da assistência.

Para que isso aconteça, sugerimos novos estudos, com amostragem superior, afim de que os resultados possam contribuir no processo de prevenção e erradicação da SB.

## REFERÊNCIAS

ABREU, S. A., et al. Determinação dos sinais e sintomas da síndrome de burnout através dos profissionais da saúde da santa Casa de Caridade de alfenas nossa senhora do perpétuo socorro.

**Revista da Universidade Vale do Rio Verde.** v.13, n.1, 2015. p. 201-238.

BARROS, M. M. S., et al. Síndrome de Burnout em médicos intensivistas: estudo em UTIs de Sergipe.

**Temas em Psicologia.** v.24, n.1, 2016. p. 377-389.

CALEGARI, R.C. et al. Humanização da assistência à saúde na percepção de enfermeiros e médicos de um hospital privado. **Rev Esc Enferm USP.** v.49, n.2, 2015. p.42-47.

CARVALHO, Daiany, et al. Síndrome de Burnout em profissionais da área da saúde atuantes em dois municípios do interior de Minas Gerais-Brasil. **Revista Contexto & Saúde.** V.16, n.31, 2016. p. 139-148.

CORNELIUS, Adriane; CARLOTTO, Mary Sandra. Síndrome de Burnout em profissionais de atendimento de urgência. **Revista Psicologia em Foco.** v1. N.1, 2014. P. 15-27.

GOUVÊA, P. B., HADDAD, M. C. L., ROSSANEIS, M. A. Manifestações psicossomáticas associadas à síndrome de burnout referidas por trabalhadores de saúde. **Rev.Saúde.** v. 40, n.1, 2014. p. 47-54.

GUERRER, Francine Jomara Lopes; Bianchi, Estela Regina Ferraz. Caracterização do estresse nos enfermeiros de unidades de terapia intensiva. **Rev Esc Enferm Usp,** Sao Paulo, v. 42, n. 2, p.355-362, ago. 2008.

JODAS, Denise Albieri; HADDAD, Maria do Carmo Lourenço. Síndrome de Burnout em trabalhadores de enfermagem de um pronto socorro de hospital universitário. **Acta paul. enferm.** São Paulo, v. 22, n. 2, 2009. p. 192-197.

JÚNIOR, S.D.S & COSTA, F.J. Mensuração e escalas de verificação: uma análise comparativa das Escalas de Likert e *Phrase Completion*. **Rev. Brasileira de Pesquisa de Marketing, opinião e mídia.** (online), São Paulo., v.15, out. 2014. p. 1-16.

MENEGHINI, Fernanda; PAZ, Adriana Aparecida; LAUTERT, Liana. Fatores ocupacionais associados aos componentes da síndrome de burnout em trabalhadores de enfermagem. **Texto Contexto Enferm,** Florianópolis, v. 20, n. 2, jun. 2011. p.225-233.

MORENO, Fernanda Novaes et al. Estratégias e intervenções no enfrentamento da síndrome de burnout. **Rev. Enferm. Uerj,** Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, dez. 2010. p.140-145, 18.

MOTA, D.S., EIJE, G.M., MARINHO, V.L. Síndrome de Burnout nos profissionais da área de saúde. **Amazônia: Science & Health.** v.4, n.3, 2016. p. 29-37.

NASCIMENTO, Camila Porto, et al. Síndrome de burnout em fisioterapeutas intensivistas. **Revista Pesquisa em Fisioterapia.** v.7, n.2. 2017.

ROSA, Cristiane da, & CARLOTTO, M.S. Síndrome de Burnout e satisfação no trabalho em profissionais de uma instituição hospitalar. **Revista da SBPH**. v.8, n.2, 2005. p. 1-15.

SARQUIS, Mansano Sar Leila Maria Mansano; Felli, Vanda Elisa Andrés. Os sentimentos vivenciados após exposição ocupacional entre xposição ocupacional entre trabalhadores de saúde: fulcro para repensar o trabalho em instituições de saúde o para repensar o trabalho em instituições de saúde. **Rev Bras Enferm**, Brasília, v. 62, n. 5, p.701-704, out. 2009.

SILVA, C.P.S.S., et al. A síndrome de burnout em profissionais da Rede de Atenção Primária à Saúde de Aracaju. **Rev. BrasilCiência & Saúde Coletiva**. v. 20, n.10, 2015. p. 3011-3020.

SIMÕES, Júlio & BIANCHINI, R.L.O. Prevalência da Síndrome de Burnout e qualidade do sono em trabalhadores técnicos de enfermagem. **Rev. Saúde e Pesquisa – UniCesumar**. v.9, n.3, Maringá, 2016.

SCHMIDT, Denise Rodrigues Costa Schmidt., et al. Qualidade de vida no trabalho e burnout em trabalhadores de enfermagem de Unidade de Terapia Intensiva. **Revista brasileira de enfermagem**. vol.66, n.1, 2013. p.13-17.

TAMAYO, M. R. Relação entre a síndrome do burnout e os valores organizacionais no pessoal de enfermagem de dois hospitais públicos. Dissertação de Mestrado não publicada; Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

TIRONI, M.O.S. *et al.* Trabalho e síndrome da estafa profissional (síndrome de burnout) em médicos intensivistas de salvador. **Rev. Assoc. Med Bras**, 2009.

## A GESTÃO FINANCEIRA E SUA IMPORTÂNCIA NAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS

*Data de aceite: 01/06/2022*

**Edivaldo Braga de Oliveira**

Administrador de Empresas

**Gabriel Babichi Siqueira**

Administrador de Empresas

**Moises da Silva Martins**

Dr em Economia Produtiva

**RESUMO:** O presente trabalho buscou através de pesquisa qualitativa, recorrendo-se a livros, revistas, monografias, teses e artigos científicos sobre gestão financeira, demonstrar quais são as ferramentas e técnicas de gestão mais apropriadas e que pudessem, de alguma forma, contribuir com essas empresas e seus gestores, ferramentas de fácil utilização, que sejam capazes de minimizar tais impactos causados pelos novos entrantes no mercado e o uso das novas tecnologias, proporcionando a elas bases sólidas para que possam fazer os investimentos de forma segura e acertada, que não sejam tomadas decisões de forma aleatória, sem nenhum planejamento, pelo contrário, que as decisões sejam pautadas em bases sólidas, concretas e previamente estudadas e planejadas, proporcionando a essas empresas mais solidez financeira, tornando-as mais produtivas, lucrativas e competitivas, conseqüentemente, mais vida longa e possibilidades de sucesso na sua atividade. Buscou-se também, por outro lado, entender o porquê que muitas pequenas empresas são tão prósperas, chegando até

em casos específicos, competir de igual para igual com grandes empresas já consolidadas, enquanto outras não chegam a sua maturidade, fechando suas portas de forma precoce.

**PALAVRAS-CHAVE:** Finanças. Empresas de pequeno e médio porte. Liquidez.

**ABSTRACT:** It is a fact that in the last decades, great changes have taken place in the market where companies operate, they had to remodel themselves in the way of managing their resources, resulting in the real need for an increasingly qualified and able workforce to perform their functions in the organization. , mainly in the financial management function, due to its importance, also due to the emergence of new companies all the time, which further reinforces the need for technical skills and strategic vision for business management. It must also be admitted that this fact also brings with it more opportunities for small and medium-sized companies to leverage their team in search of growth, including even importing and exporting products and services, obtaining important gains that are so necessary for their development in the market. of action, making them more competitive in the domestic market, as well as more resistant to moments of crisis that may occur in their field of activity. In this way, it is up to the financial manager, who is the person in charge of managing all these resources, to pay attention to new trends and innovations, deepen their knowledge and understand the variants of the market, searching in an intelligent and safe way, according to the needs of the company. , which may vary from one to another, where the resources should be

used and how they should be used, that is, using the means and management techniques to arrive at the answers, and thus, can safely execute the investments financial institutions in search of the best results. In this way, contribute so that such companies have more longevity in the market, valuing their great importance for generating employment and income in the Brazilian economy. This project sought through qualitative research, using books, magazines, monographs, theses and scientific articles on financial management, to demonstrate which are the most appropriate management tools and techniques and that could, in some way, contribute to these companies. and their managers, easy-to-use tools that are capable of minimizing such impacts caused by new market entrants and the use of new technologies, providing them with solid bases so that they can make investments safely and correctly, which are not taken decisions randomly, without any planning, on the contrary, that the decisions are based on solid, concrete and previously studied and planned bases, providing these companies with more financial solidity, making them more productive, profitable and competitive, consequently, more life long term and chances of success in your activity. It was also sought, on the other hand, to understand why many small companies are so prosperous, even in specific cases, competing on equal terms with large companies that are already consolidated, while others do not reach their maturity, closing their doors precocious.

**KEYWORDS:** Finance Small and medium-sized companies. Liquidity.

## 1 | INTRODUÇÃO

Nota-se há algum tempo que a evolução das tecnologias e o aumento contínuo da globalização, vêm tornando ainda mais complexa e acirrada a competitividade entre as empresas, tornando a gestão financeira que já é primordial ainda mais necessária e desafiadora, principalmente no tocante ao direcionamento dos recursos e o uso e o emprego correto das suas disponibilidades, agravado ainda mais quando, atreladas as dificuldades, ainda se depara com o despreparo dos gestores que atuam na sua administração e que exercem papel primordial para sua sobrevivência no mercado.

Segundo Gitman (2004), com tantas mudanças ocorridas no mercado globalizado, tornou-se necessário mudar ou capacitar melhor as formas de gestar empresas, elas precisaram ser reestruturadas para que pudessem atender de forma rápida e eficaz, tanto no que se refere aos produtos quanto na forma de aplicar os seus recursos financeiros, não é mais possível que se tome decisões sem planejamento antecipado, sem dados e informações concretas que possam permear as reuniões estratégicas entre os seus gestores para que possam fazer uma análise da estrutura interna disponível e quais os melhores investimentos a serem feitos, de que forma, qual será a fonte dos recursos, tudo isso, precisa ser pautado em fatos concretos para que não seja feito gastos excessivos e desnecessários, e que venham a comprometer o seu desenvolvimento.

Para Antonik (2011, p. 4), muitos microempresários agem por tentativa e erro em vez de gerenciarem conscientemente os aspectos financeiros de seus pequenos negócios.

Assim, mesmo eles tendo noção do que estão fazendo, seja produzindo ou vendendo,

eles são desprovidos do conhecimento em relação a gestão financeira. Entretanto, nem tudo é ruim como parece, pois, esses pequenos gestores vem com enorme vontade de aprender e são consumidores vorazes de informações da área administrativa. Tais mudanças ocorrem de forma muito dinâmica, exigindo e tornando seu papel mais complexo e desafiador. Outro motivo a ser destacado e que agravam ainda mais a gestão da pequena empresa, são as suas próprias limitações e as dificuldades que as mesmas enfrentam diante a tantas burocracias para o seu funcionamento, mesmo com toda importância que possuem no mercado Nacional.

Segundo fonte do IBGE (Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia) no Brasil, 99% do total de empresas são consideradas micro e/ou pequenas empresas [IBGE], 2010, o que comprova tamanha importância econômica que possuem para a econômica brasileira.

Tendo em vista a necessidade que o momento exige, torna-se claro a necessidade de orientação contínua, de forma que todos os gestores possam potencializar ainda mais o seu conhecimento e habilidades, com uma visão mais ampla em relação a conhecimentos estratégicos, deixando-os mais treinados, motivados e convictos para a tomada de decisão mais acertada naquele determinado momento.

São muitos os aspectos críticos do negócio, tão quanto importante é a forma que é feita a gestão financeira pelo gestor, grande responsável pela administração das finanças da empresa e pelo controle e redução das despesas, mais ainda quando se trata das pequenas e médias, que possuem baixo fluxo de caixa, o que as torna mais sensíveis diante momentos de crise financeira. Quanto a tomada de decisões, precisam ser inteligentes e acertadas para que contribuam para a melhora dos lucros, fazendo a escolha de forma correta, mas principalmente legal, proporcionando o pagamento de menos impostos.

Segundo o Sebrae-SP (2006), são diversos os fatores que contribuem para o fechamento das empresas, seus gestores agem de forma desordenada, não conseguem separar as finanças pessoais das finanças da empresa, o que faz com que acabam por usarem os recursos para despesas pessoais. Ao não darem a devida importância para esses detalhes, acabam por prejudicar a vida do seu pequeno negócio, o que contribui diretamente para o fechamento prematuro.

Diante tais fatos apontados, há necessidade de uma melhor qualificação dos gestores pois, diante a grande complexidade do mercado globalizado e também da grande relevância do seu papel nas mesmas, torna clara a necessidade da busca por qualificações desta peça fundamental que este representa para a sobrevivência das microempresas e o tempo no qual eles estão em atividade. Em meados da década de 1990, as pequenas/médias empresas eram as empresas que mais existiam no mercado naquela época, (Santana, 1993).

No início do século XXI, praticamente todas as empresas em funcionamento na época, era de pequeno ou médio porte tomando grande parte do mercado de produtos e serviços (Antonik, 2004). Com o passar dos anos, o número de empresas de pequeno e

médio porte continuou aumentando após a primeira década do século XXI (IBGE, 2010). Nos dias de hoje, existem cerca de 9 milhões de pequenas e médias empresas espalhadas pelo o Brasil, representando 98% das empresas em atividade (SEBRAE, 2014).

Em escala mundial, essas empresas são responsáveis por cerca de 67% das vagas de emprego no setor privado: se as metas determinadas não forem atingidas, os administradores estão mal direcionados. Seus esforços são desperdiçados. Em vez de trabalho de equipe, o que existe é atrito, frustração e conflito. (ANTONIK, 2011, p. 5).

Então, pode-se afirmar que a gestão financeira utilizada pelos gestores das pequenas empresas, de uma forma geral, proporciona pouca abrangência de visão dos recursos, o que possibilitou trazer as mudanças necessárias para alinhar as estratégias de gestão, possibilitando uma melhor visão organizacional, bem como integrar seus processos, identificando os gargalos e retomando o crescimento.

Vale ressaltar, que a definição das estratégias a serem utilizadas não é absoluta e se divergem de acordo com os objetivos da empresa e a forma de motivar seus colaboradores. Quanto à hipótese, pretendeu-se demonstrar que é possível encontrar meios para melhor uso dos recursos financeiros que a empresa tem disponibilizados, entendendo que uma delas e muito importante será a busca pelos gestores de consultorias com empresas especializadas, com profissionais competentes e de boa formação técnica para que tenham a oportunidade de se profissionalizarem ainda mais, e dessa forma, superarem os obstáculos e as dificuldades encontradas.

A justificativa fica evidenciada uma vez que a gestão financeira está diretamente associada ao fato objeto deste, tornando-se clara a necessidade pela busca por inovação e conhecimento, além de meios que possam minimizar as dificuldades e contribuir para garantir a sobrevivência das pequenas empresas no mercado. Outro fato de grande relevância é de que no mercado globalizado, a competitividade torna-se muito acirrada, o que faz com que gestores busquem inovarem na forma de administrarem os recursos que possuem em busca do maior potencial possível de sua equipe, motivando-os em busca dos melhores resultados.

## **2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

No Brasil, grande parte das pequenas e médias empresas fecham suas portas precocemente, (SEBRAE, 1997). Tal fato, também se associa a gestão financeira, que na figura do gestor, deve buscar inovação e conhecimento para de alguma forma, garantir a sobrevivência da empresa, acompanhando a dinâmica de evolução que ocorre em um país que gira em torno do capitalismo.

Portanto, o sistema de gestão irá impactar diretamente no crescimento e no desenvolvimento econômico e social da organização. Entretanto, mesmo com toda a relevância da gestão financeira para a sobrevivência destas empresas e o mercado



cada vez mais competitivo, dinâmico e acirrado, ainda que não se neguem seus efeitos e benefícios econômicos, a gestão é também responsável por administrar e direcionar os recursos.

Assim, ganha cada vez mais relevância estas discussões sobre gestão financeira, no sentido de preservar a sobrevivência das pequenas e médias empresas no ambiente em que se encontram instaladas. Nesse sentido, este estudo procura apontar e tornar possível o uso das ferramentas de gestão mais acertadas para garantir vida mais longa e proporcionar a estas empresas mais rentabilidade; conseqüentemente, proporcionando ao ambiente que se encontram em atividade maior empregabilidade e prosperidade, além de melhorar sua competitividade e funcionalidade (SEBRAE, 2014).

Se por um lado as empresas de pequeno e médio porte sejam boas para o mercado, influenciando na economia, por outro, elas deixam a desejar em relação a estrutura que são de baixo nível e também por falta de capacitação na hora de tocar o negócio, e também por problemas que podem levar a falência. Antonik (2004, p. 37), diz que as pequenas empresas são adaptáveis as necessidades do cotidiano na qual ela se encontra, e também, pelo fato de ser uma pequena ou média empresa, as tomadas de decisão são mais fáceis.

Essas empresas, além de absorver e adaptarem-se as mudanças e inovações que, constantemente, ocorrem no ambiente, o que aponta a principal de suas características, a de absorver os processos de mudanças e inovação, convém destacar ainda a sua importância no que se refere a fontes de processos inovadores.

Segundo Edmiston (2007), as empresas de pequeno e médio porte são bem inovadoras porque são mais fáceis de serem montadas e adaptáveis ao mercado em comparação a outras organizações de maior porte.

## **2.1 Quanto as suas fraquezas**

No que diz respeito a seu lado negativo, segundo Drucker (2001), as empresas de pequeno e médio porte começam como empresas familiares e com isso, aparecem problemas na gestão por dependerem de regras próprias e muito diferentes se acaso comparadas a empresas administradas por profissionais. Essas regras tem que ser analisadas com bastante cuidado, pois, como é uma empresa que está começando agora, ela corre um grande risco de ir a falência por seguirem um caminho que não é viável para o futuro da mesma.

Segundo Sousa, Silva, Lima e Carneiro (2015) a maior dificuldade nas quais as pequenas e médias empresas encontram é o fato financeiro pois, como eles estão começando agora, eles não tem tantos recursos para poder desenvolver a sua empresa e também abdica de novas tecnologias que são cruciais para o desenvolvimento e crescimento da sua respectiva empresa, e isso pode acarretar em sérios problemas para o futuro.

Outro fator que é negativo, é o fato da empresa não conseguir contratar pessoas capacitadas para realizarem funções específicas dentro da mesma, pois, como o capital

financeiro é baixo, eles não podem investir em profissionais que são capacitados para aquela determinada função na qual a empresa abdica. Como a empresa tem dificuldades na área financeira, eles acabam ficando limitados, segundo Braga, Nossa e Marques (2004) isso acaba impedindo a empresa de se desenvolver e até mesmo de se manter no mercado na qual ela atua. Assim, a empresa corre um grande risco de liquidez, fazendo com o que eles fiquem vulneráveis na hora que surgir um imprevisto decorrente do negócio no qual ela atua (Santos, Ferreira, & Faria, 2009).

Segundo Fernandes, Nascimento, Borges, Soares, Moraes e Teixeira (2010), outra dificuldade na qual os gestores encontraram, é na hora de planejar, pois, eles não utilizam da forma adequada e das ferramentas necessárias para poder se planejar, fazendo com que a empresa não tenha um planejamento eficiente e eficaz.

Monteiro e Barbosa (2011) afirmam que os gestores só se preocupam com coisas relacionadas a curto prazo, assim, comprometem a sua empresa a longo prazo. As empresas de pequeno e médio porte também apresentam outras deficiências como uma falta de maior astúcia do gestor no momento de gestar os recursos disponíveis, pouco conhecimento das ferramentas necessárias para obter o êxito nos resultados previamente estabelecidos e planejados, além de, em muitos casos, possuir pouco ou quase nada de experiência na administração da empresa. Já, segundo Monteiro (2003), quanto as habilidades necessárias, de modo geral, observa-se muita a falta de conhecimento a capacidade dos gestores na hora de tocar o seu negócio, na hora de gerência como um todo nas pequenas e médias empresas, seja na falta de conhecimento, como também, agravada pelo acúmulo de tarefas, os tornando ainda mais suscetível a cometer erros e compromete sua melhor eficiência na gestão empresarial.

## **2.2 A importância de uma consultoria empresarial**

De acordo com Oliveira, Fonseca e Bonadiman (2014), as empresas podem recorrer ao consultor, o profissional que tem a capacidade de auxiliar toda uma organização sem que, o mesmo não tenha influencia na tomada de decisões. O consultor deve ser provido de conhecimento para construir um ambiente na qual todos se cooperem para que as coisas possam fluir da maneira desejada, por outro lado, deverá contar com a colaboração da empresa, que deverá colaborar e contribuir de forma conjunta para que seu trabalho possa gerar as devidas mudanças que são necessárias. Assim, o consultor nada mais é do que um facilitador, que com todo seu conhecimento e técnica, trabalhará em conjunto com seus dirigentes com a finalidade específica de facilitar a execução de todo processo de mudança a ser implantado e desejado pela empresa na qual está inserido. Independentemente do tipo de análise, está tem como objetivo examinar e avaliar os dados da empresa, para que seja feito um planejamento de acordo com a necessidade que elas apresentam, em todos os aspectos que circundam a empresa.

Na visão do pequeno empresário, a busca por uma consultoria especializada só

acontece em último caso, quando se encontra sem perspectivas e a buscará com a intenção de que este apresente um planejamento baseado no auxílio das soluções dos problemas apresentados e assim, fazendo uma projeção para o futuro. De acordo com Jacintho (2004, p. 32), toda organização que tem problemas internos e externos que possam trazer problemas para a mesma, tem a necessidade de contratar os serviços de um profissional da área da consultoria.

As ações que o profissional da consultoria realizará, serão de acordo com a necessidade que a empresa necessita, seja ela uma projeção financeira, um problema ou oportunidade que surge, também influenciará o porte da empresa, etc.

Convém ressaltar, que a obtenção dos dados financeiros das empresas se fará através dos dados e análise do seu balanço, que é utilizado para avaliar sua situação econômica, financeira e operacional através da utilização de uma análise detalhada e específica dos elementos patrimoniais nele contidos com o objetivo de extrair as informações que servirão de base para a tomada de decisões.

A consultoria é útil pois fazem com que a empresa mude para melhor, isso ocorre quando a empresa passa por problemas financeiros e não veem saídas para esse problema, assim, o consultor financeiro indica as melhores soluções para o dono da empresa para que assim, ele faça o que achar necessário, para que ele possa se reestruturar financeiramente, a consultoria pode ajudar também nos projetos que envolvem planos futuros da empresa, como ela quer crescer financeiramente nos próximos anos. Assim, a consultoria ajuda a melhorar e aprimorar os processos financeiros que a empresa passa (DELOITTE, 2017).

Uma das características da consultoria em relação aos gastos da empresa é identificar o que é um gasto desnecessário e o quanto está sendo separado do pessoal para o profissional. Há um receio por parte da empresa é de fornecer registros financeiros por medo de expor os dados pessoais e profissionais porque o consultor é uma pessoa estranha e assim, o gestor da empresa não se sente seguro ao passar tantas informações para um desconhecido e assim, não passa todas as informações necessárias, comprometendo o trabalho do consultor.

### **3 | ASPECTOS METODOLÓGICOS**

O presente artigo, quanto a tipificação de metodologia, baseou-se na pesquisa qualitativa, recorrendo-se na busca através de pesquisa em livros, revistas, monografias, teses e artigos científicos sobre gestão financeira, além de sites confiáveis que, de alguma forma, contribuíram para agregar conhecimento e informações relevantes para o seu desenvolvimento. A finalidade foi buscar meios que pudessem ajudar na formulação de ideias e conceitos relacionados, possibilitando questionar e a avaliar as diversas variáveis existentes, com base em características principais reais, sistemáticas, verificáveis e falíveis.

Procurou-se formas de entender através da leitura e análise de conteúdo, quais

ou, por quais motivos as pequenas e médias empresas não estão conseguindo gestar corretamente os seus recursos disponíveis, principalmente os financeiros.

Conforme aponta alguns estudos, as pequenas e médias empresas não têm um tempo longo de vida, demonstrando que, em muitos casos, chegam a fechar as portas após seis meses de funcionamento. Acredita-se que, tal fato vem ocorrendo por muitas delas gestar de forma inadequada seus recursos financeiros, o que acaba por refletir no mau resultado, comprometendo a expectativa criada quanto ao retorno do investimento feito no início das operações.

O objetivo das pesquisas realizadas foi feito como forma de buscar entender porque algumas empresas de pequeno e médio porte prosperam e estão a mais de vinte anos no mercado, enquanto outras, em uma grande maioria, não sobrevivem a um semestre. Outrossim, buscou-se identificar em que momento dos processos, os recursos estão sendo mal empregados e/ou administrados, buscando de forma estratégica e clara, as informações necessárias para que seja proposto os remanejamentos que se fizerem necessários, possibilitando o atingimento dos objetivos previamente estabelecidos no planejamento estratégico, e assim, contribuir para a sustentabilidade da empresa.

Por outro lado, procurou demonstrar que é possível sim, prosperar em um mercado globalizado, pois, se tem empresas que sobrevivem por tantos anos, qual é o segredo disso? Pode ser que esteja relacionada também a evolução tecnológica; dentre outros fatores, destacamos a questão da sua própria gestão.

Nota-se que, com o passar dos anos, que as organizações de sucesso foram aprimorando seus processos de acordo com a necessidade, algumas delas até se reinventaram, enquanto as pequenas empresas, até por possuírem uma menor capacidade de recursos para implantação, também talvez, pela pouca visão estratégica do seu gestor, demonstrando grande dificuldade de assimilação, o que também contribui para sua vulnerabilidade no mercado.

## **4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Tendo em vista o cenário atual do Brasil, na qual grande parte das pequenas e medias empresas encontram grandes dificuldades em manterem-se fortes no mercado. A gestão financeira tornou-se algo essencial, na qual o gestor procura conhecimento e inovação, a fim de buscar maneiras para que a empresa destaque-se de maneira positiva em um mercado que é bastante competitivo.

A gestão financeira está associada também a esse fato, pois, na figura do gestor, ele deve procurar meios de garantir a sobrevivência da empresa. Diante de tais dificuldades, os métodos, as pesquisas e as informações sobre a gestão financeira foram usadas com o intuito de avaliar as variáveis presentes, buscando o desenvolvimento da empresa e a correta aplicação dos seus recursos. Embora as pequenas e médias empresas tenham

características positivas, que contribuem para o seu bom desempenho no mercado, porém, elas podem apresentar características ruins, relacionadas a problemas estruturais, problemas financeiros, falta de mão de obra capacitada, falta de planejamento, tudo isso pode leva-las a falência. Outra característica é que o administradores tem problemas com tomadas de decisões, pois, eles são desprovidos de conhecimento em relação a administração e gestão financeira.

Através dessa análise, também se torna possível uma visão dos problemas e dificuldades das pequenas e médias empresas. Desta forma, a gestão financeira torna-se essencial, uma vez que é utilizada para levantar as dificuldades e buscar métodos para resolvê-las.

Conforme aponta alguns estudos, as pequenas e médias empresas não têm um tempo longo de vida, demonstrando, que em muitos casos, chegam a fechar as portas após seis meses de funcionamento. Acredita-se, que tal fato vem ocorrendo por muitas delas gestar de forma inadequada seus recursos financeiros, seja qual for o tipo de análise praticada, sua finalidade é examinar dados financeiros, na busca de avaliar o rendimento da empresa nos anos passados, traçando um perfil da empresa para o futuro, com propósitos múltiplos e variados.

Um problema dessas pequenas e médias empresas é que, como elas são pequenas e não tem uma estrutura sólida, isso faz com o que ela tenha dificuldades em ter profissionais capacitados da área na qual ela é desprovida, diferente das empresas de grande porte que já são consolidadas no mercado atuante.

## **5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O intuito deste artigo foi contribuir para o aumento da longevidade das micro e pequenas empresas no mercado nacional, confirmar que mesmo diante a tantas dificuldades enfrentadas, inclusive no que se refere ao aprimoramento dos gestores, peça fundamental para direcionar os recursos em busca da longevidade e prosperidade, é possível sim, prosperar. Demonstrou que cada vez mais, o trabalho do gestor da área financeira sai do ambiente microeconômico e vai pro macroeconômico e esse último é mais complexo pois envolver coisas que são fora da nossa compreensão. Por outro lado ainda, como um fator positivo, há de se destacar a capacidade de assimilação dessas empresas diante as mudanças bruscas no mercado, algumas dessas pequenas empresas além de crescerem, sobreviverem no mercado, tornam-se ainda mais imprescindíveis para o crescimento econômico brasileiro, uma vez que são responsáveis por uma grande parte da empregabilidade no ambiente onde estão instaladas. Assim, realçamos que o estudo tem contribuição para o campo teórico de forma que possa ser referência para outros artigos relacionados ao tema educação financeira, e que possa contribuir para o desenvolvimento das pesquisas, da qual há grandes lacunas de informações e esclarecimentos referentes

à educação financeira nas empresas, podendo então ser subsídios para novas pesquisas. Quanto às limitações, pôde ser percebido alguns fatores agravantes: as dificuldades no acesso aos recursos financeiros necessários, o alto risco de liquidez que operam, o fluxo de caixa reduzido, o empirismo existente e o despreparo dos gestores da empresa, dentre outros. Por outro lado também, a falta de aceitação dos gestores de uma equipe de consultoria na empresa para treinamento da equipe e aprimoramento das técnicas de gestão a serem implantadas, buscando mais eficiência, melhores resultados e mais prosperidade.

É importante resaltar que para novos estudos futuros sobre a gestão financeira nas pequenas empresa será possível obter melhores resultados com uma reestruturação interna e com uso de ferramentas de gestão apropriadas, programas de qualificação continuada para os gestores, inclusive quanto ao uso de técnicas e ferramentas de gestão que sirvam de subsídios para as decisões mais importantes, principalmente as de longo prazo.

Convém destacar ainda, que para sobreviver no mercado atual, para se ter competitividade, é necessário estar à frente da concorrência, o que torna às mudanças necessárias sob vários aspectos: na cultura, na inclusão de planejamento e na gestão eficaz. Recomenda-se ainda, que em novas pesquisas futuras, seja feita uma ampliação no estudo dessas práticas utilizadas, principalmente na área de gestão financeira, tanto nas micro e pequenas empresas, quanto também nas de médio e grande porte. O intuito é obter uma ampliação de dados e informações que possibilitem a realização de um comparativo mais abrangente, e que seja capaz de identificar com mais elementos as similaridades e diferenças existentes entre elas, tornando então, mais fácil a identificação de qual técnica é a mais recomendada, ou seja, mais eficaz para ambas as empresas.

## REFERÊNCIAS

ANTONIK, L. R. **Empreendedorismo Gestão Financeira Para Micro e Pequenas Empresas**. Rio de Janeiro: Alta Books Editora, 2015, p. 4-5.

ANTONIK, L. R. **A administração financeira das pequenas e médias empresas**. Revista FAE Business, 2004, p. 35-38.

BRAGA, R., Nossa, V., & Marques, J. A. V. D. C. **Uma proposta para a análise integrada da liquidez e rentabilidade das empresas**. Revista Contabilidade & Finanças, 15 (SPE), 2004, p. 5164.

CARVALHO, I.M.V., Oliveira, J.L.C.R., Leite, L.A.M.C., & Rohm, R.H.D. **Consultoria em gestão de pessoas**. Rio de Janeiro: FGV, 2009.

DIÁRIO do Comércio e Indústria (**Caderno Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas Sebrae-SP**). Data de publicação: 28 set. 2006.

DRUCKER, P.F. **O melhor de Peter Drucker: a administração**. São Paulo: Nobel, 2001.

FERNANDES FILHO, O. Nascimento, J.P.B., Borges, G.F., Soares, K.G.R., Moraes, A.F.O., & Teixeira, E. **Gestão Financeira em Micro Empresas Familiares: um Estudo na Indústria**, 2010.

Movleira de Santa Cruz de Minas-MG. VII SEGeT **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**.

EDMISTON, K. **The Role of Small and Large Business in Economic Development**. *Economic Review* - Federal Reserve Bank of Kansas City, 2007.

FERNANDES FILHO, O., Nascimento, J.P.B., Borges, G.F., Soares, K.G.R., Moraes, A.F.O., & Teixeira, E. **Gestão Financeira em Micro Empresas Familiares: um Estudo na Indústria Moveleira de Santa Cruz de Minas-MG**. VII SEGeT **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, 2010.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração financeira**. 10. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. **Estatísticas do Cadastro Central de Empresas**. Brasília, 2010.

JACINTHO, P. R. B. **Consultoria empresarial: procedimentos para aplicação em micro e pequenas empresas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MAHAMID, I. **Factors affecting contractor's business failure: contractors' perspective**. *Engineering, Construction and Architectural Management*. v. 19 n. 3, 2012, p. 269-285.

MONTEIRO, A.A.S.M. **Fluxos de caixa e capital de giro: uma adaptação do modelo de Fleuriet**. In: **Seminário de Contabilidade e Controladoria**, São Paulo, 2003, p. 2.

MONTEIRO, J.M., & Barbosa, J.D. **Controladoria empresarial: Gestão econômica para as micro e pequenas empresas**. *Revista da Micro e Pequena Empresa FACCAMP*. São Paulo, 2011, p. 38-59.

NEVES, J.A.D., & Pessoa, R.W.A.P. **Causas da mortalidade de micro e pequenas empresas: o caso das lojas de um Shopping Center**. *Revista Organizações em Contexto*, 2006, p. 165-195.

OLIVEIRA, L.N.Q., Fonseca, P.S., & Bonadiman, T.K.P. **Consultoria empresarial: O diferencial nas empresas modernas**, 2014.

OLIVEIRA, W.L., Costa, A.C., Romão, L.M., & Oliveira, H.C. **Mortalidade de Micro e Pequenas Empresas: O que Fazer pela Sustentabilidade do Empreendedorismo?** *Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo*, 2016, p. 129-150.

SANTANA, J. **Como entender o mundo dos negócios**. Brasília: SEBRAE, 1993.

SANTOS, L.M.D., Ferreira, M.A.M., & Faria, E.R. **Gestão financeira de curto prazo: características, instrumentos e práticas adotadas por micro e pequenas empresas**. *Revista de Administração da UNIMEP*, 2009, p.3.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS [SEBRAE]. **A força da pequena empresa no Brasil**. Brasília, ano III, 1997, p. 13.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS [SEBRAE]. **Fatores condicionantes e taxa de mortalidade de empresas no Brasil.** Relatório de Pesquisa, Brasília. Recuperado em 07 abril, 2016, de <http://www.sebrae.com.br>, 2014.

SOUSA, A.S., Silva, C.A., Lima, R.M, & Carneiro, W. **Gestão financeira em empresa familiar de pequeno porte do ramo de roupas em Embu das Artes.** Revista de Administração FW, 13 (23), 2015, P. 21-35.



## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**ELÓI MARTINS SENHORAS** - Professor associado e pesquisador do Departamento de Relações Internacionais (DRI), do Programa de Especialização em Segurança Pública e Cidadania (MJ/UFRR), do Programa de MBA em Gestão de Cooperativas (OCB-RR/UFRR), do Programa de Mestrado em Geografia (PPG-GEO), do Programa de Mestrado em Sociedade e Fronteiras (PPG-SOF), do Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional da Amazônia (PPG-DRA) e do Programa de Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT) da Universidade Federal de Roraima (UFRR). Graduado em Economia. Graduado em Política. Especialista pós-graduado em Administração - Gestão e Estratégia de Empresas. Especialista pós-graduado em Gestão Pública. Mestre em Relações Internacionais. Mestre em Geografia - Geoeconomia e Geopolítica. Doutor em Ciências. *Post-Doc* em Ciências Jurídicas. *Visiting scholar* na Escola Nacional de Administração Pública (ENAP), no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), na University of Texas at Austin, na Universidad de Buenos Aires, na Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, México e na National Defense University. *Visiting researcher* na Escola de Administração Fazendária (ESAF), na Universidad de Belgrano (UB), na University of British Columbia e na University of California, Los Angeles. Professor do quadro de Elaboradores e Revisores do Banco Nacional de Itens (BNI) do Exame Nacional de Desempenho (ENADE) e avaliador do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (BASIS) do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC). Professor orientador do Programa Agentes Locais de Inovação (ALI) do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE/RR) e pesquisador do Centro de Estudos em Geopolítica e Relações Internacionais (CENEGRI). Organizador das coleções de livros Relações Internacionais e Comunicação & Políticas Públicas pela Editora da Universidade Federal de Roraima (UFRR), bem como colunista do Jornal Roraima em Foco. Membro do conselho editorial da Atena Editora.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Administração 11, 156, 157, 160, 163, 164, 165, 166, 167

Água 65, 70, 71, 75, 76, 81, 82, 87, 91

Aprendizagem 4, 11, 14, 42, 44, 45, 48, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 69, 87, 121, 132

### B

Brasil 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 37, 38, 57, 68, 71, 86, 87, 116, 118, 120, 130, 133, 135, 136, 142, 153, 157, 158, 162, 165, 166

### C

Catadores 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 141, 142

Centrífugas 88, 90, 91, 99, 100

Ciência 16, 20, 28, 40, 56, 60, 61, 62, 87

Clima organizacional 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Colaboradores 2, 3, 6, 9, 10, 11, 12, 158

Coleta seletiva 132, 133, 134, 135, 136, 138, 141, 142, 143

Conhecimento 29, 35, 37, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 52, 53, 55, 58, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 129, 132, 157, 158, 160, 161, 162, 163

Consultoria 160, 161, 164, 165

Cultura popular 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26

### E

Educação 1, 8, 12, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 49, 55, 56, 57, 58, 61, 68, 69, 132, 134, 138, 142, 143, 163, 164, 167

Empresas 2, 5, 7, 12, 116, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167

Energia 13, 71, 110, 111, 113, 116, 119, 120, 122, 123, 124, 129, 130

Ensino 11, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 28, 35, 36, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 50, 52, 53, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 116, 134, 136, 139, 142

Escola 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 23, 28, 30, 31, 33, 36, 38, 45, 46, 47, 49, 52, 55, 56, 68, 167

Estresse 144, 145, 146, 153

### F

Fabricação 86, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 115, 116, 117, 118

Ferramenta 2, 12, 41, 44, 55, 113, 125

Finanças 155, 157, 164

## **G**

Gestão 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 116, 117, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167

## **I**

Impressão 3D 105, 116

Inovação 13, 102, 158, 159, 162, 167

Instituição 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 147, 154

## **L**

Liquidez 155, 160, 164

Lixo 133, 134, 136, 138, 141, 143

## **M**

Material reciclado 132, 137, 142

Meio ambiente 133, 134, 140, 141, 142, 143, 146

Mercado 7, 10, 26, 104, 116, 118, 135, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 164

Metal 102, 105, 110, 111, 112, 114, 116, 117, 118

Mulheres 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 150

## **N**

Negócio 30, 36, 157, 159, 160

Nísia Floresta 27, 28, 29, 30, 31, 37, 38, 39

## **O**

Organização 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 17, 19, 20, 21, 45, 52, 55, 69, 139, 145, 150, 158, 160, 161

## **P**

Paulo Freire 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26

Planejamento 2, 14, 15, 54, 65, 143, 145, 155, 156, 160, 161, 162, 163, 164

Programação 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 52, 53, 54, 55, 56

Prototipagem 102, 104, 109, 118

## **Q**

Química 58, 59, 60, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 106, 107

## **R**

Random survival forests 88, 89, 99, 101

Recursos humanos 2, 3, 8, 14, 145

Redes neurais 119, 120, 121, 123, 124, 129, 130

Robótica 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 52, 53, 54, 55, 56

## **S**

Saúde 20, 22, 142, 144, 145, 146, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154

Semiótica 58, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69

Sensibilização 132, 140, 141

Sensoriamento hídrico 70

Signo 58, 63, 64, 65, 66

Síndrome de Burnout 144, 146, 147, 149, 152, 153, 154

Sistema educacional 16, 20, 31

Solo 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87

Solubilidade 58, 59, 60, 64, 65, 66, 67, 68

## **T**

Tecnologia 4, 16, 40, 50, 56, 102, 105, 109, 110, 111, 113, 114, 116, 117, 165, 167

Trabalhador 144, 145, 152

## **U**

Umidade 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 123

UTI 144, 145, 146, 148, 149, 150, 151, 152

## **V**


Valores 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 19, 21, 23, 24, 73, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 92, 94, 97, 98, 134, 148, 154


## **Y**


YOLOv3 119, 124, 129, 130


# Políticas públicas

para ciência, tecnologia e inovação 2

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 @atenaeditora


 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



# Políticas públicas

para ciência, tecnologia e inovação 2

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 @atenaeditora

 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

