

ISSN 2318-4299  
Feliz, Brasil  
v. 7, n. 1, 2021



# SCIENTIA PRIMA

**ABRIC**  
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INCENTIVO À CIÊNCIA



## EXPEDIENTE

*Associação Brasileira de Incentivo à Ciência*

**EMERSON DA COSTA**, presidente

*Scientia Prima*, v. 7, 2021

### EDITOR-CHEFE

**LEONARDO PEREIRA DOS SANTOS**, Universidade de São Paulo, Brasil

### EDITOR ADJUNTO

**KALLEU FERNANDO DE ALENCAR CARVALHO**, Instituto Federal do Ceará, Brasil

### EDITORES-ASSISTENTES

**ALEXANDRE CINTRA DE MORAES**, Universidade de São Paulo, Brasil

**ANA MANOELA DE CASTRO SANTOS**, Budapest University, Hungria

**ANDRÉ LUIZ KOCH LISTON**, Princeton University, Estados Unidos

**DIOGO MARTINS RIBEIRO**, Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Brasil

**GUSTAVO KLOCH NEIDECK**, Centro Universitário Católica de Santa Catarina, Brasil

**EMERSON CARDOSO DE CASTRO**, Instituto Federal de Minas Gerais, Brasil

**EZEQUIAS CARDOZO DA CUNHA JR**, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

**JOSÉ MACHADO NETTO**, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

**KAROLAYNE SILVA DE SOUZA**, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

**KLICIA DE FÁTIMA SOUZA DE AZEVEDO**, Universidade Federal do Pará, Brasil

**LUCAS S. MATZENBACHER**, Pontifícia Universidade Católica do RS, Brasil

**MARIANA RITTER RAU**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

**MOISÉS SANTANA OLIVEIRA**, Escola de Medicina e Saúde Pública, Brasil

**MURILLO RAVAGNANI**, Faculdade de Direito de Franca, Brasil

**THALES RUAN PIOVEZAN**, Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

**THAMARA LOUISY S. BRITO**, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil

**THIAGO FERNANDES RODRIGUES**, Universidade Federal de São Paulo, Brasil

### CONSELHO EDITORIAL

**ALINE MENDONÇA FRAGA**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

**AMANDA DE MELO SOUZA CEZAR**, Universidade de Pernambuco, Brasil

**ANNA ERIKA FERREIRA LIMA**, Instituto Federal do Ceará, Brasil

**DEA NUNES FERNANDES**, Instituto Federal do Maranhão, Brasil

**EMMANUEL ZULLO GODINHO**, Universidade Estadual Paulista, Brasil



**FLÁVIA SANTOS TWARDOWSKI**, Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Brasil  
**FRANCISCO DE ASSIS FRANCELINO ALVES**, Instituto Federal do Ceará, Brasil  
**PROF. ME. GERALDO MAGELA MATOS**, Instituto Federal de Minas Gerais, Brasil  
**GIANCARLO DE MOURA SOUZA**, Universidade de São Paulo, Brasil  
**GISELE SIMONE LOPES**, Universidade Federal do Ceará, Brasil  
**GISLEIVA C. DOS SANTOS FERREIRA**, Universidade Estadual de Campinas, Brasil  
**HELOÍSA BRESSAN GONÇALVES**, Instituto Federal de São Paulo, Brasil  
**JUCELIO KULMANN DE MEDEIROS**, Instituto Federal de Santa Catarina, Brasil  
**KATHLEN LUANA DE OLIVEIRA**, Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Brasil  
**LARISSA ASTROGILDO DE FREITAS**, Universidade Federal de Pelotas, Brasil  
**LUCIANO VILAS BOAS ESPIRIDIÃO**, Instituto Federal de Minas Gerais, Brasil  
**MAITÊ MORAES GIL**, Universidade do Minho, Portugal  
**MARIA VERÔNICA COELHO MELO**, Universidade Estadual do Ceará, Brasil  
**MARCELO AUGUSTO FILARDI**, Instituto Federal de Minas Gerais, Brasil  
**MAURICIO MARQUES PINTO DA SILVA**, Universidade Católica de Santos, Brasil  
**SOLANGE DE OLIVEIRA PINHEIRO**, Universidade Estadual do Ceará, Brasil  
**VANESSA FARIA DE SOUZA**, Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Brasil  
**VINÍCIUS TAVARES GUIMARÃES**, Instituto Federal Sul-rio-grandense, Brasil

#### **SECRETARIA**

**THAYANE CINTRA LEMOS**, Secretária Executiva  
**DENISE ABLAS, JENNIFER OLIVEIRA**, Secretárias de Comunicação

#### **PRODUÇÃO EDITORIAL**

**BÁRBARA BENVENÚ DOS SANTOS, LARISSA RAVIRA DUARTE,**  
**LARYSSA DE SOUZA GAMA SANTOS**, Editoras de texto  
**ANA RAQUEL ROMEU AGUIAR, MILENE SANTOS COUTO,**  
**SHARLON FORLAN DE FRAGA**, Diagramadores

#### **REVISÃO ORTOGRÁFICA E GRAMATICAL**

**ANA FLÁVIA ALMEIDA DO AMARAL, ANA PAULA DA SILVA MENEZES, ANDRIELLE ANTONIA DOS SANTOS DE JESUS, ÂNGELA DA SILVA SANTANA, GABRIELA SENA SOUZA, GIULIA SEMEGHINI, IRENE CANADINHAS PEREIRA, IZABEL DE ROHAN ROCHA LIMA, KAMILA WOZNIAK, JÔNATAS FALEIRO BERBIGIER, LARYSSA DE SOUZA GAMA SANTOS, LEONARDO PEREIRA DOS SANTOS, LÍGIA DE MEDEIROS NOGUEIRA, MARINA GRUBLIAUSKAS ZINNI MACHADO, MAURÍCIO BILIÃO, NATHÁLIA JAVIER LUCENA, PEDRO DE OLIVEIRA RODRIGUES, RAÍSSA DA SILVA COIMBRA LIRA, THIAGO FELICIO BARBOSA PEREIRA.**



## SUMÁRIO

### EDITORIAL

#### NA CONTRAMÃO

Leonardo Santos  
e119

### CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANIDADES

#### ANÁLISE DE POSTAGENS NO TWITTER POR MEIO DA PLATAFORMA VICINITAS PARA IDENTIFICAR DISCURSOS XENÓFOBOS CONTRA A COMUNIDADE CHINESA EM RELAÇÃO À COVID-19

Arthur de Moura Dantas, Eduardo Orsolini Fernandes, Vania de Oliveira Alves  
e83

#### JUVENTUDE E O CONSUMO DE/EM PLATAFORMAS DIGITAIS: REFLEXÕES SOBRE O ACESSO AOS CONTEÚDOS

Maria Luiza Reis de Castro, Alice Moura Araújo da Silva, Patrícia Oliveira Freitas, Sérgio Luiz Alves da Rocha  
e92

#### AVALIAÇÃO DA TRAJETÓRIA PROFISSIONAL DOS EGRESSOS DO CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO FEDERAL

Jaqueline Lourenço Campos, Larissa Tiemi Daikubara, Rodrigo Costa Batista, Ellen Felizardo Batista  
e107

#### AS CONCEPÇÕES DE TRABALHO NO INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ: UMA ANÁLISE DOS PLANOS PEDAGÓGICOS DE CURSOS DE ENSINO MÉDIO INTEGRADO

Camile Ribeiro Texca, Emily Eduarda Barausse, Samuel Carlos Wiedemann  
e72

#### GÊNERO E SEXUALIDADE NO ESPAÇO ESCOLAR: EXPERIÊNCIAS DAS/OS PROFESSORAS/ES NAS ESCOLAS DE MATO GROSSO DO SUL

Fabricao Pupo Antunes, Tiago Duque  
e44

#### OPERADORES ARGUMENTATIVOS EM REDAÇÕES MODELO ENEM: UMA ANÁLISE BASEADA EM CORPUS

Dalmo Buzato, Elias Víctor Machado, Priscilla Tulipa da Costa, Suelen Érica Costa da Silva  
e97

#### A PERCEPÇÃO DA COMUNICAÇÃO COM HÓSPEDES ESTRANGEIROS: ESTUDO DE UMA REDE INTERNACIONAL DE HOTÉIS NA COSTA VERDE MAR

Andréa Cristina Gomes Monteiro, Ana Beatriz Franzoi  
e78

#### TURISMO CULTURAL NO MUNICÍPIO DE BOMBINHAS (SC): PROPOSTAS PARA VALORIZAÇÃO DA RENDA DE CRIVO

Giuliana Maria da Conceição Vilche Varela, Sabrina Farias Granja, Ivan Carlos Serpa  
e79

### CIÊNCIAS EXATAS

#### DESENVOLVIMENTO DE MICROPARTÍCULAS MAGNÉTICAS ASSOCIADAS À QUITOSANA RETICULADA PARA RECUPERAÇÃO DE ÍONS NI<sup>2+</sup> DE EFLUENTES INDUSTRIAIS

Isadora Ferrer do Nascimento, Izabelly Felipe Santos, Marcos Vinícius Caetano, Victória Cavalcante Sousa, Klauss Engelmann  
e43



**ANÁLISE DIAGNÓSTICA DO SISTEMA ZEER POT PARA O APRIMORAMENTO DA EFICÁCIA DE EVAPORAÇÃO**

Pedro Kleinschmitt Krause, Wanhley Soares Martins

e90

**EFICIÊNCIA FOTOCATALÍTICA DE ÓXIDOS NA DEGRADAÇÃO DE P-NITROFENOL QUANDO EXPOSTOS A DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDA DO ESPECTRO VISÍVEL**

Felipe Dabbah, Vitor Moraes de Zamarion

e42

**CRIOGRAFIA PÓS-QUÂNTICA: PROTOCOLO DENTE DE LEÃO**

Henrique Guerra, Cristiane Rodrigues Caetano Tavolaro

e111

**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**

**PBIODERM: PLÁSTICO BIODEGRADÁVEL BIOATIVO FEITO À BASE DE EXTRATOS GLICÓLICOS E AMIDO DE MILHO (ZEA MAYS) COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA PARA CURATIVOS SINTÉTICOS**

Fernanda Noschang da Rocha Colcete, Victória da Silva Panozzo, Anelise Raddatz, Matheus Vicenzo Lehnen, Fernanda Kohlrausch

e50

**CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E DA TERRA**

**GLYPHOGAB: DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL ALTERNATIVO CAPAZ DE ADSORVER GLIFOSATO EM MEIO AQUOSO**

Vanessa Teixeira da Rosa, Flávia Santos Twardowski Pinto, Cláudius Jardel Soares

e89

**ENGENHARIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE DIFERENTES CATALISADORES NA SÍNTESE DE NANOTUBOS DE CARBONO VIA CVD**

Ana Giulia Gonçalves, Henrique Hoffmann Morschel, Maria Angélica Thiele Fracassi

e99

**PROJETO FRIDAY: CONSTRUÇÃO DE UMA PRÓTESE MICROCONTROLADA DE BAIXO CUSTO**

Gislaine de Almeida Maia, Thiago Costa Moreira, Fabiana da Silva Maia

**AERONAR: AEROGERADOR PARA ÁREAS URBANAS UTILIZANDO SUCATA DE AR-CONDICIONADO**

Victor de Andrade Gomes, Emerson Silva da Rocha, Vitor Leão Filardi

e68

**HYPERLOOP AURORA: O TRANSPORTE DO AMANHÃ, HOJE**

Gabriel Souza da Paz, Tiago Azevedo Braga, Suzane Rosa Ribeiro

e73

## NA CONTRAMÃO

EDITORIAL

**LEONARDO PEREIRA DOS SANTOS** 

*Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil,*

*leonardo@abric.org.br*

Há mais de um ano, diversas comunicações públicas têm sido iniciadas com palavras de solidariedade a todas as pessoas enlutadas em razão do novo coronavírus. Os impactos da pandemia de Covid-19 são incontáveis e nunca é excessivo lamentar a gravidade de tantas perdas. Somente no Brasil, são mais de 600 mil vidas subtraídas pelo conjunto de atores que nos dirigem a essa que é, certamente, uma das maiores crises de nossa história.

Crises dessa magnitude não são temas compreendidos com breves e simples análises. Contudo, nós - aqueles e aquelas que procuramos dar ouvidos ao conhecimento científico e à responsabilidade - sabemos que não enfrentamos apenas uma crise sanitária causada pelo SARS-CoV-2. O Brasil, assim como outros países do mundo, encontra-se em face a uma crise econômica, política, ética e informacional. Portanto, solidariedade, nesse contexto, consiste em, por exemplo, combater a fome, defender a democracia, respeitar as instituições e disseminar informação de qualidade.

Nos últimos meses, a sociedade parece ter se aproximado da ciência. Diversos setores, de forma rápida, colaboraram para a construção de uma narrativa que apresentasse a ciência como porta-voz das respostas sobre o vírus e, não obstante, como saída para a crise. É fato que o conhecimento tem, dentre outros, este papel: estudar soluções e desfazer amarras, libertando ideias e povos. Por essa e outras razões, até mesmo as pessoas que desconheciam o fazer científico passaram a ouvir, pensar e falar sobre ciência.

Desde as primeiras semanas da pandemia, é observada uma crescente presença de cientistas ligados aos estudos da saúde e da vida em espaços de debate



público, como jornais, programas televisivos e outros meios de comunicação. Por outro lado, estruturas criminosas de desinformação também se esforçam para dissimular o discurso científico: curas, tratamentos e métodos de prevenção sem qualquer comprovação se multiplicam em redes sociais e em conversas cotidianas. Ainda pior: essas falsas narrativas, de forma criminosa, angariam espaço em veículos institucionalizados de comunicação e ecoam em discursos de autoridades.

Essa complexa situação, cabe destacar, deflagra a crise ética que vivemos. A cada dia, intensifica-se um cenário de guerra. Não uma guerra entre a sociedade e a crise, mas uma guerra entre, de um lado, a ética, a saúde e o conhecimento científico, e, de outro, o negacionismo, a desinformação e a irresponsabilidade.

Não apenas a inobservância às recomendações científicas (como o uso de máscaras ou o distanciamento social) constroem esse contexto de ataques à ciência, mas também um conjunto de indicadores mostram que estamos diante de um projeto político de desmonte do conhecimento científico brasileiro. Em 2021, dispomos do menor orçamento destinado a Ciência e Tecnologia (C&T) das últimas duas décadas. Milhares de pesquisadores são atacados e perseguidos Brasil afora. Estamos atingindo os maiores índices da chamada 'fuga de cérebros' e decrescentes números de inscritos tanto no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) quanto em vestibulares. Isto é, enquanto cientistas são forçados a buscar outras nações para que possam trabalhar, as juventudes estão se afastando das universidades, que são nossos principais centros de produção de conhecimento científico.

Ao que tudo indica, desde 2016, o Brasil tem seguido na direção contrária à construção da sua soberania e, agora, consolida um projeto de destruição de sua capacidade produtiva e científica. Diante disso, o desespero, naturalmente, toma lugar entre nós que conhecemos a importância da Ciência e da Tecnologia para o desenvolvimento econômico e social do País. Desesperador é, sobretudo, perceber o esforço empenhado para distanciar a sociedade brasileira dessa pauta. Em tempos de insegurança alimentar e grave crise econômica, inviabiliza-se o reconhecimento coletivo de que o desmonte das estruturas de C&T não só o representa, mas se configura como um enorme passo de retrocesso para todos.

Em meio a essa reflexão, cabe (re)pensar nosso papel. O papel de quem acredita e tem se dedicado a caminhar na contramão. Nas universidades, em ONGs, partidos políticos, movimentos sociais, agremiações, escolas e diversos outros espaços, estamos nós, produzindo, divulgando, ensinando e aprendendo ciência. Na Associação Brasileira de Incentivo à Ciência (ABRIC), trabalha-se duro, todos os dias, para despertar a curiosidade e o interesse pela pesquisa científica e tecnológica.



O sétimo volume da Revista Scientia Prima é, para nós, um grandioso feixe de luz nesses tempos sombrios. O fascículo reúne 19 artigos científicos elaborados por jovens cientistas que representam o interesse de uma geração em produzir C&T. Contribuíram neste número autores de diferentes localidades e com distintas propostas. São diversificadas abordagens de pesquisa, desenvolvidas com o objetivo de compreender diferentes questões de relevância social e científica, visando soluções para problemas reais.

Muito além e mais importante do que disponibilizar novos dados e informações, os trabalhos aqui publicados extravasam o empenho em prol do conhecimento científico e impulsionam a transformação em direção a um mundo melhor. Reunir ideias de jovens interessados em entender o mundo e solucionar problemas e, acima de tudo, dispostos a aprender a fazer ciência é um ato de resistência, de exaltação do saber e de esperança em dias melhores.

Abrindo a seção de Ciências Sociais e Humanidades e mostrando a conexão desses jovens com as questões da atualidade, o artigo “Análise de postagens no Twitter por meio da plataforma vicinitas para identificar discursos xenófobos contra a comunidade chinesa em relação à Covid-19” estuda a xenofobia em espaços virtuais durante a pandemia.

O mundo digital também é investigado no artigo “Juventude e o consumo de/em plataformas digitais: reflexões sobre o acesso aos conteúdos”. O trabalho reflete acerca das principais plataformas digitais educativas consumidas pelos estudantes de uma escola técnica federal, com análise focada no conteúdo e na estrutura, bem como nas motivações de acesso das mesmas.

Os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, além de origem de parte significativa dos autores deste volume, são tema de pesquisa em dois artigos. O texto “Avaliação da trajetória profissional dos egressos do curso técnico em Edificações” investiga a situação profissional dos técnicos em Edificações com atenção ao contexto socioeconômico da região do Vale do Ribeirinha, em São Paulo.

A temática do *trabalho* é central no artigo “As concepções de trabalho no Instituto Federal do Paraná: uma análise dos Planos Pedagógicos de Cursos do Ensino Médio Integrado”, que investigou a heterogeneidade acerca desse conceito em 72 projetos pedagógicos do IFPR.

Ainda na área da Educação, a formação de professores e os desafios e percepções de docentes diante da produção identitária é tema do artigo “Gênero e sexualidade no espaço escolar: experiências das/os professoras/es nas escolas de Mato Grosso do Sul”. A abordagem da pesquisa foca em discutir as diferenças e as relações saber-poder no âmbito escolar,





contribuindo para a melhoria das condições de trabalho e formação suficientes no combate à discriminação e na garantia da liberdade.

No campo dos Estudos da Linguagem, a produção textual de vestibulandos é tema do trabalho “Operadores argumentativos em redações modelo ENEM: uma análise baseada em *corpora*”. No arcabouço teórico-metodológico da Linguística de *Corpus*, os autores analisaram textos produzidos por estudantes com foco nos operadores argumentativos, tendo apoio nos critérios do Exame Nacional do Ensino Médio.

Preocuparam-se com a linguagem também os autores do artigo “A percepção da comunicação com hóspedes estrangeiros: estudo de uma rede internacional de hotéis na Costa Verde Mar”. Voltado aos estudos de Turismo, o trabalho investiga como hotéis percebem a comunicação em língua estrangeira em situação de recepção.

Visando à preservação de parte da história e identidade da comunidade regional do Litoral Norte de Santa Catarina, o artigo “Turismo cultural no município de Bombinhas (SC): propostas para a valorização da renda de crivo” buscou identificar possíveis estratégias para essa renda. A proposta foca na transformação de tal tradição em um atrativo de turismo cultural para o município estudado.

Adentrando nas Ciências Exatas, abre a seção o trabalho “Desenvolvimento de micropartículas magnéticas associadas à quitosana reticulada para recuperação de íons  $Ni^{2+}$  de efluentes industriais”. A proposta consiste na implementação de um método eficiente e viável para a recuperação do níquel, com vistas a reduzir a degradação ambiental causada pela excessiva exploração desse metal, assim como os efeitos prejudiciais dessa prática à saúde humana.

Esse não é o único trabalho do volume que utiliza de tecnologia para a proteção da saúde. No artigo “Análise diagnóstica do sistema Zeer Pot para o aprimoramento da eficácia de evaporação”, os autores aperfeiçoam o Zeer Pot, sistema de refrigeração alimentar de baixo custo previamente conhecido, visando a uma melhora expressiva da qualidade nutricional de famílias carentes.

Ainda nesta linha, a preocupação com a degradação ambiental e a saúde humana motivou a pesquisa intitulada “Eficiência fotocatalítica de óxidos na degradação de P-nitrofenol quando expostos a diferentes comprimentos de onda do espectro visível”. Seus autores propuseram um método para expandir a disponibilidade de água tratada.

A privacidade é tema do artigo “Criptografia pós-quântica: protocolo dentado de leão”. O trabalho trata de um método criptográfico resistente aos novos métodos de decodificação que surgem com o desenvolvimento de tecnologias quânticas, aprimorando a segurança dos dados online.



Por fim, o artigo “TAAPETE: Tecnologia Assistiva Acessível para Pessoas com Tetraplegia” traz um outro ponto de vista sobre o desenvolvimento de novas tecnologias. O trabalho propõe desenvolver um dispositivo de baixo custo para viabilizar que indivíduos tetraplégicos consigam utilizar computadores por meio dos movimentos da cabeça.

Representando a seção de Ciências Biológicas e Saúde, o artigo “Pbioderm: plástico biodegradável bioativo feito à base de extratos glicólicos e amido de milho (*Zea mays*) como alternativa ecológica para curativos sintéticos” traz um exemplo de inovação e sustentabilidade. A proposta consiste na elaboração e avaliação dos custos de um bioplástico que se apresenta como uma alternativa viável ao uso de curativos sintéticos em pele pós-tatuada, cortes superficiais de pele, queimaduras leves e solares.

Na linha dos trabalhos preocupados com o meio ambiente, a seção de Ciências Agrárias, Ambientais e da Terra é representada pelo artigo “Glyphograb: desenvolvimento de material alternativo capaz de adsorver glifosato em meio aquoso”. O objetivo da proposta foi avaliar o uso de resíduos agroindustriais na adsorção de glifosato em meio aquoso. O trabalho visa a contribuir para melhorias para o ambiente e produzir materiais novos e alternativos para o tratamento de águas contaminadas com essa substância.

A nanotecnologia abre a seção de Engenharias, Tecnologia e Inovação. O “Estudo do comportamento de diferentes catalisadores na síntese de nanotubos de carbono via CVD” tem por objetivo estudar diferentes catalisadores na produção de nanotubos de carbono (NTCs). Os autores aplicaram a técnica CVD para avaliar sua viabilidade tendo como precursor de carbono o GNV. A proposta demonstrou ser uma alternativa promissora para a síntese dos NTCs em grande escala.

Ainda no campo da Engenharia, o “Projeto Friday: a construção de uma prótese microcontrolada de baixo custo” propõe o desenvolvimento de uma prótese de mão microcontrolada com baixo custo. A ferramenta visa a funcionar como um método de tecnologia assistiva para pessoas com deficiência, ou como um equipamento de proteção individual a fim de diminuir possíveis acidentes de trabalho.

A geração de energia a partir de resíduos é o objetivo do “AERONAR: Aerogerador para Áreas Urbanas Utilizando Sucata de Ar-Condicionado”. O artigo aborda a sustentabilidade através do desenvolvimento e aprimoramento de um aerogerador que aproveita o fluxo laminar de vento em edificações nas áreas urbanas.

O futuro do transporte é central para a proposta do artigo que fecha este volume. Os autores do trabalho “O Hyperloop Aurora: O transporte do amanhã, hoje” propõem uma visão futurista do transporte urbano.



Aurora, resultado desse trabalho, é um modelo de transporte que parte do conceito de Hyperloop, mas utiliza, para isso, técnicas de levitação e propulsão já consolidadas nos aerobarcos e túneis de vento. Pensado para as demandas futuras, caracteriza-se por ser rápido, autossustentável, elétrico e zero emissões.

A diversidade de propostas e abordagens é evidente entre os trabalhos apresentados. Cada um se situa em um campo de conhecimento distinto e contribui para diferentes áreas. Todos os artigos comungam, por outro lado, por resultar do esforço de jovens que estão aprendendo a pesquisar, mas, sobretudo, do imensurável empenho de professores que revolucionam seus contextos ao mediar o contato entre Ciência e Tecnologia e seus discentes. Dentre esses mestres, estão docentes de educação básica que ultrapassam barreiras ao construir pontes entre a escola e a pesquisa, e também pesquisadores universitários que deslocam seus esforços para escolas.

Qualquer revista científica necessita de diversos elementos para existir. É necessário financiamento, recursos humanos, editores, pareceristas, revisores, diagramadores e, principalmente, pesquisadores. Scientia Prima nasceu com o objetivo de ser a revista dos jovens cientistas brasileiros. Orgulhosamente, assinalamos que, com muito trabalho, empenho, solidariedade e cooperação, nós atingimos esse objetivo.

Cabe agradecer a cada uma das mais de 300 pessoas envolvidas neste volume. Todas essas pessoas são oriundas de grupos e instituições que se dedicam a manter viva a ciência brasileira. São pessoas preocupadas com o futuro do Brasil e com a construção de um mundo mais sustentável, saudável e justo.

É imperial ressaltar, ainda, que esta revista representa um cenário de esperança. A comunidade envolvida neste trabalho é apenas um recorte - poderoso, mas limitado - de um universo de brasileiros que se dedica à pesquisa científica. Em todos os cantos do Brasil, há educadores, cientistas, estudantes e instituições atuando na transformação de suas realidades e construindo novas possibilidades.

Sabemos que nossa realidade é desafiadora, complexa e árdua. Mas sabemos, precipuamente, da necessidade de transformá-la. Somos capazes disso. Lembremos a conhecida frase de Antonin Artaud:

***Ninguém alguma vez escreveu ou pintou,  
esculpiu, modelou, construiu ou inventou  
senão para sair do inferno.***

Na contramão do mencionado projeto de desmonte nacional - o qual ataca e desmoraliza criminosamente o conhecimento científico - estamos nós. Nós trabalhamos diariamente, com as mais diversas ferramentas,



nos mais distintos lugares, dos mais variados modos, para construir e fazer manutenção do que acreditamos: sem Ciência, não há saída.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, F. P.; DUQUE, T. Gênero e sexualidade no espaço escolar: experiências das/os professoras/es nas escolas de Mato Grosso do Sul. **Scientia Prima**, v. 7, e44, 2021.
- ARTAUD, A. Carta aos Médicos-chefes dos Manicômios. **Intensidadez**. 1925. Disponível em: <http://intensidadez.unblog.fr/2014/09/09/antonin-artaud-carta-aos-medicos-chefes-dos-manicomios-1925>. Acesso em 11 out. 2021.
- BUZATO, D.; MACHADO, E. V. J. C.; COSTA, P. T.; SILVA, S. ÉRICA C. Operadores argumentativos em redações modelo ENEM: uma análise baseada em corpus. **Scientia Prima**, v. 7, e97, 2021.
- CAMPOS, J. L.; DAIKUBARA, L. T. .; BATISTA, R. C.; BATISTA, E. F. Avaliação da trajetória profissional dos egressos do curso técnico em Edificações de uma instituição de ensino federal. **Scientia Prima**, v. 7, e107, 2021.
- CASTRO, M. L. R. DE .; SILVA, A. M. A. DA; FREITAS, P. O.; ROCHA, S. L. A. Juventude e o consumo de/em plataformas digitais: reflexões sobre o acesso aos conteúdos. **Scientia Prima**, v. 7, e92, 2021.
- COLCETE, F. N. R.; PANOZZO, V. S.; RADDATZ, A.; LEHNEN, M. V.; KOHLRAUSCH, F. Pbioderm: plástico biodegradável bioativo feito à base de extratos glicólicos e amido de milho (*Zea mays*) como alternativa ecológica para curativos sintéticos. **Scientia Prima**, v. 7, e50, 2021.
- DABBAH, F.; ZAMARION, V. M. Eficiência fotocatalítica de óxidos na degradação de P-nitrofenol. **Scientia Prima**, v. 7, e42, 2021.
- DANTAS, A. DE M.; FERNANDES, E. O.; ALVES, V. O. Análise de postagens no Twitter por meio da plataforma Vicinitas para identificar discursos xenófobos contra a comunidade chinesa em relação à Covid-19. **Scientia Prima**, v. 7, e83, 2021.
- GOMES, V. A.; ROCRA, E. S.; FILARDI, V. R. Aeronar: aerogerador para áreas urbanas utilizando sucata de ar-condicionado. **Scientia Prima**, v. 7, e68, 2021.
- GONÇALVES, A. G.; MORSCHER, H. H.; FRACASSI, M. A. T. Estudo do comportamento de diferentes catalisadores na síntese de nanotubos de carbono via CVD. **Scientia Prima**, v. 7, e99, 2021.
- GUERRA, H.; TAVOLARO, C. R. C. Criptografia pós-quântica: protocolo dente de leão. **Scientia Prima**, v. 7, e111, 2021.



- KRAUSE, P. K.; MARTINS, W. S. Análise diagnóstica do sistema *Zeer Pot* para o aprimoramento da eficácia de evaporação. **Scientia Prima**, v. 7, e90, 2021.
- MAIA, G. A.; MOREIRA, T. C.; MAIA, F. S. Projeto Friday: construção de uma prótese microcontrolada de baixo custo. **Scientia Prima**, v. 7, e39, 2021.
- MONTEIRO, A. C. G.; FRANZOI, A. B. A percepção da comunicação com hóspedes estrangeiros: estudo de uma rede internacional de hotéis na Costa Verde Mar. **Scientia Prima**, v. 7, e78, 2021.
- NASCIMENTO, I. F.; SANTOS, I. F.; CAETANO, M. V.; SOUSA, V. C.; ENGELMANN, K. Desenvolvimento de micropartículas magnéticas associadas à quitosana reticulada para recuperação de íons Ni<sup>2+</sup> de efluentes industriais. **Scientia Prima**, v. 7, e43, 2021.
- PAZ, G. S.; BRAGA, T. A. RIBEIRO, S. R. Hyperloop Aurora: o transporte do amanhã, hoje. **Scientia Prima**, v. 7, e73, 2021.
- ROSA, V. T.; PINTO, F. S. T.; SOARES, C. J. Glyphograb: desenvolvimento de material alternativo capaz de adsorver glifosato em meio aquoso. **Scientia Prima**, v. 7, e89, 2021.
- TEXCA, C. R.; BARAUSSE, E. E.; WIEDEMANN, S. C. As concepções de trabalho no Instituto Federal do Paraná: uma análise dos Planos Pedagógicos de Cursos de Ensino Médio Integrado. **Scientia Prima**, v. 7, e72, 2021.
- VARELA, G. M. C.; GRANJA, S. F.; SERPA, I. C. Turismo cultural no município de Bombinhas (SC): propostas para a valorização da renda de crivo. **Scientia Prima**, v. 7, e79, 2021.
- VASQUES, A. S. C.; SABRY, G. A.; TEIXEIRA, L. S. TAAPETE: tecnologia assistiva acessível para pessoas com tetraplegia. **Scientia Prima**, v. 7, e33, 2021.

#### LEONARDO PEREIRA DOS SANTOS

Editor-chefe da Revista *Scientia Prima*. É graduando em Letras com habilitação dupla em português e linguística na Universidade de São Paulo e técnico em Informática pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul. É membro do GASPLN - Grupo de Análise de Sentimento e Processamento de Linguagem Natural. Dedicar-se à editoração científica e à linguística.

**Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

## ANÁLISE DE POSTAGENS NO TWITTER POR MEIO DA PLATAFORMA VICINITAS PARA IDENTIFICAR DISCURSOS XENÓFOBOS CONTRA A COMUNIDADE CHINESA EM RELAÇÃO À COVID-19

**ARTHUR DE MOURA DANTAS** 

*Colégio Magno, São Paulo, SP, Brasil, 04618-003,  
arthur.dantas.ismart@gmail.com*

**EDUARDO ORSOLINI FERNANDES** 

*See-Saw Panamby Bilingual School, São Paulo, SP, Brasil, 05685-010,  
orsolinifernandes@gmail.com*

**VANIA DE OLIVEIRA ALVES** 

*Escola Nossa Senhora Rainha dos Anjos, Petrolina, PE, Brasil,  
56310-130, vaniaoalves@gmail.com*

### RESUMO

Discursos de ódio voltados contra a comunidade chinesa se tornaram mais comuns desde o surto viral do Sars-CoV-2, especialmente nas redes sociais. Assim, este trabalho estudou discursos de ódio contra chineses manifestados no Twitter. Para isso, foram analisados discursos publicados nessa plataforma durante o mês de julho de 2020. A metodologia utilizada foi constituída de análises quantitativas realizadas com base na escala da discriminação e na escala de micro-racismo, ambas fundamentadas na literatura. Como resultado, obteve-se 38 casos odiosos perpetrados em português. Concluiu-se que as manifestações de ódio não estão limitadas à sua razão inicial, mas expressam diversos preconceitos e estereótipos já existentes, e que não há diferenciação entre a comunidade residente no Brasil ou em outros locais.

**Palavras-chave:** Discurso de ódio. Xenofobia. Chineses. Mídias Sociais. Twitter.



## **ANALYSIS OF POSTS ON TWITTER THROUGH THE VICINITAS PLATFORM TO IDENTIFY XENOPHOBIC SPEECHES AGAINST THE CHINESE COMMUNITY IN RELATION TO COVID-19**

### **ABSTRACT**

Hate speech uttered against the Chinese community has become more frequent since the viral outbreak of Sars-CoV-2, particularly in social media. So, this work studied hate speech against Chinese people manifested on Twitter throughout July 2020. The methodology used was constituted by quantitative analysis based on the discrimination scale and the microracism scale, both of them present in the literature. As a result, 38 hate cases occurred in the Portuguese language. It was concluded that the hate expressions are not limited to their initial reason, but express various prejudices and stereotypes already existent. And there were no differences between the hate aimed against the Chinese community in Brazil or other places.

**Keywords:** Hate Speech. Xenophobia. Chinese people. Social Media. Twitter.

### **INTRODUÇÃO**

É inegável que a covid-19, doença causada pelo agente patológico Sars-CoV-2, resultou em distintas dificuldades em diversos países do globo, dentre as quais a superlotação de sistemas de saúde e o aumento na taxa de desemprego. No entanto, os problemas extrapolam a infraestrutura dos países e atingem a esfera social, desencadeando um “tsunami” de ódio e xenofobia. Para enfrentar essa situação, esforços são necessários em um âmbito global, como afirmou Antônio Guterres, Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas (OMS), em maio de 2020 (G1, 2020; ONU, 2020).

O discurso de ódio é usualmente definido como todo o dizer que tende a intimidar ou assediar pessoas por sua raça, cor, etnia, nacionalidade, sexo ou religião, ou seja, pode ser definido como todo discurso capaz de instigar violência, ódio ou discriminação contra tais pessoas (BRUGGER, 2010). A xenofobia, uma das distintas categorias de discurso de ódio existente, é etimologicamente entendida como antipatia por pessoas ou por elementos estrangeiros, ambos considerados portadores de uma cultura diferente, com o potencial de ameaçar a integridade da vítima (MICHAELIS, 2020).

Portanto, são consideradas falas xenófobas aquelas que visam à discriminação de estrangeiros, que são vistos como portadores de uma cultura diferente, podendo ameaçar a integridade da nação do falante (AMARAL,



2016). Ao redor do mundo, distintas manifestações xenófobas vêm sendo perpetuadas em redes sociais, como o Twitter, rede na qual o sentimento antichinês cresceu desde o surto viral, perpetuando o estereótipo de que chineses são sujos e causadores da doença (JOUBIN, 2020).

No Brasil, o uso da rede é muito significativo. Segundo o Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (CETIC, 2019), 74% da população com 10 anos ou mais já utiliza a internet e cerca de 76% dos usuários usam as redes sociais para se comunicar. Portanto, ofensas realizadas em domínios brasileiros possuem grande abrangência em razão do grande número de internautas presentes no meio virtual. Desse modo, denota-se o papel das mídias sociais como veículos para a comunicação de mensagens ofensivas, que devem ser enfrentadas coletivamente para a manutenção da coesão social (ONU, 2020).

Dentre as diversas redes sociais utilizadas no Brasil, o *Twitter* foi escolhido para análise neste projeto em razão de sua atual preocupação em relação às ofensas virtuais, às políticas já estabelecidas a respeito da temática e às diversas publicações feitas sobre o tema (TWITTER, 2020). Segundo Moreira e Romão (2015), ela é uma ferramenta de *microblogging* que permite a troca de rápidas e curtas mensagens (conhecidas também por *tweets*) de até 280 caracteres, o que possibilita uma comunicação dinâmica e expressiva entre seus usuários.

Assim, essa pesquisa se dedicou a uma análise de publicações realizadas no *Twitter*, a partir da definição apresentada de discursos de ódio e da bibliografia relacionada ao tema. O recorte temporal definido para a coleta de dados foi contemplado entre 10/06/2020 até 30/06/2020, porque junho foi o mês escolhido pelas autoridades de saúde como marco na tentativa de controlar a pandemia (EXAME, 2020).

As problemáticas adotadas na pesquisa foram: 1) as ofensas realizadas contra a comunidade chinesa também são voltadas à comunidade sino-americana? 2) as ofensas realizadas contra a comunidade chinesa em relação à covid-19 se vinculam com as práticas culturais de tais grupos? 3) de que modo as ofensas realizadas contra a comunidade chinesa em relação à covid-19 se relacionam com estereótipos já estabelecidos no imaginário brasileiro? Nesse sentido, este artigo apresenta os seguintes tópicos: a fundamentação teórica (item 2) voltada a explicitar a bibliografia consultada, a metodologia (item 3), a apresentação dos resultados (item 4) e as considerações finais (item 5).

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### O DISCURSO DE ÓDIO COMO PRÁTICA A SER COMBATIDA





Os discursos de ódio nas mídias sociais são pautas cruciais no meio digital, sendo repudiados e condenados por distintas plataformas, dentre elas, o *Twitter*. Em sua página Políticas e Diretrizes, a perspectiva assumida pela empresa em relação ao tema é explicitada na categoria nomeada Conduta de propagação:

Não é permitido promover violência, atacar diretamente ou ameaçar outras pessoas com base em raça, etnia, nacionalidade, orientação sexual, sexo, identidade de gênero, religião, idade, deficiência ou doença grave. Também não permitimos contas cuja finalidade principal seja incitar lesões a outros com base nessas categorias (TWITTER, Inc., 2020).

Desse modo, é visível que o combate a manifestações odiosas é essencial para a manutenção das boas relações no espaço cibernético. Segundo Santos (2014), as motivações do ódio são complexas e distintas e investigar suas manifestações nos ambientes virtuais pode fornecer pistas bastante concretas acerca dos valores, identidades e práticas que lhes dão origem.

O discurso de ódio, por definição, tem como alvo um grupo étnico, cultural, religioso ou ideológico. Logo, em períodos de dificuldades, como o ocasionado pela covid-19, o ódio mostra sua face mais forte sempre que há alguma ameaça ou problema cuja solução se apresenta difícil para uma pessoa ou grupo (STEFFEN, 2008). Contudo, o ódio contra chineses não é pauta nova no imaginário brasileiro, visto que é tema constantemente estudado pela academia (MARROCOS, 2017). Portanto, visando ao combate efetivo às manifestações odiosas, é necessária a superação da ignorância acerca do assunto, como afirma Silva et al. (2011, p. 463):

O branco necessita conhecer a cultura do negro. O árabe deve tentar compreender os costumes do judeu. Em sua diversidade, o homem precisa entender que não há hierarquias. Cada indivíduo, em suas peculiaridades, em sua pertença a determinado grupo, possui tanto valor quanto outro indivíduo oriundo de diferentes contingências.

Compreendem-se, então, a atualidade e importância dos discursos de ódio, sendo necessária a investigação criteriosa sobre seus impactos tanto no meio físico quanto no virtual. Pois, somente através de seu entendimento, uma sociedade igualitária pode ser possível.

#### O MICRORRACISMO

Para além do discurso de ódio, a sociedade atual enfrenta uma variante



mais tênue das ofensas raciais. O microrracismo pode ser descrito como “insultos sutis (verbais, não verbais e/ou visuais) dirigidos contra minorias raciais, frequentemente de modo automático ou inconsciente” (SOLORZANO et al. 2000, p. 60).

Os agentes veiculadores dessas ofensas acreditam que o racismo é socialmente inaceitável, porém ainda apresentam vieses raciais e participam em comportamentos motivados por preconceito inconsciente e sutil (TORRES-HARDING, ANDRADE, DIAZ, 2012). Esse comportamento está presente em todas as camadas da sociedade, inclusive nas redes sociais.

Percebe-se, contudo, a existência de correntes de pensamento que negligenciam a necessidade do estudo sobre o microrracismo por conta do grau de sutileza necessária para a identificação desses fenômenos (TORRES-HARDING, ANDRADE, DIAZ, 2012). Caso aceita, essa visão torna inexistente a necessidade de educar outros indivíduos sobre o microrracismo e, conseqüentemente, a prevenção da discriminação diária (WONG et al., 2014). Dessa forma, pesquisas empíricas que buscam denotar a existência dessas atitudes são fundamentais para a manutenção do bem-estar de cada um, assim como essenciais para compreensão da importância em entender as realidades raciais vividas por cada grupo étnico.

Para além dos fins teóricos, compreende-se a necessidade da identificação do microrracismo nos programas governamentais (SEARS; HENRY, 2003). Pois, atitudes governamentais dirigidas com vieses tornam legítimas práticas odiosas ao nível individual, logo devem ser também compreendidas e combatidas.

#### A ESCALA DA DISCRIMINAÇÃO

A escala elaborada por Gee et al. (2009) aponta as variações que o racismo pode apresentar nas expressões discursivas. Dividem-se as manifestações entre “facilmente observáveis” e “dificilmente observáveis”. Dentre os tipos facilmente observáveis, estão contidos os discursos ofensivos, o tratamento inadequado e os crimes de ódio, isto é, crimes motivados pela etnia, cultura, ideologia ou nacionalidade da vítima. Dentre os tipos dificilmente observáveis, encontram-se atitudes implícitas e políticas estruturais que incentivam a segregação, ideologia racial ou políticas institucionais. Uma representação esquemática das manifestações de ódio, segundo Gee et al. (2009, p. 131), é apresentada na Figura 1.



figura 1. O 'iceberg' da discriminação.

Fonte: Gee et al. (2009, p. 131), tradução própria.

Nesta pesquisa, foram considerados discursos facilmente observáveis, aqueles que ofendiam ou incitavam a violência contra algum grupo em razão de suas características étnico-culturais. Do mesmo modo, casos que incitavam atitudes institucionais de segregação ou de discriminação e também ações implícitas que necessitam da capacidade interpretativa do leitor foram consideradas dizeres dificilmente observáveis.

Cumprir notar que os discursos de fácil observação são todos de grau individual, ou seja, são aqueles que só afetam um único indivíduo apesar de serem baseadas em noções coletivas. Já os casos de difícil observação podem ter como alvo tanto um indivíduo como seu coletivo. Ofensas simbólicas podem fomentar estereótipos e crenças coletivas em relação a um grupo. Enquanto ofensas de ordem estrutural possuem alvos coletivos, porém podem ser enraizadas em crenças subjetivas presentes no agente (e.g. um político que, em razão de suas crenças pessoais, aprova um projeto com teor preconceituoso).

Dessa maneira, percebe-se que as ações com consequências mais profundas são aquelas que estão presentes na base do 'iceberg', pois influenciam um grupo social na totalidade. Mecanismos como a saúde pública podem ser usados com viés preconceituoso. Por exemplo, no início do século XX, nos Estados Unidos da América, políticas impostas na cidade de São Francisco instituíram uma quarentena destinada exclusivamente aos imigrantes chineses presentes na região, pois havia uma crença vigente na época que preconizava os chineses como "germes da morte para outra raça melhor" (GEE; RO, 2009). Portanto, compreendeu-se que a representação da discriminação na forma de um 'iceberg' ilustra eficientemente uma categorização macroscópica dos casos de discriminação.



## A ESCALA DO MICRORRACISMO

Considerando o preconceito contemporâneo como manifestado indiretamente, isto é, visando a manter uma boa imagem aos olhos dos demais, Inoue (2017) utiliza da definição de Sue et al. (2007) para trabalhar as manifestações antiasiáticas realizadas no Brasil. Segundo Sue et al. (2007, p. 274), os microassaltos, formas explícitas de agressão racial, podem ser verbais ou não, portanto, são similares ao racismo comum. Abaixo dessa categoria, encontram-se os microinsultos, que são muitas vezes sutis, mas se caracterizam pela insensibilidade ou menosprezo do outro. Em último grau, as microinvalidações, que são ofensas que buscam anular ou negar a realidade cultural de outros indivíduos.

Além da distinção mediada pela intensidade da ofensa, as microagressões podem ser distinguidas com base temática. Percebendo nove classes principais, Sue (2007) os define da seguinte maneira: alienígena na própria terra (*Alien in Own Land*), atribuição de inteligência (*The Ascription of Intelligence*), cegueira da cor (*Color Blindness*), atribuição de status criminal (*Assumption of Criminal Status*), negação do racismo individual (*Denial of Individual Racism*), mito da meritocracia (*The Myth of Meritocracy*), patologizar valores culturais (*Pathologizing Cultural Values*) e cidadania de segunda classe (*Second-Class Citizen*).

Uma breve exemplificação de cada tema está indicada no Quadro 1.

Classe	Exemplo	Significado
Alienígena na própria terra	"De onde você é?"	Você não é daqui.
Atribuição de inteligência	"Você é um exemplo para sua raça."	Pessoas de outras etnias geralmente não são tão inteligentes como as pessoas brancas.
Cegueira da cor	"Só há uma raça, a raça humana."	Negação do indivíduo como um ser cultural.
Atribuição de status criminal	Um dono de loja seguindo um indivíduo negro dentro de sua loja.	Você vai roubar algo.
Negação do racismo individual	"Eu não sou racista, tenho vários amigos negros."	Sou imune ao racismo, pois tenho amigos negros.



Classe	Exemplo	Significado
Mito da meritocracia	"Todo mundo pode ter sucesso por meio do esforço."	Pessoas de outras etnias são preguiçosas e precisam se esforçar mais.
Patologizando valores culturais	Perguntar a um negro: "Por que você é tão animado?"	Assimilação à cultura dominante.
Cidadania de segunda classe	Um atendente ignorar um cliente negro e privilegiar um cliente branco.	Pessoas brancas são mais valorizadas do que pessoas de outras etnias.
Microagressões ambientais	Meios de comunicação com pessoas brancas, sem representação de demais etnias.	Pessoas de outras etnias não existem.

quadro 1. Classes das microagressões.

Fonte: Adaptado de Sue et al. (2007, p. 282–283), tradução própria.

Considerando a temática da presente pesquisa, o caso esperado para ser encontrado com maior frequência é a atribuição de *status* criminal, pois a condição de ser chinês está intimamente ligada à noção de responsabilidade pelo surgimento do Sars-CoV-2. Portanto, tais manifestações são tentativas de criminalização da “etnia chinesa” como culpada pelo surgimento do vírus.

## METODOLOGIA

A pesquisa possui abordagem qualitativa e natureza básica, visto que visou gerar novos conhecimentos sobre o preconceito antichinês manifestado no meio cibernético. Como objetivo, essa pesquisa denota ordem exploratória, pois obteve maior entendimento sobre a temática abordada (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

O *Twitter* foi adotado como plataforma de análise em razão de sua política já estabelecida de combate aos discursos de ódio e, também, em razão da existência de uma corrente de publicações relacionadas ao ódio contra a comunidade chinesa devido à pandemia (TWITTER, 2020).

A respeito dos processos analisados, utilizou-se a plataforma de *crawling*, *Vicinitas*, uma API (*Application Programming Interface*) criada por usuários do próprio *Twitter*, para a coleta de dados do site. O procedimento foi realizado buscando publicações com a *hashtag* “víruschines”, entre os dias 10/06/2020 e 30/06/2020, visando gerar um número conciso de publicações. Nota-se que a coleta foi realizada em junho, pois esse foi o mês



previsto pelas autoridades de saúde como marco para tentar controlar o número de casos da doença no Brasil (EXAME, 2020).

Para a análise das publicações coletadas, inicialmente foram tabeladas todas as publicações, sem tratamento prévio, conforme as categorias geradas automaticamente pela plataforma de coleta utilizada: *Tweet Id*, *TextName*, *Screen Name*, *UTC*, *Created At*, *Favorites*, *Retweets*, *Language*, *Client*, *Tweet Type*, *URLs*, *Hashtags*, *Mentions*, *Media Type* e *Media URLs*, dentre as quais foram consideradas úteis para o propósito da pesquisa somente *Tweet Id*, *TextName*, *Language* and *Tweet Type*. Então, foram realizados os seguintes filtros: na categoria *Language*, foram selecionadas apenas as publicações que apresentassem a marca referente à “pt”, relacionada à língua portuguesa; na categoria *Type*, foram selecionados apenas as publicações *Tweet* e *Reply*, excluindo então *Retweet*, visto que se trata de um mecanismo de compartilhamento de dizeres já existentes e não de produção de novas manifestações.

A partir daí, utilizou-se uma plataforma gratuita de contagem de termos, nomeada Contador de Palavras e Processador Linguístico de Corpus, elaborada pela empresa Insite Soluções Internet. Todo o material presente na categoria *Text* foi submetido à plataforma de numeração de termos, identificando então as terminologias mais presentes nas publicações. A partir da lista gerada, buscou-se, então, encontrar todos os termos que apresentassem alguma terminologia de mesma raiz etimológica que a palavra “chinês”, excetuando o termo “víruschines”, que esteve presente em todas as publicações como consequência do método de *crawling* utilizado.

Então, foram selecionados aqueles discursos que remetesse aos chineses como grupo ou etnia, filtrando nomenclaturas relacionadas ao país. Enfim, foi aplicada a categorização proposta por Gee et al. (2009, p. 131), dividindo os casos conforme a facilidade de observação necessária para a percepção do caráter odioso. Posteriormente, foi aplicado a caracterização dos discursos segundo as variedades de microrracismo propostas por Sue et al. (2007, p. 274).

Simultaneamente, as ofensas foram divididas em três tipos para fins de classificação temática, as classes foram: ofensas em relação à cultura chinesa, ofensas com incitação à segregação e ofensas gerais.

Foram enquadrados como ofensas culturais aquelas que se referem não somente aos chineses como grupo, mas também a algum aspecto de sua cultura. Os casos enquadrados como incitação à segregação remetiam a publicações que, não somente manifestavam ódio aos chineses, mas também citavam a necessidade de separação entre o falante e o grupo em questão. Por fim, foram enquadrados como ofensas gerais os casos nos quais os falantes manifestavam ódio aos chineses sem ofender



explicitamente nenhum traço cultural.

## RESULTADOS

### COLETA DE DADOS E APLICAÇÃO DE FILTROS

Por meio da coleta de dados com a plataforma *Vicinitas*, foram encontradas 14.337 publicações. Em primeiro lugar, os dados foram filtrados, iniciando pela categoria *Language*, que resultou em um total de 12.515 casos em língua portuguesa e 1.822 pertencentes a outros idiomas. Em segundo lugar, foi realizada a filtragem por categoria de publicação, resultando em 7.048 *retweets*, 2.325 *tweets* e 3.142 *replies*. Desse modo, resultaram 5.467 *tweets* e *replies* para serem analisados. Por conseguinte, foi realizada a busca dos termos frequentes na coletânea de publicações por meio da plataforma Contador de Palavras e Processador Linguístico de Corpus, obtendo-se uma lista de todos os termos presentes e o número de suas aparições.

A partir do tratamento realizado, foram compilados todos os termos que apresentaram semelhanças com o termo “chinês”, obtendo-se ao final 199 publicações com os seguintes termos: “chinesa”, “chinesas”, “chines”, “pestechinesa”, chinesas”, “chinapovomaldito”, “chinesada”, “chinesa??” e “chinesinhos”.

### CATEGORIZAÇÃO

Após a obtenção de todos os 199 casos, iniciou-se a leitura de cada um deles para identificar o conteúdo presente em suas mensagens. Dentre essas ocorrências, 38 publicações apresentaram material odioso e 161 não. Os casos estão ilustrados no Gráfico 1, tendo como critério a data de publicação.

Casos totais e casos odiosos

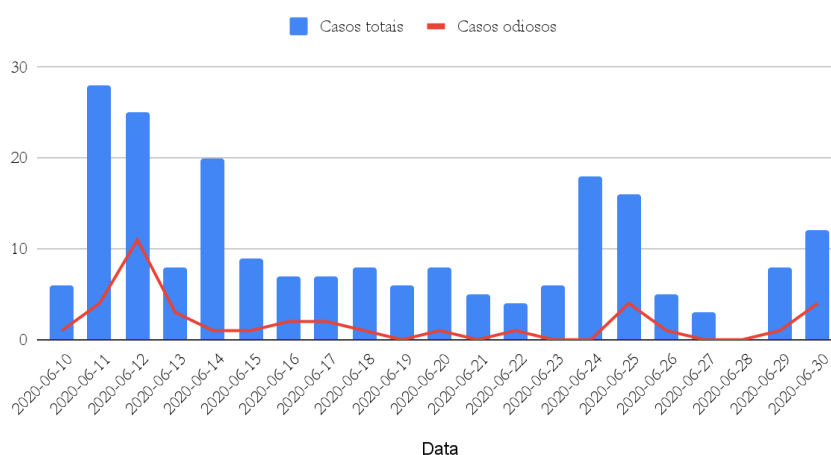


gráfico 1. Casos de discursos de ódio dispostos cronologicamente.



A partir dos casos contendo discurso de ódio, aplicou-se a categorização de acordo com Gee et al. (2009), como foi demonstrado no item 2.2. Conclui-se que 28 casos estavam no espectro de ofensas facilmente observáveis, enquanto 10 estavam no campo de ofensas dificilmente observáveis. A disposição dos casos categorizados está disposta na Tabela 1.

<b>Termos</b>	<b>Facilmente observáveis</b>	<b>Dificilmente observáveis</b>	<b>Total de casos</b>
Chineses	9	2	11
Chineses e Chinesas	0	0	0
Chinesa	8	1	9
Chinesa e Chinesas	0	2	2
Chinesa e Pestechinesa	1	0	1
Chinês e Pestechinesa	1	0	1
Chinesas	1	3	4
Pestechinesa	1	0	1
Pestechinesa e XingLing	1	0	1
Chinês	0	0	0
Chinapovomaldito	1	0	1
Chinesinhos	0	1	1
Chinesada	0	1	1
XingLing	5	0	5
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>38</b>

tabela 1. Casos de discursos de ódio encontrados por termo.

Cumprir notar que, dentre os casos de ofensa facilmente observável, 14 eram *tweets* e 14 eram do tipo *reply*, enquanto nos casos de ofensa dificilmente observável, 5 eram *tweets* e 5 eram do tipo *reply*.

#### 4.2.1 Casos facilmente observáveis

Dos casos facilmente observáveis, foram encontradas 13 ofensas gerais que manifestavam ódio em expressões como: “praga chinesa”, “peste chinesa”, “fdp”, “terrorista”, “canalhas”, “cobaias”, “porras”, “assassinos”, “desgraçados”, “genocidas”, “povo maldito”; totalizando 12 discursos do





tipo microassaltos e 1 discurso do tipo microinvalidação, segundo a classificação de Sue et al. (2007).

Foram encontradas 9 manifestações de ofensa cultural, relacionadas à fisionomia (olhos e cor), aos hábitos alimentares e ao preconceito linguístico (“Xing Ling”), constando 8 casos de microassalto e 1 caso de microinvalidação.

Dos casos de incitação à segregação, foram encontrados 6 casos que abordaram termos como: “carnica” (entendida como erro de digitação para o termo “carne”), “desgraças” e “pestechinesa”, além de imperativos que incentivam segregação, tais como “Tirem a china do Brasil!”, “Aqui queremos distância de tudo da merda da China.”, “vc já deveria ter sido expulso do nosso país” (trecho publicado originalmente em caixa alta), “O presidente tem q colocar esses chineses p/fora do Brasil e cortar relações!”, “@embaixadachina fora do Brasil “ (trecho publicado originalmente em caixa alta), “vão embora do Brasil carnica....”, totalizando 5 discursos do tipo microassaltos e 1 do tipo microinvalidação. O cenário evidenciado por essa pesquisa é resumido no Quadro 2.

quadro 2. Casos Facilmente Observáveis.

<b>Categorias</b>	<b>Ofensas Gerais</b>	<b>Ofensas Culturais</b>	<b>Incitação à Segregação</b>
<b>Microassalto</b>	12	8	5
<b>Microinsulto</b>	0	0	0
<b>Microinvalidação</b>	1	1	1

#### 4.2.2 Casos dificilmente observáveis

Dos casos dificilmente observáveis, 2 casos foram classificados como ofensas culturais. Ambos tratavam de microinvalidações, por exemplo, a referência a “pastel de flango” (ofensa de cunho linguístico).

Também foram encontrados 8 casos classificados como ofensas gerais. Os termos abordados foram relacionados a “lojas chinesas” presentes em território brasileiro, associando as mesmas com as temáticas: “invasão” e “terrorismo”. Houve também a presença dos termos: “chinesinhos”, “chinesada”, sendo que 2 casos se relacionam a microinvalidações e 6 a microinsultos, como apresentado no Quadro 3.

quadro 3. Casos Dificilmente Observáveis.

<b>Categorias</b>	<b>Ofensas Gerais</b>	<b>Ofensas Culturais</b>	<b>Incitação à Segregação</b>
<b>Microassalto</b>	0	0	0
<b>Microinsulto</b>	6	0	0
<b>Microinvalidação</b>	2	2	0



A partir do exposto, verificou-se que as ofensas caracterizadas como ofensas gerais foram maioria. No entanto, tanto os imperativos de segregação quanto ofensas de ordem cultural compõem fatia significativa no universo total de publicações. Denota-se, portanto, o caráter múltiplo das manifestações odiosas no meio virtual, que não somente expressam a repulsa do enunciador, mas também atingem de distintos modos o grupo-alvo.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Tendo em vista os argumentos expostos, é possível afirmar que as manifestações de ódio contra a comunidade chinesa no meio digital não são consequência estrita do sentimento gerado em razão da covid-19, dado que outros elementos foram frequentemente citados, tais como características linguísticas, sociais e culturais. Notou-se, também, que a diferenciação entre comunidades chinesas no Brasil e de outros locais é tênue, visto que distintas agressões foram perpetradas contra estabelecimentos situados em território brasileiro sobre a mesma alcunha de ofensas voltadas para localidades no meio internacional. Essas agressões unificam, então, grupos com realidades distintas, ignorando a vivência particular de cada uma dessas comunidades.

Também, identificou-se que o ódio foi manifestado de modo explícito, elemento provavelmente decorrente do anonimato fornecido pelo meio virtual, que contradiz a literatura no que se refere ao preconceito manifestado em meio físico, que é predominantemente dificilmente observável. Desse modo, notou-se constante, na categorização utilizada, a ausência de imperativos de segregação nas ofensas indiretas, bem como a ausência de microinsultos em ofensas facilmente observáveis.

Além disso, distintos estereótipos socioculturais compuseram a pauta das manifestações de ódio perpetradas, como apontava a literatura no âmbito internacional. Nesses discursos, não existiu diferenciação entre as comunidades residentes no Brasil ou na China, de modo a colocar todos sobre as mesmas nomenclaturas.

Então, as incitações de ódio no nível estrutural não indicaram somente a vontade dos falantes em excluir institucionalmente os chineses de seus países, mas também indicaram uma vontade de exclusão ao nível global. Logo, notou-se o desejo contido nas publicações de negligenciar completamente os direitos e realidades vividas pela comunidade chinesa. Essa cadeia de consequências baseadas no preconceito estrutural já estava prevista na representação do *'iceberg'* da discriminação, assim como na literatura sobre a temática.

Entendeu-se o papel do microrracismo nas publicações presentes em



mídias sociais. Apesar dos filtros utilizados, as manifestações odiosas encontradas não se limitaram a microassaltos, que, conforme a teoria do microrracismo, são as formas mais explícitas de ofensas preconceituosas, haja vista que microinvalidações e microinsultos estiveram presentes no corpus analisado. Percebeu-se que o campo temático das ofensas realizadas foram, predominantemente, atribuições de status criminal aos alvos do discurso, como fora especulado durante a pesquisa bibliográfica.

Assim, a pesquisa permitiu observar os impactos sociais gerados em relação à covid-19 no âmbito cibernético. Espera-se que este projeto atue como material de referência para pesquisas futuras que busquem analisar o mesmo fenômeno, porém, a partir de uma perspectiva mais abrangente, de modo a observar se os padrões encontrados no âmbito brasileiro se manifestam também em âmbito mundial. Foi possível concluir que as manifestações de ódio, inicialmente motivadas pelo surgimento do Sars-CoV-2 em território chinês, tomaram caráter amplo e diverso, que não se limita somente à questão da disseminação do vírus, mas está vinculada a uma série de outros preconceitos já estabelecidos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, Rodrigo. Violência cultural: xenofobia, terrorismo e o advento da intolerância nas relações transnacionais. In: **II SEMANARI (UFABC/UNIFESP)**. 2016, São Paulo. Disponível em: <<https://semanari.wordpress.com/2016/03/16/publicacao-dos-anais-da-semana-de-ri/>>. Acesso em: 30 Jul. 2020.
- BRUGGER, Winfried. Proibição ou Proteção do Discurso do Ódio? Algumas Observações sobre o Direito Alemão e o Americano. **Revista Direito Público**, Brasília, v. 4, n. 15, fev., 2010. Disponível em: <<https://www.portaldeperiodicos.idp.edu.br/direitopublico/article/view/1418/884>>. Acesso em: 23 Jul. 2020.
- Três em cada quatro brasileiros já utilizam a Internet, aponta pesquisa TIC Domicílios 2019**. CETIC, 2020. Disponível em: <<https://cetic.br/pt/noticia/tres-em-cada-quatro-brasileiros-ja-utilizam-a-internet-aponta-pesquisa-tic-domicilios-2019/>>. Acesso em: 22 Jul. 2020.
- SANTOS, Marcelo. Os Haters políticos: monitoramento e mapeamento dos hubs de oposição e do discurso do ódio no Facebook. In: **Congresso brasileiro de ciências da comunicação**., XXXVII, Rio de Janeiro, 2014.



- CORREIA, Beatriz. **No Brasil, 97% da pandemia de covid-19 pode terminar em junho, diz estudo**. Exame, 2020. Disponível em: <<https://exame.com/ciencia/97-da-pandemia-de-covid-19-pode-terminar-no-brasil-em-junho-diz-estudo/>>. Acesso em: 30 Jul. 2020.
- FRANCA LUNA, N. M. P. de A; SANTOS, G. F. Limites entre a liberdade de expressão e discurso de ódio: controvérsias em torno das perspectivas norte-americana, alemã e brasileira. **Gênero & Direito**, Paraíba, v. 3, n. 2, 2014.
- ONU alerta para 'tsunami de ódio e xenofobia'. G1, 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2020/05/08/onu-alerta-para-tsunami-de-odio-e-xenofobia.ghtml>>. Acesso em: 30 Jul. 2020.
- GEE, Gilbert et al. Racial Discrimination and Health Among Asian Americans: Evidence, Assessment and Directions for Future Research. **Epidemiologic Reviews**, v. 31, p. 130 – 151, 1 nov 2009. <https://doi.org/10.1093/epirev/mxp009>.
- GEE Gilbert.; RO, Annie. **Racism and discrimination**. In: TRINH-SHEVRIN, C.; ISLAM, N. S.; REY, M. J. (Ed.). Asian American communities and health: context, research, policy, and action. John Wiley & Sons, 2009. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4933297/>>. Acesso em 07 Jul. 2020.
- GRUPO DE LINGUÍSTICA E COMPUTAÇÃO COGNITIVA DA INSITE. **Contador de palavras e Processador Linguístico de Corpus**. 2020. Disponível em: <<http://linguistica.insite.com.br/corpus.php>>. Acesso em: 22 Jul. 2020.
- INOUE, Vinicius. **A naturalização do racismo antiasiático na sociedade digital brasileira**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Comunicação Social — Publicidade e Propaganda) — Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- JOUBIN, Alexa. **Anti-Asian Racism during COVID-19 Pandemic**. Humanities Commons. 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17613/ysnd-fs57>>. Acesso em: 30 Jul. 2020.
- MARROCOS, Luannah. Análise da representação dos imigrantes japoneses, chineses, coreanos e seus descendentes no telejornalismo brasileiro em 2014, 2015 e 2016. In: **EVINCI — UNIBRASIL, XII. Anais [...]** Curitiba, 2017. 704 – 713 p.
- MICHAELIS, Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. Editora Melhoramentos, 2020. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/xenofobia#:~:text=2%20Temor%20ou%20antipatia%20pelo,gr%20phob%C3%ADa%2C%20como%20fr%20x%C3%A9nophobie>>. Acesso em: 30/07/2020.



MOREIRA, V. L.; ROMÃO, L. M. S. **O discurso no Twitter, efeitos de extermínio em rede**. RUA, v. 17, n. 2, p. 78-96, 17 jul 2015. <https://doi.org/10.20396/rua.v17i2.8638326>.

**Jornal da ONU - 8 de maio de 2020**. 2020. 1 vídeo (ca. 5 min). Publicado por ONU NEWS. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/audio/2020/05/1713012>>. Acesso em: 30 Jul. 2020.

SEARS, DAVID O.; HENRY, P. J. The origins of symbolic racism. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 85, p. 259-275, 2003.

SILVA, Rosane et al. Discursos de ódio em redes sociais: jurisprudência brasileira. **Revista Direito GV**, São Paulo, v. 7, n. 2, 2011.

SOLORANO, D.; CEJA, M.; YOSSO, T. Critical race theory, racial microaggressions, and campus racial climate: The experiences of African American college students. **Journal of Negro Education**, v. 69, p. 60-67, 2000.

STEFFEN, César. **Ódio.org.br**: rastreamento e caracterização de movimentos de ódio na Internet em Português. In: III MOSTRA DE PESQUISA DA PÓS-GRADUAÇÃO - PUCRS, Rio Grande do Sul. 2008.

SUE, D. W. et al. Racial microaggressions in everyday life: implications for clinical practice. **American Psychologist**, v. 62, n. 4, p. 271-286, mai./jun. 2007.

TORRES-HARDING, S. R.; ANDRADE, A. L., Jr.; DIAZ, C. E. R. The Racial Microaggressions Scale (RMAS): A new scale to measure experiences of racial microaggressions in people of color. **Cultural Diversity and Ethnic Minority Psychology**, v. 18, p. 2, p. 153-164, 2012.

TWITTER INC. **Política contra propagação de ódio**. Twitter. 2020. Disponível em: <<https://help.twitter.com/pt/rules-and-policies/hateful-conduct-policy>>. Acesso em: 22 Jul. 2020.

**Understand how Twitter users engage with your content**. Vicinitas. 2020. Disponível em: <<https://www.vicinitas.io>>. Acesso em: 22 Jul. 2020.

VENTURA, Magda. O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa. **Revista SOCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383-386, set./out 2007.

WONG, G.; DERTHICK, A. O.; DAVID, E. J.; SAW, A.; & OKAZAKI, S. The What, the Why, and the How: A Review of Racial Microaggressions Research in Psychology. **Race and social problems**, v. 6, n. 2, p. 181-200. 2014.



#### ARTHUR DE MOURA DANTAS

É bolsista na escola privada Colégio Magno pelo Instituto Social para Motivar, Apoiar e Reconhecer Talentos (Ismart). Jovem cientista pelo Programa de Pré-Iniciação Científica Decola Beta (2019) pesquisa as relações entre Discurso de Ódio e Ética no meio cibernético.

#### EDUARDO ORSOLINI FERNANDES

Mestre em Filosofia pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP) e professor bilíngue de Filosofia no Ensino Médio, pesquisa as intersecções entre a Fenomenologia e a Ontologia a partir da ideia de Natureza na tradição filosófica e científica do ocidente.

#### VANIA DE OLIVEIRA ALVES

É formada em Engenharia Química e Mestre em Projetos Educacionais de Ciências pela Universidade de São Paulo (EEL-USP). Possui experiência em docência nos ensinos fundamental, médio e superior. Foi bolsista de iniciação científica (ITA) e desenvolveu pesquisas na interface entre ciência, educação e sustentabilidade. Fez intercâmbio nos EUA, aprimorando-se em melhoria de processos, e na Itália, onde debateu temas ambientais em seminários e trabalhos de campo. Foi mentora de jovens cientistas no Instituto Ciência Beta (2018-19) e participou do programa de jovens pesquisadores YAR/Unesco (2020-21).

- submetido** 31.07.2020 **Contribuição de autoria.** Arthur de Moura Dantas participou da elaboração do estudo, da investigação de dados, do levantamento bibliográfico e da redação do artigo. Eduardo Orsolini Fernandes e Vania de Oliveira Alves orientaram todas as etapas e participaram da revisão final e da edição do artigo.
- reapresentado** 26.04.2020 **Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.
- aprovado** 29.04.2020

## JUVENTUDE E O CONSUMO DE/EM PLATAFORMAS DIGITAIS: REFLEXÕES SOBRE O ACESSO AOS CONTEÚDOS

**MARIA LUIZA REIS CASTRO** 

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 20270-021, marialuizarcastro@gmail.com*

**ALICE MOURA ARAÚJO DA SILVA** 

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 20270-021, moura.alicea@gmail.com*

**PATRÍCIA OLIVEIRA DE FREITAS** 

*Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil, 23890-000, pfreitas@ufrj.br*

**SÉRGIO LUIZ ALVES DA ROCHA** 

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 20270-021, sergio.rocha@ifrj.edu.br*

### RESUMO

Ao final do século XX, ocorreu a ascensão das tecnologias digitais de informação e de comunicação (TDIC's), fator que modificou significativamente a sociedade. No que concerne à educação, as práticas que se desenvolveram a partir dos usos destas tecnologias apresentaram um novo meio de adquirir conhecimento, que não se limita a um espaço ou tempo. O presente artigo traz reflexões acerca das principais plataformas digitais educativas consumidas pelos estudantes de uma escola técnica federal, analisando seu conteúdo, sua estrutura e as razões para o seu acesso, a partir da aplicação de questionários. Posteriormente, os dados foram tabulados e analisados, quantitativa e qualitativamente. Através das análises, observou-se que muitos dos canais eram semelhantes entre si, possuindo uma aproximação com as práticas escolares tradicionais. Conclui-se, que as plataformas digitais fazem parte da vida desses jovens, ocupando um papel não apenas de entretenimento, mas também no aprendizado, complementando os conteúdos das aulas presenciais.

**Palavras-chave:** Educação. Juventude. Plataformas Digitais. Tecnologias digitais de informação e de comunicação.



## YOUTH AND THE USE OF DIGITAL PLATAFORMS: REFLECTIONS ON CONTENT ACCESS

### ABSTRACT

At the end of the 20th century, the rise of digital information and communication technologies, transformed Society. Digital platforms presented a new way of acquiring knowledge, timeless and spacelessness, defying current models of teach. This article reflects on main digital platforms contents consumed by federal technician school students', analyzing their content, structure and search motivations, using the questionnaire application methodology. Data were quantitatively and qualitatively analyzed. We concluded that many channels were similar in their organization and structure, based on practices similar traditional school. It's concluded that digital platforms are part these young people's lives, acting not only as entertainment, also, complementing apprenticeship, sometimes replacing classroom contents..

**Keywords:** Education. Youth. Digital Platforms. Digital Information and Communication Technologies.

### 1 INTRODUÇÃO

A escola é uma instituição que, por séculos, se manteve detentora do saber formal e do papel de difundir-lo. Entretanto, com o surgimento das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC's), este conhecimento passou a estar disponível em uma variedade de outros "espaços". A difusão do acesso à internet, no século XXI, ocasionou mudanças significativas no acesso à informação, dando origem a aprendizagem *ubíqua*, termo utilizado por Lucia Santaella (2013a, 2013b) para denominar as novas formas de aprendizagem mediadas pelos dispositivos<sup>1</sup> móveis.

Essa nova forma de aprendizado permeia o cotidiano de muitos jovens de forma mais habitual, o que levou à criação do termo Geração Z para denominá-los, descrita por Vidal e Dantas (2016) como a geração que "já nasceu em um mundo digitalizado e leva o nome a partir da palavra

---

<sup>1</sup> Os termos dispositivos e artefatos são utilizados como sinônimos, ao longo deste texto, para fazer referência a produções técnicas humanas que são constituídas por aspectos materiais e imateriais, como um celular ou um site, por exemplo. É importante pensar que, embora se apresente como um objeto material, um celular necessita de um conjunto de instruções e programas que o façam funcionar. Um site disponível na internet, por sua vez, só pode ser acessado através de um terminal físico, bem como a sua existência depende de um espaço físico para o seu armazenamento.





zapear<sup>2</sup>". É importante, neste ponto, sempre refletir sobre as diferentes condições de ser jovem. Sarlo (2013), ao criticar a ideia de que o consumo da tecnologia produz uma espécie de universalidade de usos, comenta que, no que diz respeito aos *videogames*, falamos de um público predominantemente masculino, relativizando o "otimismo tecnológico" (SARLO, 2013, p.146) que postula um processo homogêneo e mecânico na relação dos jovens com as tecnologias.

As reflexões da autora são importantes para que, partindo dos usos, relativizemos uma concepção meramente técnica da relação dos jovens com as tecnologias da informação e da comunicação. Não basta pensar apenas no acesso aos meios técnicos, é preciso apreender também de quais maneiras esses meios são apropriados de modos distintos, por diferentes jovens, quais são as potencialidades e os pontos fracos desta relação.

A partir desta crítica à universalização, podemos refletir também sobre as condições e características do ser jovem. Neste sentido, não cabe compreender a juventude como categoria absoluta, pois "(...) as juventudes são tomadas como uma categoria social transversalizada pelas categorias de gênero, de classe social, de etnia e de geração, dentre outras variáveis (DAYRELL, MOREIRA E STENGEL, 2011, p.12). Tal postura teórico-metodológica nos permite perceber as diferentes formas do ser jovem na contemporaneidade e evitar o determinismo tecnológico.

Nosso campo de pesquisa é constituído por jovens urbanos de uma escola muito bem avaliada no mercado de bens simbólicos. Os artefatos digitais presentes no cotidiano destes jovens podem ser utilizados para diversas finalidades, como: entretenimento, comunicação, produção de imagens, estudo, entre outros. No que concerne ao estudo, o surgimento das TDIC's possibilitou uma ampla rede de plataformas digitais educacionais, sejam elas sites didáticos ou canais de videoaula<sup>3</sup>.

Outrossim, as plataformas digitais, entre elas, aquelas que produzem conteúdos educacionais, disponibilizam o acesso a conteúdos da internet para todo e qualquer indivíduo, que disponha das mais variadas condições para o acesso. Como nos aponta Martín-Barbero (2014), este tipo de acesso mostra que, de fato, temos de pensar nos processos de produção do conhecimento nos dias de hoje. Sua presença tensiona a

---

2 Proveniente do Inglês, o termo *zapping* designa o ato de trocar de canais por meio do controle remoto, de forma constante e sem um foco específico.

3 Ao mencionar as expressões "plataformas digitais educacionais", "sites didáticos" ou "canais de videoaula", temos em mente produções disponibilizadas no ciberespaço (Lévy, 1999), que reproduzem conteúdos disciplinares similares, ou muito próximos, daqueles que são abordados no ambiente escolar formal. O caráter educativo, entendido em sua significação mais ampla, pode estar presente em outras plataformas digitais. Entretanto, nosso interesse é mais específico. Ao mesmo tempo, limitamos nosso estudo às plataformas digitais educacionais que foram citadas pelos participantes da pesquisa.



identidade da escola como instituição detentora exclusiva do saber. Ao mesmo tempo, surge a possibilidade de eliminar as restrições ao saber dadas por sua dimensão geográfica. Vivemos em um mundo no qual não há mais espaço delimitado para o processo de aprendizagem, pois, a informação pode estar onde você estiver. Neste sentido, vivemos em uma *cidade educativa* e transitamos de uma *sociedade com um sistema educativo* para uma sociedade do conhecimento e da aprendizagem contínua, na qual a dimensão educativa atravessa todos os espaços.

A relação com o tempo também se modifica, visto que, os dispositivos móveis estão presentes no cotidiano de todos, principalmente dos jovens. Uma vez de posse de um dispositivo conectado à internet, há a possibilidade de acessá-la e, através dela, utilizar plataformas para buscar o conteúdo que se deseja, incluindo os conteúdos ligados à educação formal. Entretanto, cabe ressaltar que a disponibilidade de acesso não ocorre de forma igual para todos, devido à significativa exclusão digital que ocorre em nosso país.

Uma vez que os jovens estão cada vez mais conectados à internet, ou, pelo menos, permeados por suportes tecnológicos, é de se esperar que, em algum momento, esses dispositivos tensionem a realidade escolar. Desta forma, se torna imprescindível aprofundar o conhecimento sobre em quais momentos essas plataformas digitais educacionais podem ser requeridas na vida do estudante, assim como, quais os diferentes motivos que levam o acesso a esses materiais *online*. Ao mesmo tempo, é preciso verificar o que as plataformas digitais educacionais não são capazes de prover diante do modelo tradicional de ensino.

Nessa perspectiva, o artigo tem como objetivo observar e buscar entender de que forma as plataformas digitais educativas coexistem com os modelos educacionais presenciais, no que se refere a um espaço de disseminação do saber e por quais razões os jovens podem vir a utilizar esses recursos. O estudo da relação entre a escola, que é majoritariamente *offline*, e o mundo digital, é essencial para compreender as singularidades de cada ambiente. Além disso, mapear as principais plataformas digitais educacionais utilizadas pelos estudantes, as motivações da eventual busca destas plataformas e analisar o conteúdo e a estrutura dos materiais nelas disponibilizados também nos ajudam a entender as lógicas que mobilizam as suas relações.

Este texto faz parte das reflexões de um grupo de pesquisa que se dedica, desde 2017, a pensar sobre as relações entre os jovens e as tecnologias. No presente momento, desenvolvemos uma pesquisa que tem como objetivo mais amplo averiguar se os alunos utilizam de algum modo as plataformas digitais de ensino e de que modo se dá a relação entre estes usos e as dinâmicas da escola em aulas presenciais. Entre os objetivos



mais específicos estão conhecer as plataformas mais usadas por estes alunos, confrontá-las com o modelo presencial de aula, refletir sobre seu modo de organização, entre outros.

Na escrita do texto, optamos por não realizar a discussão sobre a fundamentação teórica em separado. Assim, os autores que embasam nossa pesquisa serão usados na medida em que, ao longo do texto, suas contribuições se façam adequadas para a discussão dos dados.

## 2 METODOLOGIA

O desenvolvimento teórico da pesquisa foi realizado a partir de um levantamento bibliográfico de autores que têm se dedicado a estudar essa temática, dentre os quais destacamos: Pierre Lévy, em sua obra *Cibercultura* (1999); Lucia Santaella, nas obras *Comunicação ubíqua: repercussões na cultura e na educação* (2013) e *O livro como prótese reflexiva* (2019); Néstor García Canclini, na obra *Leitores, espectadores e internautas* (2008) e por último, Jesús Martín-Barbero, em sua obra *A comunicação na educação* (2014).

Com o propósito de conhecer a visão dos jovens acerca das plataformas digitais foi elaborado um questionário que foi aplicado para estudantes de uma escola técnica federal situada no município do Rio de Janeiro. Nele, foram abordados diferentes aspectos, como: perfil do aluno, condições socioeconômicas, os artefatos digitais utilizados, rotina de estudo e, principalmente, a utilização ou não de plataformas digitais educacionais. Entre estas questões, buscou-se obter dados sobre os sites e canais de videoaulas mais acessados, a frequência com que ocorrem esses acessos e se havia a percepção de diferenças entre os conteúdos *online* e os conteúdos presenciais na opinião dos alunos.

Através da tabulação das respostas obtidas a partir dos questionários, realizou-se uma análise estatística dos dados. Dessa forma, foi possível listar os canais citados e chegar aos mais recorrentes e, a partir disso, selecionar os que seriam analisados de maneira mais aprofundada. Os parâmetros adotados para a seleção foram: os canais mais citados pelos alunos, canais que oferecem diversas disciplinas (focando no vestibular/ENEM), canais que focam em apenas uma área de conhecimento<sup>4</sup> e canais que se apresentavam nas suas descrições como de natureza social.

Por fim, foram selecionadas, de forma aleatória, duas videoaulas de cada canal escolhido, que foram analisadas a partir dos seguintes parâmetros:

---

<sup>4</sup> Há canais que contemplam um conjunto de disciplinas, replicando o modelo escolar formal, por exemplo, o canal Descomplica (<https://www.youtube.com/c/descomplica/about>), e há outros que focam em uma única disciplina, como por exemplo, Ferreto Matemática (<https://www.youtube.com/user/professorferreto/about>).



duração da aula, enquadramento, cenário, eventual resolução de exercícios, propaganda, recursos visuais, recursos sonoros e outros recursos.

É importante considerar que o consumo efetuado pelos jovens não se define de modo passivo, constituindo subjetividades necessariamente insaciáveis, instáveis e narcísicas. Como afirma Canclini, o consumo tem uma lógica que é determinada pelas práticas socioculturais dos sujeitos. Assim sendo, segundo ele, caberia analisar os “processos de consumo como algo mais complexo do que a relação entre meios manipuladores e dóceis audiências” (CANCLINI, 2005, p.59).

Nessa perspectiva, Canclini destaca que o consumo tem também uma função de interação e que consumir é um modo de distinguir-se dentro do próprio grupo para fazer parte de uma comunidade e/ou ampliar a interação. Desse modo, consumir pode não ser, necessariamente, reproduzir, visto que essa prática pode estar associada às condições culturais de um grupo social que cria processos de construção de identidade na produção de sentidos que estabelecem com os objetos consumidos.

Ao mesmo tempo, para o autor, neste processo:

(...) a escola vê reduzir-se sua influência: primeiro a mídia de massas e, recentemente, a comunicação digital e eletrônica multiplicando espaços e circuitos de acesso aos saberes e à formação cultural. (...) Os jovens adquirem nas telas extracurriculares uma formação mais ampla em que conhecimento e entretenimento se combinam. Também se aprende a ler e a ser espectador sendo telespectador e internauta. (CANCLINI, 2008, p.24).

Canclini chama a atenção para a necessidade de nos interrogarmos sobre de que modo os jovens se relacionam com estes artefatos culturais, para entender quais são as mutações que estão em curso. Um olhar que veja no consumo destes artefatos a sua dimensão de produção de sentidos e não de simples domesticação ou de reprodução. Esta posição implica reconhecer o papel ativo e o protagonismo dos jovens, não reduzindo a juventude a uma simples etapa no processo que conduz à idade adulta, mas como um momento da vida que possui características próprias.

### **3 DISCUSSÕES ACERCA DOS RESULTADOS**

#### **3.1 PERFIL DOS PARTICIPANTES**

A pesquisa obteve como universo de análise um total de 88 questionários respondidos. No que concerne ao perfil dos alunos participantes da pesquisa, pertencentes à faixa etária de 15 a 22 anos, pôde-se averiguar que 52,27% dos entrevistados se identificavam com o gênero masculino,



enquanto 46,59% se identificavam com o gênero feminino e 1,14% com outro(s) gênero(s). Em relação ao período escolar, 40,91% dos alunos participantes estavam matriculados no oitavo período do ensino médio-técnico, 36,36% se encontravam no quarto período, 12,50% no segundo período e 10,23% cursavam o sétimo período. Além disso, sobre a rede de ensino de origem desses alunos, 43,18% dos alunos vieram da rede privada de ensino, 25% da rede federal, 23,86% da rede municipal e 7,95% da rede estadual.

### 3.2 PRESENÇA DA TECNOLOGIA NO COTIDIANO

Os alunos foram questionados se consumiam algum conteúdo digital no trajeto entre sua casa e a escola: 82,95% afirmaram que consumiam, enquanto 17,05%, não. Dentre os que afirmaram que sim, foi perguntado se consumiam algo relacionado às atividades escolares: 43,18% dos alunos afirmaram que às vezes consomem, enquanto 39,77% afirmaram que consomem apenas em dias de provas/trabalhos. Já 9,09% não consomem esse tipo de material, 6,82% sempre consomem e 3,41% não responderam ao questionamento<sup>5</sup>. A relação que se apresenta do indivíduo estar em deslocamento e, ao mesmo tempo, acessando conteúdos educacionais, evidencia a possibilidade da hipermobilidade nesse espaço, no qual, o ciberespaço e o espaço físico se entrelaçam em um só (SANTAELLA, 2013a, 2013b).

Ademais, o indivíduo, quando inserido no espaço de hipermobilidade, se torna um leitor ubíquo, o qual é capaz de transitar entre o mundo digital e o físico, pois ele está continuamente em contato com esses dois universos e desenvolveu um perfil cognitivo que se adaptou a esse nível de conectividade. Como descrito por Lucia Santaella (2019), o leitor ubíquo agrega as características do leitor movente com as do leitor imersivo, sendo do leitor movente, a habilidade de ler enquanto transita no espaço físico e do leitor imersivo, a habilidade cognitiva de mergulhar no ciberespaço, sem se desprender do mundo *offline*.

Os avanços da tecnologia possibilitaram a *computação ubíqua*, definido por Santaella (2013a, 2013b) como sendo a combinação da mobilidade com a funcionalidade da computação pervasiva, na qual o “computador está embarcado nos ambientes de forma invisível para o usuário”. Em relação à educação, isso possibilita o estudo em diferentes espaços através de artefatos digitais, como dispositivos móveis ou o acesso aos conteúdos do ciberespaço.

---

<sup>5</sup> A pergunta foi multivalorada, sendo assim, a soma dos percentuais das respostas pode superar os 100%. Ao longo do texto, sempre que os valores ultrapassarem os 100%, significa a presença de uma questão deste tipo: nelas, os alunos poderiam marcar mais uma opção.



### 3.3 UTILIZAÇÃO DAS PLATAFORMAS DIGITAIS PARA FINS EDUCACIONAIS

Como apontado por Martín-Barbero (2014, p.125), “a escrita digital é um direito primário da cidadania para o qual a escrita escolar não prepara”. É possível observar que muitos jovens nascem imersos na escrita digital. Dessa forma, transitam entre o ciberespaço e o ambiente *offline* da escola em seu cotidiano. Então, para os estudantes, utilizar os conteúdos educacionais disponibilizados no ciberespaço na hora de estudar, pode ser um processo usual.

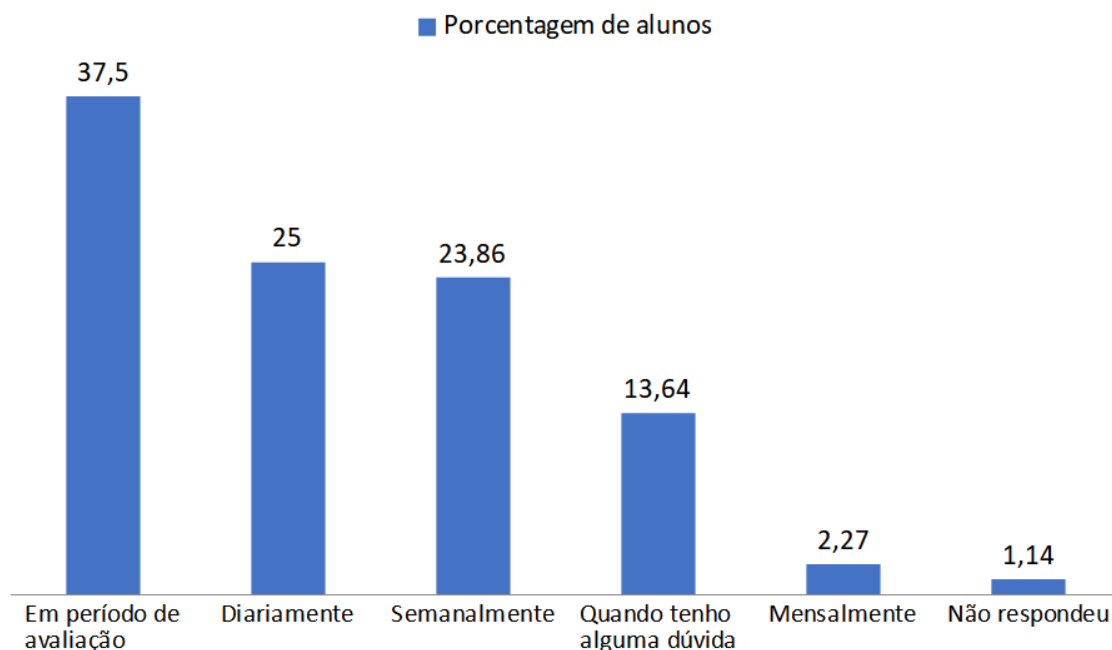
Os alunos também foram questionados se utilizavam algum artefato digital para estudar e, dentre aqueles que afirmaram que sim, observou-se que 71,59% deles utilizam computadores na hora do estudo, 59,09% recorrem ao celular e 3,41% fazem uso de tablets para fins educacionais. Uma vez que, é recorrente o uso de artefatos digitais para estudo, indagou-se sobre quais plataformas são buscadas através desses artefatos: 80,68% dos alunos recorrem a sites didáticos e a videoaulas; 5,68% recorrem apenas a videoaulas; 6,82% utilizam apenas sites didáticos e essa mesma porcentagem não utiliza desses recursos.

Como relatado, o uso de conteúdos disponibilizados através da internet, na hora do estudo, é um hábito presente na vida de grande parte dos jovens e expõe o fenômeno do descentramento do saber, no qual, ele pode ter acesso a conteúdos de cunho educativo no ambiente que deseja, deixando de depender do espaço físico delimitado, como escola, para obtenção do conhecimento. E, como relatado por Martín-Barbero (2014, p.121), “a educação já não é concebível a partir de um *modelo de comunicação escolar* que se encontra ultrapassado tanto espacial como temporalmente (...)”, não sendo possível ignorar o caráter pervasivo que o conhecimento tem adquirido com o advento destas tecnologias.

Então, tendo em vista o hábito de estudo e utilização de dispositivos para este fim, foi perguntado aos estudantes da pesquisa sobre a frequência com que consumiam os conteúdos das plataformas para fins educacionais e os motivos que os levavam a acessá-las, como pode ser observado nos gráficos 1 e 2.



gráfico 1.  
Frequência  
de acesso às  
plataformas digitais  
para estudar.



Observando o gráfico 1, podemos perceber que existe uma diferença entre os dois perfis de alunos. Aproximadamente a metade dos alunos entrevistados acessa aos conteúdos digitais com certa regularidade, conclusão a que chegamos, se somarmos os percentuais de “diariamente” e “semanalmente”, que totalizam 48,86%. A outra parcela de 51,14%, referente à soma das categorias “em período de avaliação” e “quando tenho alguma dúvida”, não acessa de modo regular. Vemos, assim, que as plataformas digitais são utilizadas por um grupo de alunos de modo regular, o que pode indicar a existência de uma rotina de estudos, e por um outro grupo de alunos de modo mais pontual. Ao mesmo tempo, esta divisão nos indica como, de fato, devemos estar atentos às diferentes formas de usos por parte de grupos heterogêneos de jovens.

O que leva os alunos a buscarem estas plataformas? No gráfico 2, podemos observar a distribuição percentual das respostas a partir da apresentação de 5 opções. Observando estes dados, pôde-se perceber que, entre as principais razões que motivam os alunos a recorrerem a essas plataformas educacionais, estão: “aprender aquilo que não aprendi nas aulas”, “complementar o conteúdo aprendido nas aulas” e “aprofundar o conteúdo das aulas”.

Sendo assim, percebemos que o consumo destes conteúdos, na visão dos alunos, cumpre um papel complementar ou auxiliar daqueles temas que foram apresentados no ambiente da escola. Isto indica que este acesso não segue a lógica da substituição daquilo que a escola apresenta pelos conteúdos destas plataformas *online*, demonstrando que um ambiente não exclui o outro.



Nesse contexto, pode-se entender que:

Cada uma das formas de aprendizagem apresenta potenciais e limites que lhe são próprios. Por isso mesmo, a educação à distância não substitui inteiramente a educação gutenberguiana, assim como a aprendizagem em ambientes virtuais não substitui ambas, tanto quanto a aprendizagem ubíqua não é capaz de substituir quaisquer dessas formas anteriores. Ao contrário, todas elas se complementam, o que torna o processo educativo muito mais rico. (SANTELLA, 2010, p.21)

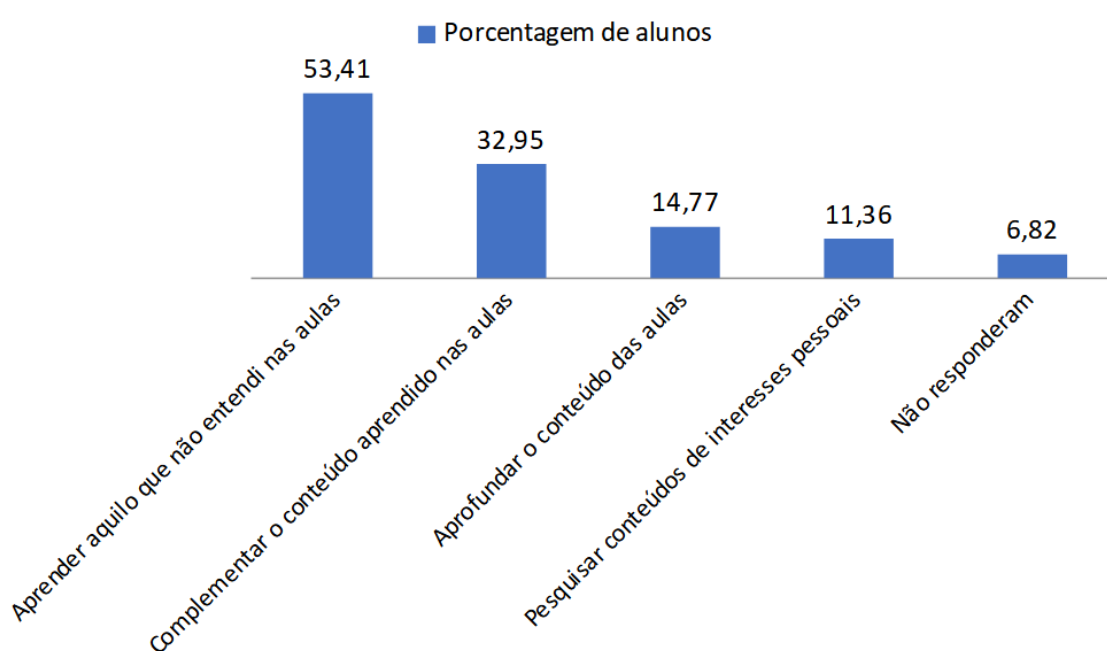


gráfico 2. Principal motivo para recorrer a sites didáticos e/ou videoaulas na internet.

No que se refere à percepção dos alunos sobre o que diferencia as aulas presenciais das videoaulas de canais de estudo, foram obtidas respostas discursivas, que foram categorizadas a partir de semelhanças que continham entre si. O quadro 1 possui falas que são representativas para cada categoria em que estão inseridas.

O principal fator atrativo das aulas *online* foi a “flexibilidade de horário”, como descrito na fala “é possível assistir às videoaulas em qualquer momento”. Então, pode-se estabelecer um paralelo com Santaella (2013a, 2013b) no que diz respeito à ubiquidade na contemporaneidade, que seria a habilidade de se comunicar a qualquer hora e em qualquer lugar, nesse caso, aplicada à educação. Tendo em vista essa realidade, além do indivíduo assumir um papel de ser ubíquo, também assume a potência de estudante ubíquo, que através de dispositivos e de conexão que viabilizem o acesso a videoaulas e a sites didáticos, pode ter acesso a conteúdos que anteriormente eram exclusivos do ambiente escolar.





Também dentro dessa flexibilidade, estão ferramentas técnicas que podem ser utilizadas para melhor uso do tempo ao assistir a conteúdos *online*, sendo elas, a possibilidade de acelerar a reprodução dos vídeos, pausar ou reassistir partes específicas. Além disso, outra característica apontada foi a “comodidade”, descrita nas respostas como a possibilidade de assistir às aulas em um lugar confortável, tal como na própria casa.

<b>Categoria</b>	<b>Quantidade de citações</b>	<b>Falas representativas</b>
Comodidade	6	“O fato de estar em casa me deixa mais tranquilo e auxilia no aprendizado.” “Consigo possuir mais foco”
Flexibilidade de horário	37	“A videoaula pode ser assistida diversas vezes, caso o conteúdo não fique claro. Além disso, é possível pausar quando necessário, o que nem sempre ocorre nas aulas presenciais” “É possível assistir às videoaulas em qualquer momento.”
Disponibilidade de dúvida	16	“Nas aulas presenciais, eu posso tirar dúvidas e ter discussões com o professor e meus colegas, já nas videoaulas isso não é possível” “Quando você tem contato com o professor, é diferente. Ele está disponível para tirar dúvidas, explicar de outras maneiras.”
Interação humana	11	“A interação aluno-professor que vem com uma aula presencial” “Nas videoaulas, é tudo muito mecânico, você assiste ao vídeo e pausa quando quiser. Na presencial, você tem o contato com as outras pessoas.”
Conteúdo	33	“As aulas presenciais possuem uma carga de conteúdo maior e mais explicada, enquanto as videoaulas dão um resumo.” “Pois as videoaulas possuem uma linguagem mais objetiva e dinâmica, o que não acontece, em sua maioria, em sala de aula.”

quadro 1. Aulas presenciais versus videoaulas: as falas dos alunos.



Por outro lado, existem fatores que, na opinião dos alunos, estão presentes apenas nas aulas presenciais, tais como a disponibilidade do professor para sanar as dúvidas, pois, como foi apontado pelos alunos, presencialmente, o professor resolve dúvidas na mesma hora e está à disposição para questionamentos. Enquanto, na aula *online*, não há essa disponibilidade, e quando há, não é algo instantâneo. Outro fator diferencial é a interação humana, com o professor e com os colegas, que é proporcionada pelo ambiente escolar.

Como apontado por Santaella (2013b), com o desenvolvimento tecnológico, aparelhos móveis, como os celulares, possibilitam que os indivíduos se tornem intermitentemente pessoas presentes-ausentes, pois, idealiza-se que os indivíduos estão sempre *online* e disponíveis através de seus perfis em redes sociais e em aplicativos de comunicação. Independente, se a pessoa está ou não conectada às redes, seu perfil está disponível, gerando essa presença-ausência. Tendo em vista esse conceito, pode-se estabelecer um paralelo com as videoaulas, pois há a transmissão do conhecimento de uma forma similar à presencial. Entretanto, sem a presença real das pessoas envolvidas: por exemplo, um aluno assistindo a uma aula que foi postada há dois, três ou cinco anos. Há o repasse de informação, porém, não haverá interação para tirar dúvidas, fazer comentários ou tentativas de diferentes abordagens.

Em relação ao conteúdo, houve divergências no que diz respeito às duas modalidades de ensino. Os alunos argumentaram acerca das diferenças no que se refere à particularidade do conteúdo disposto. Alguns argumentaram, que nas aulas presenciais, o conteúdo era dado de forma densa e aprofundada, enquanto outros disseram que nas aulas online, o conteúdo era apresentado de modo objetivo e dinamicamente diferenciado, através de recursos tecnológicos, demonstrando assim, a singularidade de cada modalidade.

Além das falas apresentadas no quadro 1, houve uma fala específica que abordou um assunto de extrema relevância em relação à abrangência de público das videoaulas. Um participante da pesquisa afirmou que “A didática, muitas vezes, das videoaulas é melhor por tratar-se de um conteúdo direcionado a pessoas de diversas escolaridades.”. Tendo isso em vista, pode-se estabelecer um paralelo com Lévy, em sua obra *Cibercultura*, quando o autor afirma que “(...) o essencial se encontra em um novo estilo de pedagogia, que favorece ao mesmo tempo as aprendizagens personalizadas e a aprendizagem coletiva em rede”. (LÉVY, 1999, p. 158)

Uma vez que o acesso à internet tem se difundido e os conteúdos digitais educacionais têm se popularizado, pessoas de diferentes vivências e níveis de escolaridade podem ter acesso ao mesmo conteúdo, o que pode



ser visto como um aspecto positivo. Mas, é importante considerar que as realidades e fatores como, bens materiais, acesso à internet e tempo, também influenciam no aproveitamento dessa forma de aprendizado.

### 3.4 REFLEXÕES ACERCA DO ACESSO AOS CANAIS

Através do questionário, os alunos foram perguntados sobre quais canais de videoaulas eles costumavam assistir e, a partir desse questionamento, foram levantados trinta e dois canais de viés educacional no *YouTube* e foi elaborada uma listagem com todos esses canais. A partir dessa listagem, foi feita uma tabulação dos canais, por área de conhecimento, que pode ser observada no gráfico 3.

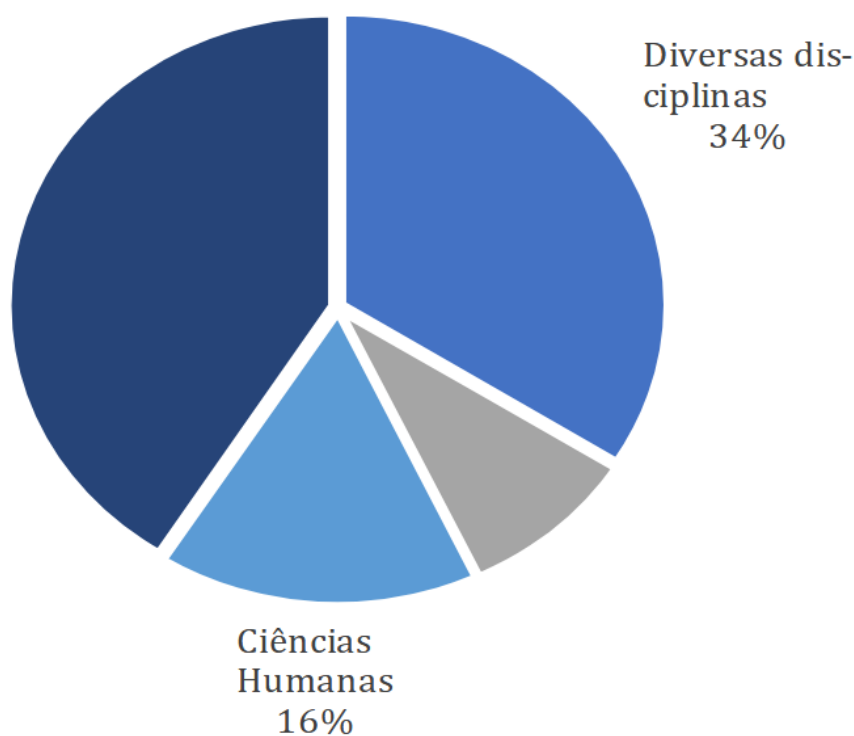


gráfico 3.  
Percentual das  
buscas por área  
de conhecimento/  
disciplina.

No gráfico é possível observar que há uma procura maior pelos conteúdos da área de Ciências Exatas. Considerando-se a matriz curricular dos cursos de ensino médio-técnico da escola em questão, é possível aventar uma explicação para esta procura. No curso X, por exemplo, que é o curso com menor carga horária das disciplinas da área de exatas, há 38 disciplinas das áreas das Ciências Humanas e suas Tecnologias e de Códigos



e Linguagens e suas Tecnologias, de um total de 83 matérias. Já o curso Y, com maior carga horária de disciplinas da área de exatas, oferece 90 disciplinas no total, das quais 39 são das áreas das Ciências Humanas e suas Tecnologias e de Códigos e Linguagens e suas Tecnologias. Desse modo, em termos absolutos, a soma da quantidade de disciplinas que se relacionam as das áreas das Matemáticas e suas Linguagens e das Ciências da Natureza e suas Linguagens é maior do que a soma das disciplinas das áreas das Ciências Humanas e suas Tecnologias e de Códigos e Linguagens e suas Tecnologias.

Considerando os números apresentados, parece existir uma disparidade não tão grande entre os dois conjuntos de disciplinas. Entretanto, quando é feita uma análise da carga horária dessas disciplinas, percebe-se uma desproporção entre as disciplinas das áreas das Matemáticas e suas Linguagens/Ciências da Natureza e suas Linguagens e das Ciências Humanas e suas Tecnologias/Códigos e Linguagens e suas Tecnologias. A título de exemplo, no 4º período do curso Y, aparenta ter uma equidade entre as disciplinas, sendo 5 de exatas de um total de 11 matérias. Todavia, no que diz respeito à carga horária, as 5 disciplinas totalizam 324 horas enquanto todas as outras apenas 189 horas, mostrando assim, que existe uma disparidade na quantidade de conteúdo de cada área do conhecimento transmitida ao aluno, interferindo, aparentemente, nos tópicos que ele busca na hora do estudo.

Outra análise realizada buscou mapear as características dos canais: dentre os 32 canais citados, 16 contavam com mais de 38,4 mil inscritos e 13 possuíam mais de um milhão. Entre esses últimos, o Descomplica (canal mais citado), estava na margem de 2.99 milhões de inscritos. Considerando que esses são canais de cunho educacional e foram contabilizados apenas os inscritos do YouTube (desconsiderando plataformas pagas), à primeira vista, pode-se dizer que são números significativos. Para se ter uma ideia do volume de acessos a este canal, podemos comparar com o total de jovens de acordo com o censo demográfico do IBGE de 2010 (IBGE, 2010). Havia aproximadamente 17 milhões de indivíduos na faixa etária de 15 a 19 anos. Percebe-se que a quantidade de inscritos do canal mais citado corresponde a 17,6% dos jovens nesta faixa etária no Brasil<sup>6</sup>.

Tal fato pode ser relativizado, quando comparado aos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio Contínua – PNAD Contínua de 2018 (IBGE, 2018), na qual os dados apontam para o fato de que 1 a cada 4 brasileiros não utiliza a internet, no período de referência da pesquisa (2018). Assim sendo, a utilização de aulas *online* como única modalidade

---

<sup>6</sup> Aqui utilizamos os dados do censo apenas para poder ter um critério comparativo que deixe mais claro o significado do número de inscritos no canal.



de ensino deve ser sempre problematizada a partir de uma reflexão sobre os diferentes obstáculos materiais que impedem o acesso de muitos indivíduos à internet, somado a questões relativas ao contexto de uso. Como exemplo, podemos citar o acesso apenas por celular, que traz sérios limites à busca e ao uso de informação; habitar uma casa com poucos cômodos e com muitos moradores, o que limita a possibilidade de concentração em atividades que exigem maior atenção; o gênero do usuário, estando as mulheres envolvidas com as atividades relativas ao trabalho doméstico, além de todas as outras dimensões da vida. Estas são algumas questões que devem ser pensadas em conjunto com as reflexões sobre as modalidades de ensino a distância.

Outro critério, verificado a partir da listagem dos 32 canais, foi a presença de recursos pagos. Observou-se que 56,25% dos canais possuem essa opção. Geralmente, nessas plataformas pagas, são oferecidos materiais de aprofundamento, sendo essas aulas mais longas e com mais exercícios. Em alguns casos, também há a opção de monitorias e correção de redação.

### 3.5 UM OLHAR SOBRE AS VIDEOAULAS

Dentre os canais citados, foram escolhidos cinco para terem duas aulas analisadas. Foram selecionados aqueles que tinham sido citados por mais alunos e com perfis diferentes entre si: um com disciplinas variadas, um de exatas, um de biológicas, um de humanas e o único de cunho social citado. Eles podem ser observados no quadro 2.

Canal	Título da aula/Tema
Descomplica (Curso privado)	O que são vírus e viroses
Descomplica (Youtube)	O que são vírus e viroses
	Darwinismo, Criacionismo E Lamarckismo   Evidências Da Evolução
Biologia Total com prof. Jubilut	Ponto de Compensação Luminosa (PCL)
	Introdução à genética
Ferretto Matemática	Progressão Aritmética PA: Introdução (aula 1 de 6)
	Geometria Plana: Introdução - Ângulos (Aula 1)
Débora Aladim	Resumo de História: Ditadura Militar
	Resumo de História: Inconfidência Mineira e Tiradentes - em Ouro Preto, MG
Aula De	Matemática financeira: juros - conceitos e aplicações
	Progressão Aritmética (PA)

quadro 2. Tema da aula analisada nos canais citados.

Dados referentes aos dias de captura: 11/05/2020 e 12/05/2020.



Durante a análise dos vídeos, pôde-se observar que no critério “enquadramento”, todos os canais se assemelhavam, variando entre “Primeiro plano”, no qual a figura humana é enquadrada do peito para cima e “Meio primeiro plano”, sendo a figura enquadrada da cintura para cima e na maior parte das vezes, com os professores de pé. O cenário também seguia um padrão, sendo fundos estáticos ou quadros (às vezes, interativos) que o professor utilizava durante a aula. Em relação aos recursos visuais, foi recorrente a utilização de imagens e textos sobrepostos ao vídeo. Esses recursos apresentavam dicas, observações, infográficos e/ou imagens ilustrativas. Dentre os canais analisados, pouco mais da metade das aulas possuíam resolução de exercícios e, no geral, as aulas eram focadas na exposição e explicação de conceitos. Também foi observada a recorrente aparição de propagandas geradas pelo próprio *YouTube*, antes do início do vídeo ou depois de cerca de cinco minutos de exibição. Porém, em quatro canais dos que possuem planos pagos, havia propagandas sobre estas modalidades por eles oferecidas.

O Descomplica, canal mais citado entre os alunos, possui uma plataforma com cursos pagos, além do canal gratuito no *YouTube*. Devido à disponibilidade de acesso ao curso pago por meio de um dos membros da pesquisa, foi possível averiguar as diferenças de conteúdo entre as aulas pagas e gratuitas. Sendo assim, foi analisado o mesmo tópico nas duas plataformas. No curso privado, essa aula possuía duração de 1 hora e 24 minutos, enquanto no *YouTube* possuía apenas 45 minutos e, em ambos, houve disponibilidade de tirar dúvidas, embora isto tenha sido incomum durante o período de análise das videoaulas a que assistimos em nossa pesquisa. Observando a duração das videoaulas dos outros canais, não há um padrão de duração, pois foram analisadas aulas de cerca de 5 minutos até aulas de 45 minutos, porém, pode-se ter como média uma duração de aproximadamente 15 minutos. Em relação aos recursos sonoros e visuais nas aulas, a plataforma paga não apresentava nenhum diferencial. Entretanto, no curso pago, há outras ferramentas para auxiliar no aprendizado, como monitorias, planos de estudo, correção de redações, simulados, entre outras.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notório o avanço da utilização das tecnologias digitais de informação e de comunicação para fins educacionais. Entretanto, é necessário refletir sobre os desafios e os limites da acessibilidade dessa nova modalidade de ensino. A exclusão digital é uma realidade no Brasil, como foi mostrada pelos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio Contínua de 2018, tornando assim, a substituição das aulas presenciais pela implementação de aulas a distância, uma ação que perpetua a desigualdade na educação. Além do acesso à internet, deve-se considerar fatores



externos que interferem na relação dos estudantes com as aulas *online*, como: se eles possuem um ambiente propício para estudar em casa e se possuem tempo hábil para acompanhar esse tipo de atividade.

Ao mesmo tempo, a pesquisa permitiu perceber que o acesso às plataformas que disponibilizam conteúdos educativos se faz de modo majoritário para complementar as demandas escolares.

O modelo das aulas *online* analisadas também nos faz refletir sobre o significado da interatividade, em geral, uma característica valorizada e associada de modo exclusivo aos conteúdos digitais, já que o advento dessa tecnologia possibilitou uma ampla rede de comunicação universal. Todavia, na perspectiva escolar, a interatividade, como apresentada pelos alunos que participaram da pesquisa, se manifesta no diálogo em sala de aula, estar na presença de amigos e professores e no próprio ambiente escolar. Outra reflexão é sobre a potência do modelo escolar que acaba por definir algumas das características do modelo *online*, possibilitando a crítica ao modelo polar: aulas presenciais versus aulas online. Desse modo, é possível pensar em uma relação de coexistência e complementaridade entre essas duas formas de transmissão de conhecimento.

Dessa forma, fazem-se necessários novos estudos que busquem compreender o uso dessas plataformas digitais no contexto da pandemia do novo Coronavírus, para que assim, seja possível ter um novo olhar da relação dos jovens com esses recursos digitais, diante da ausência de aulas presenciais.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANCLINI, Néstor Garcia. **Consumidores e cidadãos: conflitos multiculturais da globalização**. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 2005.

CANCLINI, Néstor Garcia. **Leitores, espectadores e internautas**. São Paulo: Iluminuras, 2008.

DAYRELL, Juarez; MOREIRA, Maria Ignez Costa; Stengel, Márcia (Orgs.). **Juventudes contemporâneas: um mosaico de possibilidades**. Belo Horizonte: Ed. PUC Minas, 2011.

IBGE, 2010. **Distribuição da População por sexo segundo os grupos de idade – Brasil – 2010**. Disponível em: <<https://brasilemsintese.ibge.gov.br/populacao/populacao-por-sexo-e-grupo-de-idade-2010.html>>. Acesso em: 20 de julho de 2020.



IBGE, 2018. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua** - PNAD Contínua. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html?edicao=27138&t=sobre>>. Acesso em: 19 de julho de 2020.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34. 1999.

MARTÍN-BABERO, Jesús. **A comunicação na educação**. São Paulo: Contexto, 2014.

SANTAELLA, Lucia. A aprendizagem ubíqua substitui a educação formal. **Revista de Computação e Tecnologia da PUC-SP**, v. 2, p. 17-22, 2010. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/ReCET/article/viewFile/3852/2515>>. Acesso em: 20 de julho 2020.

SANTAELLA, Lucia. **Comunicação ubíqua**: repercussões na cultura e na educação. São Paulo: Papyrus, 2013a.

SANTAELLA, Lucia. Desafios da ubiquidade para a educação. **Revista Ensino Superior Unicamp**. n.9, abr./jun. p.19-28, 2013b. Disponível em:<[https://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br/edicoes/edicoes/ed09\\_abril2013/NMES\\_1.pdf](https://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br/edicoes/edicoes/ed09_abril2013/NMES_1.pdf)> . Acesso em: 23 de junho de 2020.

SANTAELLA, Lucia. O livro como prótese reflexiva. **MATRIZES**, v. 13, n. 3, p. 21-35, dez. 2019.

SARLO, Beatriz. **Cenas da vida pós-moderna**: intelectuais, arte, videocultura na Argentina. 5 ed. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013.

VIDAL, Priscila Vidal Carneiro; DANTAS, Edmundo Brandão. Dependência móvel: a relação da nova geração com os gadgets móveis digitais. **Signos do Consumo**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 67-84, jul./dez. 2016.

#### **MARIA LUIZA REIS CASTRO**

Aluna do curso de Técnico de Alimentos Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ – Campus Rio de Janeiro). Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC Jr).

#### **ALICE MOURA ARAÚJO DA SILVA**

Aluna do curso Técnico em Meio Ambiente Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ – Campus Rio de Janeiro). Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC Jr).





#### SÉRGIO LUIZ ALVES DA ROCHA

Doutor em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (ProPed/UERJ), Mestre em Saúde Coletiva pelo Instituto de Medicina Social (IMS/UERJ), Graduado e Licenciado em Ciências Sociais pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Membro do Laboratório de Estudos da Cidade (IFRJ/LEC). Linha de pesquisa Cidade, Juventude, Escola e Tecnologia. Atua como professor de Sociologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ - Campus Rio de Janeiro).

#### PATRÍCIA OLIVEIRA DE FREITAS

Pós-Doutora em Estudos da Criança, área de especialização em Sociologia da Infância, no Instituto da Educação da Universidade do Minho, Braga/Portugal, sob orientação do professor Manuel Jacinto Sarmiento. Doutora em educação pela Universidade Federal Fluminense, com tese na área de cotidiano escolar. Professora associada do Instituto de Ciências Sociais Aplicadas - ICSA da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ.

**Contribuição de autoria.** Maria Luiza Reais e Alice Moura de Araújo Silva participaram da elaboração do instrumento de coleta de dados, da sua aplicação, da análise dos dados, do levantamento bibliográfico e da redação do artigo. Sérgio Luiz Alves da Rocha e Patrícia Oliveira de Freitas participaram da concepção e elaboração do projeto, orientaram as estudantes durante todas as etapas da pesquisa e participaram da revisão e edição final do artigo.

**Apoio.** Edital nº. 01/2020 - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Esta pesquisa foi desenvolvida a partir de uma parceria entre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro e o Instituto de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

submetido  
31.07.2020

reapresentado  
02.01.2021

aprovado  
23.02.2021

## AVALIAÇÃO DA TRAJETÓRIA PROFISSIONAL DOS EGRESSOS DO CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO FEDERAL

**JAQUELINE LOURENÇO CAMPOS** 

*Instituto Federal de São Paulo, Registro, SP, Brasil, 11900-000,  
camposjaque90@gmail.com*

**LARISSA TIEMI DAIKUBARA** 

*Instituto Federal de São Paulo, Registro, SP, Brasil, 11900-000,  
larissadaikubara@gmail.com*

**RODRIGO COSTA BATISTA** 

*Instituto Federal de São Paulo, Registro, SP, Brasil, 11900-000,  
rodrigo.cb@ifsp.edu.br*

**ELLEN FELIZARDO BATISTA** 

*Instituto Federal de São Paulo, Registro, SP, Brasil, 11900-000,  
ellenfp@ifsp.edu.br*

### RESUMO

A pesquisa teve como objetivo acompanhar a trajetória profissional dos egressos de um curso técnico em edificações, de uma instituição de ensino que está localizada no Vale do Ribeira, buscando abordar questões referentes à situação profissional atual, tendo como referência o contexto socioeconômico da região. Como metodologia quantitativa, utilizou-se um *survey*, aplicado no ano de 2020, por meio de questões estruturadas. Um total de 202 egressos responderam ao questionário. Os resultados destacaram a importância social da instituição de ensino tanto no sentido de capacitar profissionais para atuarem em sua área de formação, quanto ao fato desses profissionais estarem inseridos no mercado de trabalho. Concluiu-se que é de grande valia o investimento do governo federal na política de educação profissional, tendo em vista o retorno por meio da inserção profissional e na continuidade dos estudos em nível superior dos egressos.

**Palavras-chave:** Curso técnico. Educação profissional. Educação. Mundo do trabalho.



## ASSESSMENT OF THE PROFESSIONAL TRAJECTORY OF GRADUATES OF THE TECHNICAL COURSE IN BUILDINGS OF A FEDERAL EDUCATIONAL INSTITUTION

### ABSTRACT

This research aimed to follow the professional trajectory of the graduates of a technical course in buildings, of an educational institution that is located in Vale do Ribeira, seeking to address issues related to the current professional situation, having as reference the socioeconomic context of the region. As a quantitative methodology, a survey was used, applied in the year 2020, through structured questions. A total of 202 graduates answered the questionnaire. The results highlighted the social importance of the educational institution both in terms of training professionals to work in their area of training, and in the fact that these professionals are inserted in the labor market. It was concluded that the federal government's investment in the professional education policy is valid, considering the return through professional insertion and the continuation of higher education studies for the graduates.

**Keywords:** Education. Professional education. Technical course. The world of work.

### 1 INTRODUÇÃO

Por meio da educação, as instituições de ensino possuem um papel fundamental na transformação sociocultural a vida de um indivíduo, ressaltando que a educação transforma vidas em todos os seus sentidos, formando indivíduos críticos e conscientes, capazes de promover transformações a partir de um conjunto de competências técnicas e comportamentais, estratégias obtidas durante o processo de formação; refletindo na sociedade de forma a contribuir economicamente, socialmente e ambientalmente. Entre os propósitos das instituições de ensino temos a formação de profissionais capacitados nas mais diversas áreas do conhecimento para o exercício de suas profissões. Dessa forma, é de suma importância para estas mesmas instituições acompanhar os resultados de suas ações e, nesse sentido, isso implica no acompanhamento da trajetória profissional de seus egressos.

Os egressos de uma instituição de ensino são um elo representativo da interação entre a instituição, o mundo do trabalho e a comunidade da qual faz parte. Respostas às questões sobre a qualidade da formação e as dificuldades encontradas para a inserção no mundo do trabalho, auxiliam nas tomadas de decisões dos percursos formativos. Sendo assim,



a avaliação da formação de egressos e de sua inserção no mundo de trabalho representa um importante diferencial para as instituições de ensino que primam pela qualidade do ensino e contribuem para o desenvolvimento da sociedade.

No Brasil, diferentemente do que se observa internacionalmente, há um desinteresse em pesquisas de acompanhamento dos egressos por parte das instituições de ensino, apesar da importância que os egressos representam para a avaliação do ensino e tomada de decisão acadêmica (JEAN-JACQUES, 2015). Machado (2001), complementa que o acompanhamento dos estudantes egressos não pode ser interpretado apenas como um controle estatístico, mas deve ir além, buscando consolidar uma interação direta com a comunidade. Trabalhos com o objetivo específico de avaliar os egressos no mundo do trabalho reforçam a importância de uma base de conhecimento construída em função das experiências, resultados positivos e restrições alcançadas pelos egressos (DAZZANI; LORDELO, 2012 *apud* LOUSADA; MARTINS, 2005).

De acordo com o Parecer CNE/CES nº 436/2001, os cursos técnicos são considerados uma das principais respostas do setor educacional às necessidades e demandas da sociedade brasileira, uma vez que o progresso tecnológico vem causando profundas alterações nos modos de produção, na distribuição da força de trabalho e na sua qualificação. Ressalta-se também que os cursos técnicos podem ser a forma mais imediata de qualificação profissional e resultando, posteriormente, na inserção de jovens, cujas famílias são socioeconomicamente menos privilegiadas, no mercado de trabalho.

Nesse sentido, a presente pesquisa teve como objetivo acompanhar a trajetória profissional dos egressos de um curso técnico em edificações, em uma instituição de ensino federal que está localizada no Vale do Ribeira, região cujos municípios estão entre os mais frágeis do estado de São Paulo, devido ao baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), como por exemplo, nos municípios de Ribeirão Branco, Barra do Turvo e Barra do Chapéu, com valores de 0,639, 0,641 e 0,660, respectivamente (IBGE, 2010); buscando abordar questões referentes à situação profissional atual dos egressos, tendo como referência o contexto socioeconômico da região.

## **2 ESTUDOS DE EGRESSOS COMO AÇÃO REFLEXIVA SOBRE A EDUCAÇÃO**

O acompanhamento do egresso oferece às instituições de ensino instrumentos para avaliação das ações formadoras, bem como da qualidade e do uso social do conhecimento adquirido, em termos de ampliação do exercício da cidadania (DELUIZ, 2003). Lousada e Martins (2005, p. 84) ressaltam que “estabelecer um canal de comunicação com os egressos



implica em ouvir aqueles que pela Instituição passaram, cujas percepções, pareceres e críticas possam fundamentar projetos institucionais”.

Espartel (2009, p. 3) destaca que por meio dos egressos é possível a obtenção de uma visão mais consistente sobre o curso, pois os mesmos “(1) têm uma maior maturidade e conseguem ter uma visão mais ampla, quando o processo já está encerrado; e (2) são capazes de verificar, de forma pragmática, a contribuição que o curso trouxe a sua atuação profissional”. A educação fornecida por meio das instituições de ensino permite a formação de cidadãos e profissionais e no campo da pesquisa, o avanço da ciência e da tecnologia (CARVALHO, 2000).

As oportunidades sociais, como a educação, influenciam diretamente na liberdade dos indivíduos viverem melhor, participando das atividades econômicas e da política (SEN, 2000). Ações voltadas para uma educação de qualidade geram retornos, em termos pessoais e de produtividade, propiciando o desenvolvimento econômico e bem-estar social para a região, tanto em função do aumento de renda quanto pela possibilidade de inserção social para o sujeito (RODRIGUES *et al.*, 2009).

Conforme apresentado por Jean-Jacques (2015), no Brasil há uma cultura de não acompanhamento dos egressos por parte das instituições de ensino. Na atualidade, é crescente a oferta do “Portal do Egresso” em inúmeras instituições, o que é de grande importância, tendo em vista que estas iniciativas aproximam os egressos das instituições de ensino. Entretanto, o autor destaca que essas iniciativas visam atender uma demanda explícita ou implícita das autoridades responsáveis pelas avaliações e creditações das instituições, tratando-se, portanto, mais de um procedimento administrativo do que da consciência sobre a importância da contribuição dos egressos para a estratégia de formação das instituições de ensino.

Jean-Jacques (2015), reitera a necessidade das instituições convencer-se que as pesquisas de acompanhamento dos egressos são ferramentas essenciais para a melhoria do ensino e para proporcionar informações aos estudantes e a suas famílias. Com os dados obtidos, os estudantes podem trabalhar com a orientação mais adequada para auxiliá-los na escolha da carreira, e as instituições podem realizar reflexões sobre a oferta de formação e sua pedagogia, contribuindo, dessa forma, para a melhoria do funcionamento da instituição.

Machado (2001) complementa que o acompanhamento permite à instituição de ensino, ao estudante egresso e à empresa onde trabalha participarem conjuntamente do processo de melhoria do processo de ensino-aprendizagem, além de permitir ao estudante egresso maior segurança em suas escolhas e na definição dos seus objetivos.



### 3 EXPERIÊNCIAS ATUAIS DE PESQUISAS FEITAS COM EGRESSOS DE CURSOS TÉCNICOS

Na literatura encontramos estudos que tiveram como objetivo avaliar a inserção de egressos do ensino técnico no mundo do trabalho. Kuasne *et al.* (2017) realizaram um estudo com 53 egressos do curso técnico em têxtil do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá, entre os anos de 2008 a 2016. Por meio da aplicação de questionário os autores constataram que 47,2% dos egressos já atuavam na área e realizaram o curso buscando ampliar suas qualificações profissionais. Os demais atuavam em outras áreas ou procuravam a primeira colocação profissional. Os dados demonstraram que os profissionais que já atuavam na área têxtil permaneceram e os que não atuavam antes do ingresso ao curso não se colocaram profissionalmente em nenhum segmento. Outro destaque refere-se à valorização salarial apresentada pelos egressos, onde 41,5% dos respondentes evidenciaram um relativo reconhecimento positivo do curso por parte dos empregadores. Em relação à satisfação com o curso foi unânime a percepção positiva por parte dos egressos.

Ortega (2018) por meio da aplicação de um questionário avaliou o curso técnico em química de uma escola da rede pública estadual localizada em Porto Alegre. Dos 147 egressos formados entre os anos de 2009 a 2017, 21 participaram da pesquisa. Os resultados apontaram que a motivação dos egressos na escolha pelo curso técnico foi a busca por melhorias financeiras, inserção no mercado de trabalho e troca de profissão. Pós formação, 80% dos egressos afirmaram que o curso foi fundamental na carreira atual, dessa forma, constatou-se que a instituição vem atingindo seu objetivo principal que é a oferta de educação pública de qualidade, formando profissionais e contribuindo para o desenvolvimento social.

Almeida e Cancian (2020) apresentam uma análise da situação de 111 egressos do curso de técnico em agropecuária do Instituto Federal de Rondônia nos campi de Colorado do Oeste e Ariquemes. Com base nos dados obtidos através de um questionário aplicado por meio da ferramenta *Google Forms*, os autores constataram que apesar da qualidade do curso ter sido bem avaliada pelos egressos ela não interferiu diretamente na empregabilidade, uma vez que apenas 27% dos egressos estavam empregados, porém, como ponto positivo, 66% destes profissionais estavam na área da formação técnica. Os resultados indicaram uma alta continuidade dos estudos, contrapondo a baixa empregabilidade, tendo em vista que sugere que o curso técnico abriu as portas para a ampliação da formação e qualificação dos egressos.

No estudo de Silva *et al.* (2020), com os dados de um questionário online respondido por 71 egressos dos anos de 2012 a 2015, do curso técnico em administração do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus



Pirapora, identificou-se que 53% dos egressos não estavam trabalhando na área do curso e, embora 67% estavam cursando o ensino superior, destes apenas 23% verticalizaram para o curso de Bacharelado em Administração. Os autores enfatizam que o curso técnico em administração não foi um determinante para o egresso entrar no mercado de trabalho, apesar destes profissionais apresentarem satisfação com o curso, os mesmos acabaram direcionando suas carreiras para outras áreas de atuação.

Na avaliação dos 84 egressos do curso técnico de administração do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Gaspar dos anos de 2016 a 2017, constatou-se que 51,7% dos egressos estavam trabalhando e que 55,9% verticalizaram o currículo. Os egressos apresentaram satisfação com as ofertas profissionais da região para a área técnica que escolheram. A maioria dos egressos já atuava na área de formação antes de concluir o ensino técnico, indicando a absorção deste perfil profissional pelo mercado e o interesse por qualificação visando permanência na área. Apesar de já atuarem no mercado, de acordo com os autores, a maioria dos egressos consideraram que a instituição influenciou positivamente na inserção no mercado de trabalho (MONDINI *et al.*, 2020).

Todos os estudos citados anteriormente apresentam de forma unânime a satisfação dos egressos com a escolha do curso técnico, independentemente da inserção destes profissionais no mercado de trabalho. Observa-se também que em alguns estudos (KUASNE *et al.*, 2017; MONDINI *et al.*, 2020) os egressos já estavam inseridos na área e realizaram o curso visando ampliar suas qualificações profissionais. Outro destaque refere-se ao elevado percentual de egressos que ingressaram no ensino superior após a realização do curso técnico (ALMEIDA e CANSIAN, 2020; SILVA *et al.*, 2020 *apud* MONDINI *et al.*, 2020). De forma geral, os estudos destacam a importância do conhecimento, das experiências, das ações e restrições alcançadas pelos egressos, bem como, a necessidade da avaliação contínua do processo de formação desses profissionais.

#### **4 VALE DO RIBEIRA: CARACTERIZAÇÃO E MERCADO DE TRABALHO**

O Vale do Ribeira possui área de 18.075 km<sup>2</sup>, é composto por 25 municípios, abriga uma população de aproximadamente 443 mil habitantes e está localizado ao sul do estado de São Paulo e a leste do estado do Paraná (SIT, 2015). A região é atravessada pela rodovia Régis Bittencourt, a qual exerce importante papel econômico na rede rodoviária brasileira, pois faz parte da rota do Mercosul e do principal corredor rodoviário de interligação dos mais importantes polos econômicos das regiões Sudeste e Sul do Brasil (São Paulo e Paraná), estando também entre os portos de Paranaguá e Santos, que, por sua vez, exercem maior influência econômica no país (ICHIHARA *et al.*, 2008).



A região abriga 80% da Mata Atlântica remanescente no Brasil, composta por formações pioneiras do bioma, como mangue e restinga (MACIEL *et al.*, 2021). Em 1999, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) declarou a região Patrimônio Natural da Humanidade. Ela contém, em si, uma das maiores biodiversidades do globo, pois conserva a maior porção de mata atlântica do Brasil (NAREZI, 2018). Apesar destas características, o Vale do Ribeira é caracterizado por ser uma região das mais pobres e subdesenvolvidas do estado de São Paulo e do país quando analisadas e comparadas algumas variáveis sociais e econômicas (BATISTA *et al.*, 2021).

Em relação ao seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o Vale do Ribeira, no seu conjunto, representa a região de menor IDH médio entre as 11 regiões administrativas do Estado de São Paulo, com índice de 0,711 situando-se no plano nacional entre o Amapá (0,708) e o Mato Grosso (0,725) (IBGE, 2010) e no contexto internacional entre a Bósnia e Herzegovina (0,710) e o Azerbaijão (0,713) (UNDP, 2010). De acordo com o Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2010), a região exibiu a menor taxa de urbanização do estado, correspondendo a 74,09% da população nas áreas urbanas, índice bem abaixo das médias estaduais.

Segundo Castro *et al.* (2015) a região do Vale do Ribeira é caracterizada pelo elevado grau de desigualdade e exclusão social, apresentando índices médios de 0,573 e 0,614 respectivamente. O índice de pobreza médio de 0,5 está associado aos baixos rendimentos familiares (FRANÇA, 2005). Quanto ao índice médio de alfabetização da região, embora o mesmo seja de 0,821 (CASTRO *et al.*, 2015), valor próximo a 1,00, quando analisados os níveis educacionais por faixas de idade, observa-se que os responsáveis pelas famílias apresentam baixa escolaridade, sem a devida conclusão da educação básica (FRANÇA, 2005).

A economia da região baseia-se na agricultura, na pesca, na mineração e no extrativismo vegetal (ROMÃO, 2006). Com um baixo índice médio de emprego na ordem de 0,498 (CASTRO *et al.*, 2015), de acordo com França (2005) em decorrência da distribuição populacional, a maior parte da população trabalha com a agricultura, pecuária e exploração extrativista, vivendo em áreas rurais, sem expectativas de um bem-estar social.

França (2005), destaca ainda que os indivíduos desse quadro social e econômico não dispõem de direitos trabalhistas que são deixados de lado por negligência dos empregadores e do Estado como agente fiscalizador, tornando-se vítimas frequentes do processo de excesso de mão de obra desqualificada, o que lhes impõe aceitar os menores salários para os mais longos turnos de trabalho pesado.

A caracterização socioeconômica do Vale do Ribeira, com índices de IDH de 0,741, taxa de urbanização de 74,09%, desigualdade social de 0,573,





exclusão social de 0,614, alfabetização de 0,821 e emprego de 0,498, demonstra o quadro social de pobreza relativa da região, sendo este o cenário no qual os egressos foram inseridos.

## 5 METODOLOGIA

Em relação aos procedimentos metodológicos, quanto aos objetivos, a pesquisa enquadra-se como descritiva. A pesquisa descritiva apresenta a realidade, oferecendo uma ex-posição e descrição dos fatos (SANTOS, 1991). Em relação à abordagem do problema, a pesquisa classifica-se como quantitativa, pois reúne respostas pré-determinadas, facilitando a comparação e a análise de medidas estatísticas de dados (NASCIMENTO, 2016).

Foi utilizado como procedimento o método *survey*, o qual, segundo Tanur (1982 *apud* Freitas *et al.*, 2000), é caracterizado pela obtenção de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo, por meio do instrumento de pesquisa. O instrumento de pesquisa utilizado foi o questionário eletrônico realizado com a ferramenta *Google Forms*, aplicado via e-mail, redes sociais (Facebook e Whatsapp) e contato por telefone. O acesso aos dados dos egressos do curso técnico em edificações foi viabilizado em função de um sistema de banco de dados sigilosos da instituição. A utilização do questionário apresentou como vantagens: a agilidade da coleta de dados, facilidade de acesso aos indivíduos que foram abordados pela pesquisa, eliminação de despesas feitas com viagens, além de evitar o deslocamento da equipe durante o processo de coleta de dados.

O questionário foi estruturado com questões discursivas e de múltipla escolha, abordando as seguintes temáticas: (1) perfil do egresso, (2) atuação na área de formação, (3) ingresso na graduação após a realização do curso técnico, (4) tempo de inserção no mundo do trabalho, (5) avaliação do curso e (6) aquisição e desenvolvimento de conhecimentos e competências no curso.

A utilização do questionário foi viabilizada por meio da ferramenta online *Google Forms*, com a organização inicial do banco de dados (cadastro dos egressos e contatos). Posteriormente, as informações coletadas foram organizadas estatisticamente em planilhas eletrônicas do Excel.

Quanto ao universo de estudo, foram incluídos todos os egressos do curso técnico em edificações do Instituto Federal de São Paulo – Campus Registro, dos anos de 2014 a 2019, a escolha do curso foi realizada em função da necessidade de avaliação de perspectivas futuras visando a verticalização do currículo na área de construção civil. Para validação dos resultados foi considerada uma amostra mínima de 179 egressos, extraída



de um universo de 333 egressos. Para efeito de cálculo da amostra, utilizou-se a formulação matemática (Equação 1) proposta por Stevenson (1981):

$$n = \frac{z^2 E(1-E)N}{(N-1)e^2 + z^2 E(1-E)}$$

Sendo:

$n$  = o tamanho da amostra;

$z$  =  $z$  valor da distribuição normal para determinado nível de confiança;

$E$  =  $z$  grau de heterogeneidade da amostra;

$e$  =  $z$  o erro máximo permitido;

$N$  =  $z$  o tamanho da população.

Tendo em vista que não se sabe o valor específico de ( $E$ ) baseando-se na literatura de estudos semelhantes (BARBOSA *et al.*, 2019) foi adotado o grau de heterogeneidade igual a 50%. Para  $e$  igual a 5% e  $z$  de 1,96 para um limite de confiança igual a 95% (AGRANONIK e HIRAKATA, 2011).

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente usando a estatística descritiva, com o cálculo de médias e porcentagens, descrevendo: o perfil do egresso, por exemplo, as porcentagens de egressos do sexo masculino e feminino da amostra; a descrição da atuação na área de formação, o ingresso em intuições de ensino superior, tempo médio de inserção no mundo do trabalho e desenvolvimento de conhecimentos e competências.

Posteriormente, com os dados finais tratados, foi realizada uma análise comparativa por meio de uma estimativa dos custos governamentais para a formação acadêmica de um egresso, considerando 14 anos de ensino, compostos por 9 anos de Ensino Fundamental I e II, 3 anos de Ensino Médio e 2 anos de Ensino Técnico; com o tempo que o mesmo retorna para a sociedade o investimento aplicado.

Inicialmente foi estabelecido um investimento médio anual por aluno, considerando de acordo com o FUNDEB (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica) (BRASIL, 2018a), o valor de R\$ 5081,25 para o ano de referência de 2019, considerando o fator de ponderação para o ensino médio integrado à educação profissional. Ressalta-se que dessa maneira considerou-se o melhor cenário possível, tendo em vista que o fator de ponderação para o ensino médio integrado à educação profissional (1,30) é a maior ponderação aplicável entre as diferentes etapas, modalidades e tipos de estabelecimentos de ensino da educação básica (BRASIL, 2018b).



Para o retorno do investimento aplicado, foi multiplicado o custo médio do m<sup>2</sup> de construção pela quantidade média de construções realizadas anualmente por um técnico em edificações, visando identificar quanto um egresso terá movimentado, por meio de suas atividades, em termos econômicos na região e em quais cadeias da construção civil.

Outra análise realizada foi referente à valorização da mão-de-obra da construção após a inserção dos egressos no mundo do trabalho, no período de 2014 a 2018, baseando-se no rendimento médio dos empregos formais da construção no Vale do Ribeira (SEADE, 2021).

## 6 RESULTADOS

Após o contato com os 333 egressos formados nos anos de 2014 a 2019, obteve-se o retorno de 202 egressos, superando a quantidade mínima de 179 egressos para a validação da pesquisa. Os resultados apontaram que dos 202 egressos, 43,6% residiam no município de Registro, 10,9% em Cajati, 8,4% em Pariquera-Açu, 6,9% em Jacupiranga, 6,9% em Miracatu, 6,4% em Juquiá, 4,9% em Sete Barras, 4% em Eldorado, 2,5% em Cananéia, 2% em Iporanga, 1,5% em Ilha Comprida, 1,5% em Barra do Turvo e 0,5% em Iguape, conforme ilustrado na FIGURA 1.

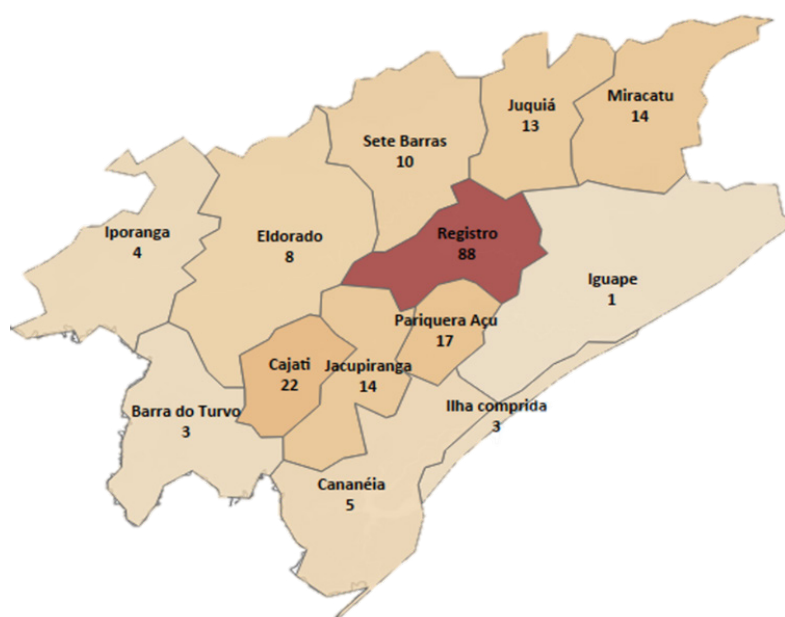


figura 1. Origem dos egressos dentro do mapa do Vale do Ribeira.

Observou-se, dessa forma, que grande parte dos egressos residia no município de Registro, o que se deve principalmente à localização da instituição de ensino, construída neste município; porém, realizando-se um comparativo ao longo dos anos de 2014 a 2019, identificou-se um aumento gradativo no quantitativo de egressos de outros municípios como, por exemplo, em Cajati, Miracatu e Pariquera-Açu (GRÁFICO 1).

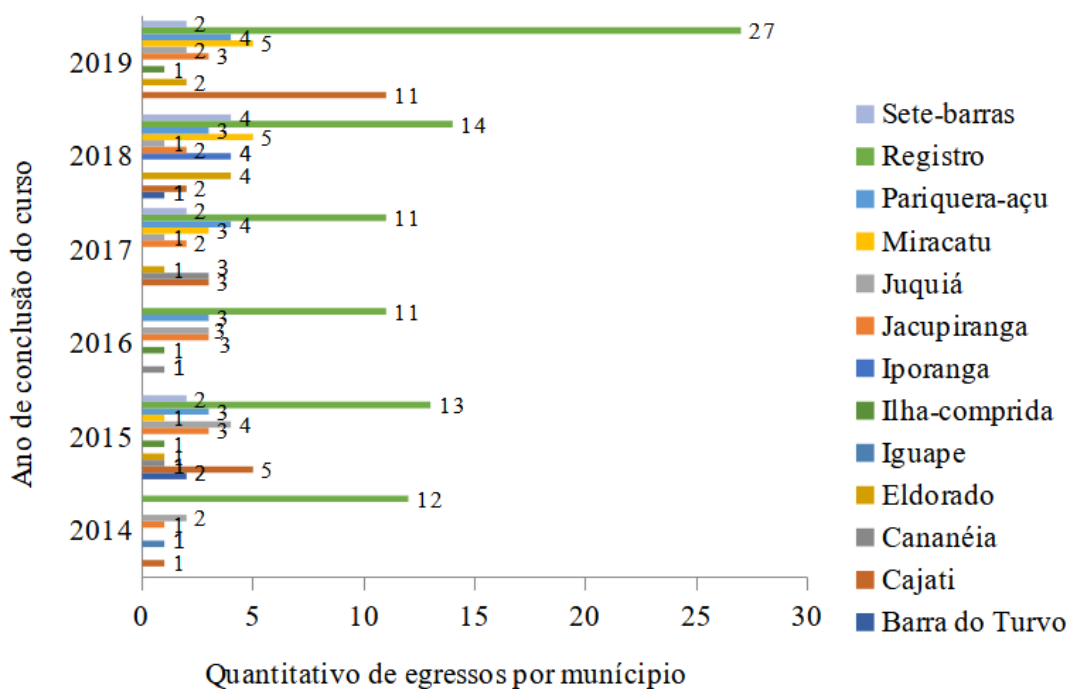


gráfico 1.  
Quantitativo  
de egressos por  
municípios ao  
longo dos anos  
de 2014 a 2019.

Outra característica observada refere-se à predominância de egressos do sexo masculino, correspondente a 63% e 37% ao sexo feminino. Todavia, ressalta-se que houve um aumento de 13% de mulheres ao longo dos anos de estudo, destacando-se a importância do contexto histórico-cultural que a mulher está envolvida, e todas as questões, não só trabalhistas, mas toda a luta constante das mulheres por seus direitos e respeito.

Em relação à faixa etária dos egressos, conforme apresentado no quantitativo de egressos por faixa etária (GRÁFICO 2), observou-se que aproximadamente 82% dos egressos possuem idade entre 16 a 30 anos. O que se deve principalmente às dificuldades de pessoas com maior idade em permanecer no curso em função das suas responsabilidades familiares e conflitos com horários de trabalho (CAMPOS e SANTANA, 2013).

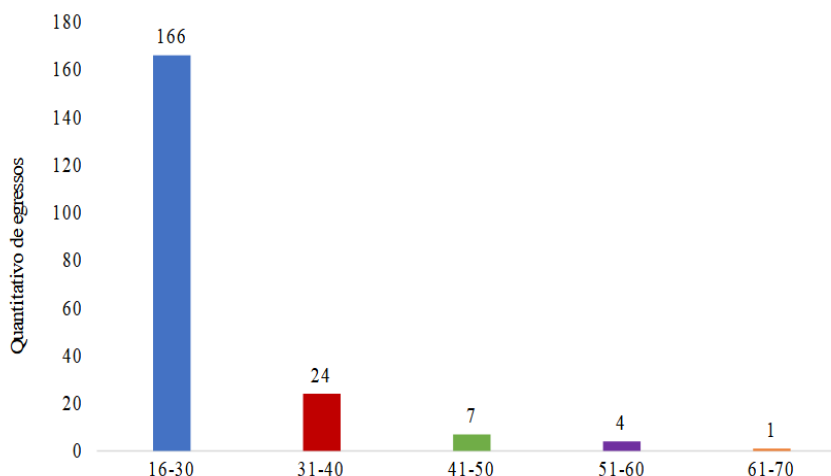


gráfico 2.  
Quantitativo  
de egressos por  
faixa etária



Em relação a atual ocupação dos egressos, após a formação técnica, observou-se que da amostra de 202 egressos, 40% ingressaram em universidades após a conclusão do curso, o que corresponde a 80 egressos; e que 122 mantiveram-se na formação técnica, destes 54 atuam na área como técnicos em edificações. Dos 68 egressos que não atuam na área, 43 estão empregados no setor privado e 9 estão empregados no setor público.

Dos 54 egressos que atuam na área como técnicos em edificações, 22 são profissionais autônomos, 19 trabalham em empresas privadas e 13 atuam como técnicos em edificações no setor público, sendo destes 9 na área de construção civil, 2 como fiscais de obras, 1 como fiscal de obras de pavimentação, e 1 como fiscal de obras de saneamento, conforme apresentado no GRÁFICO 3.

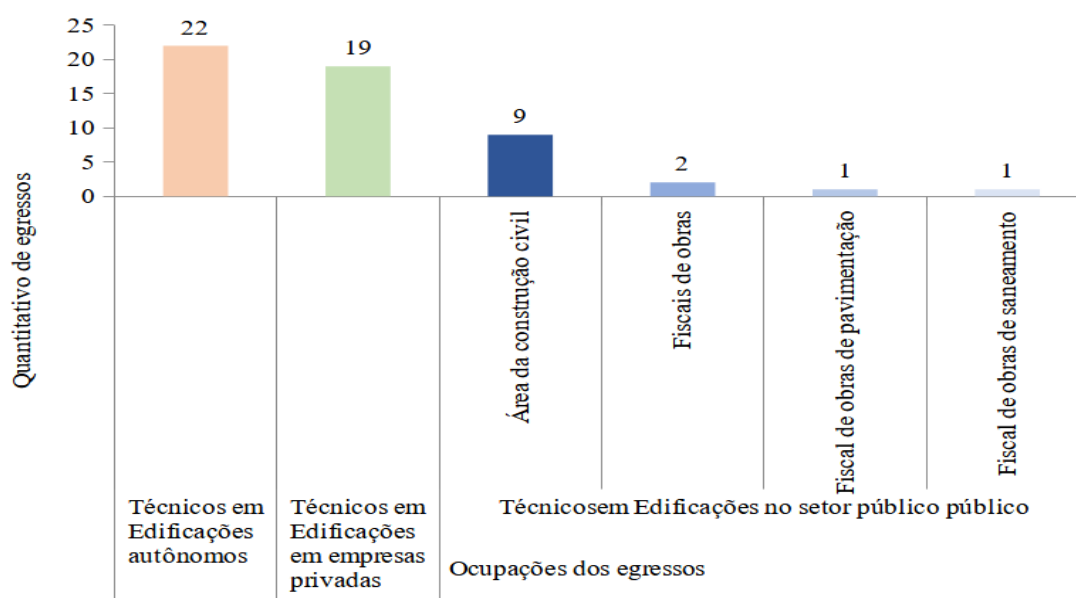


gráfico 3. Ocupações dos egressos que atuam na área.

Analisando-se os resultados obtidos constatou-se a eficácia do ensino para a inserção dos egressos no mundo de trabalho juntamente com a contribuição para a movimentação da econômica local, embora conforme apresentado anteriormente o Vale do Ribeira apresente como característica a baixa taxa de empregabilidade (0,498).

A educação proporcionou a fixação dos egressos no seu habitat, por meio da oportunidade da geração de renda em função das suas atividades profissionais. Dos 80 egressos que prosseguiram os estudos, ou seja, que ingressaram no ensino superior após a formação técnica, 54% especializaram-se na área de construção civil, destes, 47 % ingressaram no curso engenharia civil e 7% no curso de arquitetura e urbanismo (GRÁFICO 4). Ressaltando-se assim, a importância do curso técnico em despertar nos egressos o desejo de prosseguir os estudos, tanto nas áreas de construção civil quanto nas demais áreas.

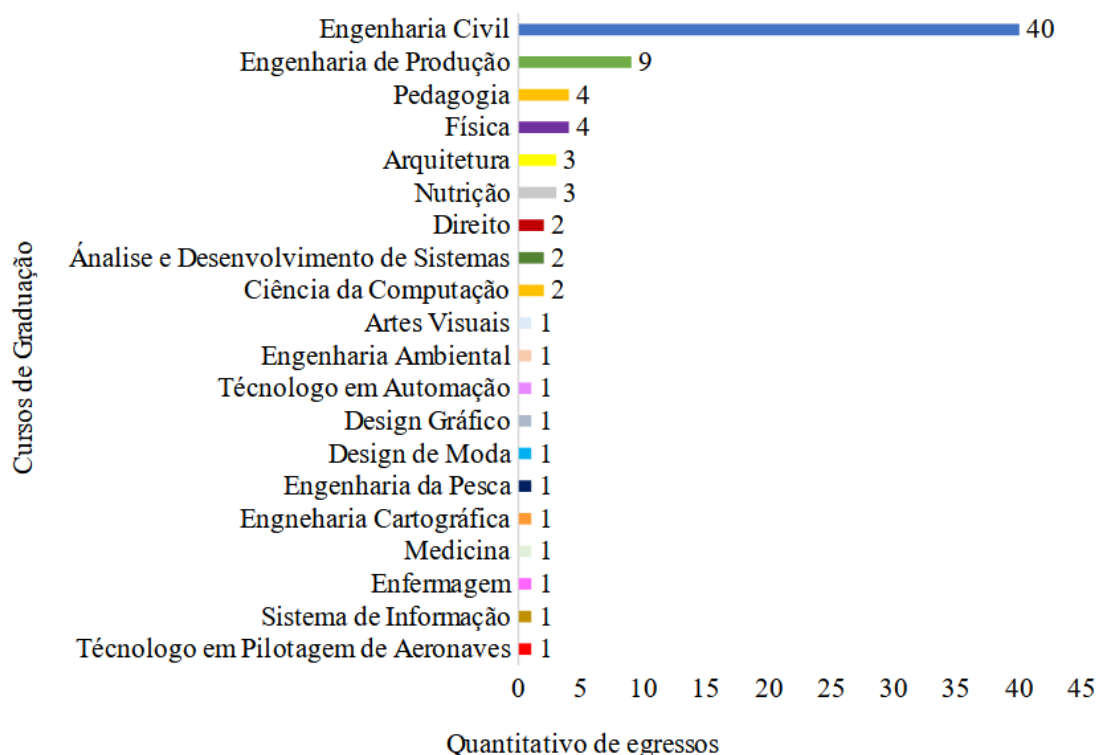


gráfico 4.  
Quantitativo de egressos por cursos de graduação

Destaca-se também que dos 80 egressos que ingressaram no ensino superior, 54 egressos ou 67% estão inseridos em universidades públicas e os outros 26 ou 33%, estão em universidades privadas. Observando a distribuição dos 54 egressos que estão em universidades públicas (GRÁFICO 5), identificamos que os mesmos estão inseridos em diversas universidades espalhadas pelo Brasil, dentre elas 65% encontram-se na região sul e 34% na região sudeste.

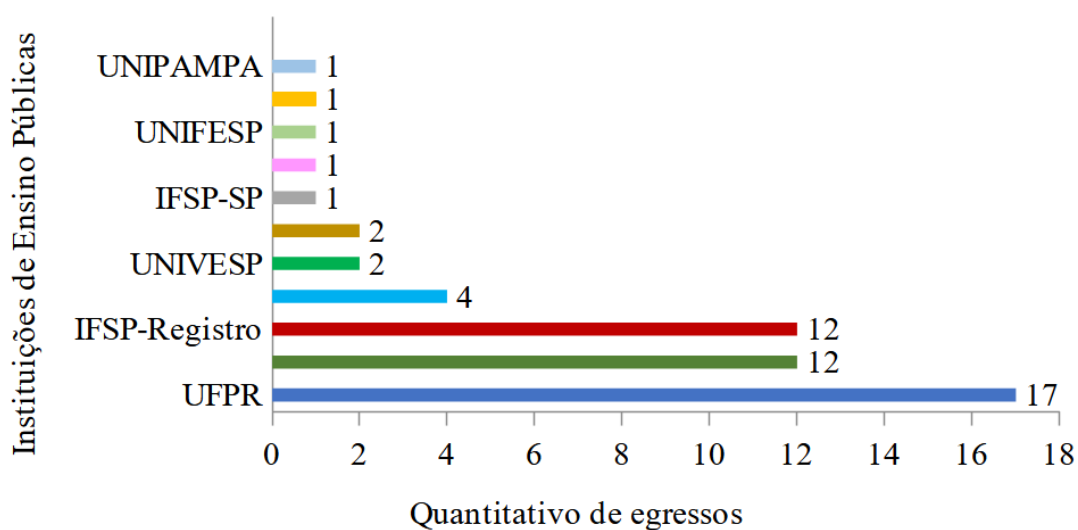


gráfico 5.  
Quantitativo de egressos em instituições de ensino públicas



Tendo em vista as características socioeconômicas do Vale do Ribeira, espera-se que, por meio dos egressos que se mantiveram na região atuando em diferentes áreas e com o possível retorno parcial dos egressos que se inseriram nas instituições de ensino superior, ocorra não somente um aumento na movimentação da economia local, mas também contribuições por meio desses novos olhares e novas experiências que essas formações os proporcionaram.

Apesar do papel transformador da educação a mesma ainda é colocada em segundo plano nos investimentos do nosso país (DOTA e ALVES, 2007), conforme apresentado a seguir, realizamos um levantamento da quantificação dos custos para a formação desses profissionais e em quanto tempo os mesmos retornam para a sociedade o investimento aplicado.

Para uma estimativa de 14 anos de ensino, compostos por 9 anos de Ensino Fundamental I e II, 3 anos de Ensino Médio e 2 anos de Ensino Técnico, o investimento total ao longo de toda trajetória acadêmica do egresso corresponde a R\$72.000,00.

Considerando que um técnico em edificações ativo pode construir edificações até 80m<sup>2</sup> (CFT, 2019), e supondo que para uma situação desfavorável no país o profissional realize 2 obras por ano, e considerando que o custo médio do m<sup>2</sup> de construção, o qual varia anualmente, seja de R\$1066,30 para o ano de 2019 (CBIC, 2021a), em um prazo de 1 ano, o egresso terá movimentado R\$170.608,00 na econômica local por meio de suas atividades, conforme ilustrado na FIGURA 2.

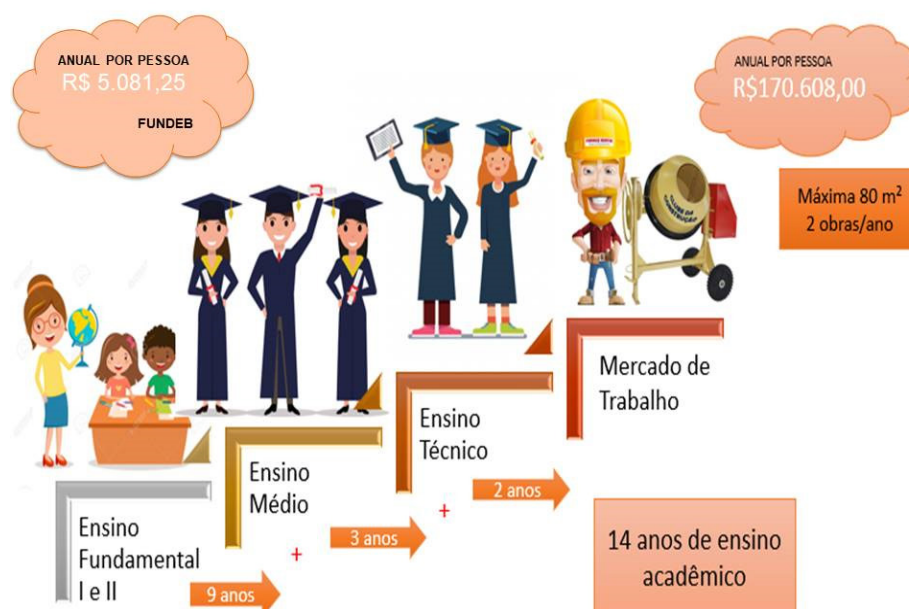


figura 2. Ilustração esquemática da estimativa de retorno econômico dos egressos



Comparando o custo total investido na formação do egresso com a movimentação econômica local destes profissionais após 1 ano de formação, percebe-se que o custo total investido é menor, na ordem de 42%. Dessa forma, destacamos que os custos com educação não podem ser vistos como “gastos” e sim como “investimentos”, pois conforme apresentado por Barros e Mendonça (1997) a educação impacta tanto variáveis econômicas (crescimento econômico), quanto variáveis não-econômicas (crescimento populacional, a mortalidade, e o desempenho educacional futuro), revelando que investimentos em educação têm importantes externalidades sociais.

De acordo com o SINCETI (Sistema de Informação dos Conselhos Técnicos Industriais) (2020), foram registrados 51 técnicos em edificações ativos no Vale do Ribeira entre os anos de 2015 a 2019. Com base nos custos médios do m<sup>2</sup> de construção para os anos de 2015 (R\$ 926,84), 2016 (R\$ 1027,30), 2017 (1066,30), 2018 (1113,88) e 2019 (1158,81) (CBIC, 2021a), foi realizada uma estimativa de retorno econômico desses egressos (FIGURA 2), buscando apresentar um panorama em termos econômicos da movimentação econômica anual dos egressos no referido período (GRÁFICO 6).

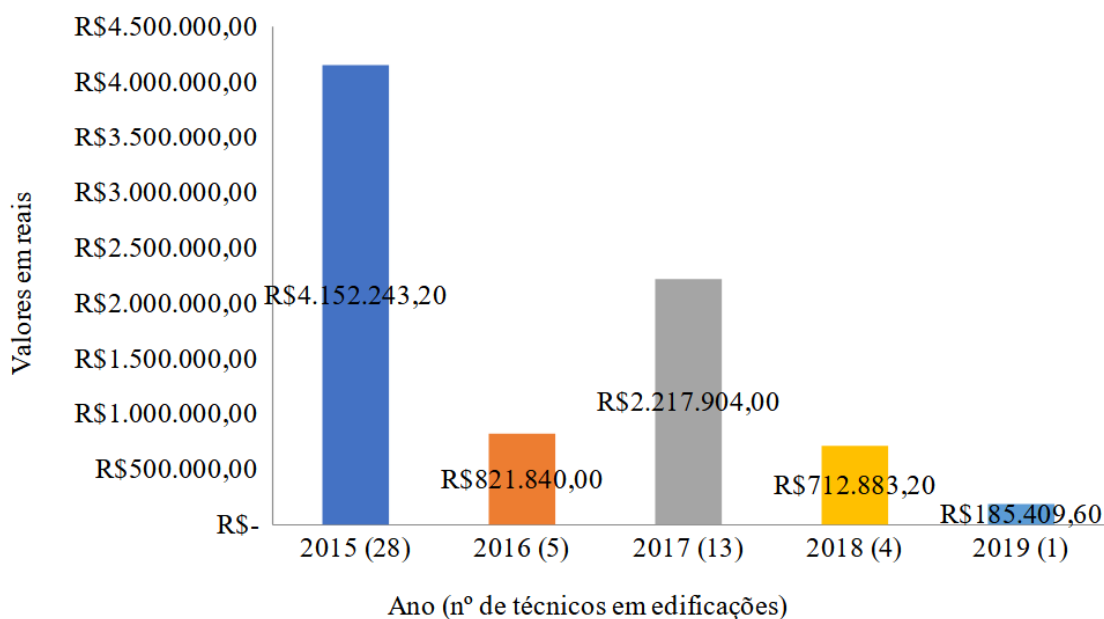


gráfico 6.  
Estimativa da  
movimentação  
econômica anual  
dos egressos

Dessa forma, constata-se que para o ano de 2015, por exemplo, foram registrados 28 técnicos ativos, os quais movimentaram R\$4.152.243,20, destacando-se que estes valores variam conforme o custo do m<sup>2</sup> e da quantidade de técnicos ativos no ano. A composição dos valores da cadeia produtiva da construção civil se divide em: 60,1% na construção, 12,6% na indústria de materiais, 5,7% em serviços, 10,7% com comércio





de materiais, 0,8% com máquinas e equipamentos e outros fornecedores com 10,1% (CBIC, 2019), buscou-se apresentar quais cadeias produtivas foram movimentadas em termos financeiros na construção civil na região (GRÁFICO 7), considerando a estimativa com referência ao ano de 2018 (GRÁFICO 6).

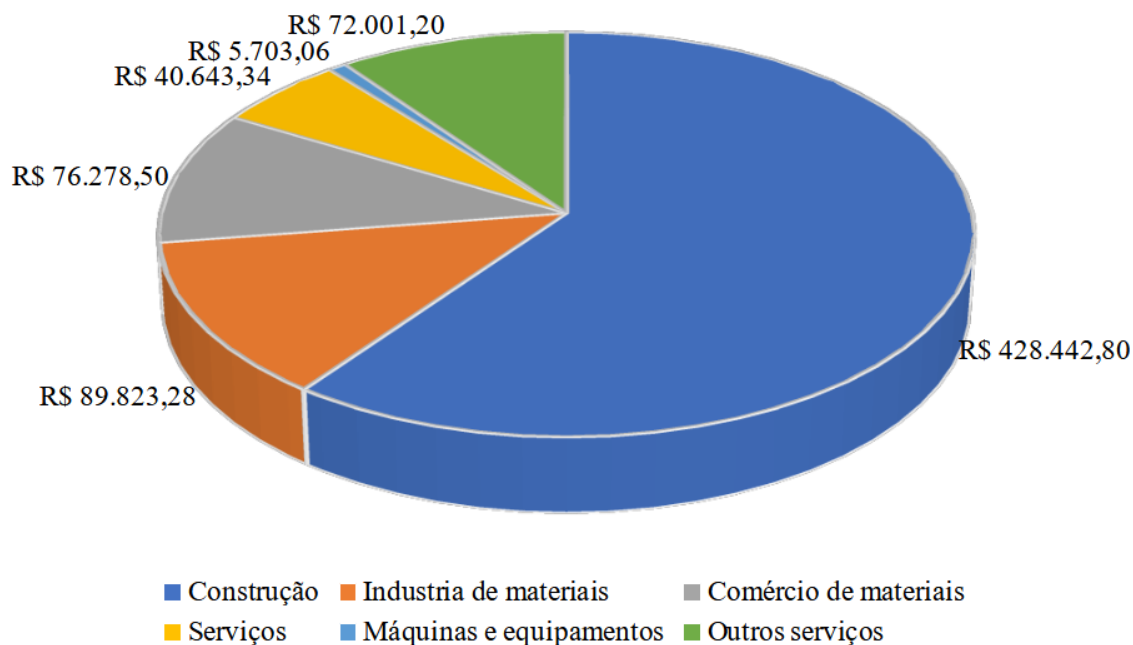


gráfico 7. Composição da cadeia produtiva da construção civil em termos econômicos com base na estimativa de movimentação econômica dos egressos para o ano de 2018.

Fonte: Adaptado da CBIC (2019).

Constata-se que área da construção civil, na qual, o técnico em edificações exerce suas atividades, impacta diferentes atividades e setores locais, propiciando o desenvolvimento econômico em diversos mercados. Outra análise realizada foi referente à valorização da mão de obra da construção após a inserção dos egressos no mundo do trabalho em nossa região. Com base no rendimento médio dos empregos formais da construção (em Reais correntes) de 20 cidades paulistas do Vale do Ribeira, entre os anos de 2014 a 2018 (SEADE, 2021), conforme representado no GRÁFICO 8, percebe-se que ocorreu um aumento do rendimento médio, o que pode estar relacionado com o aumento da qualificação profissional.

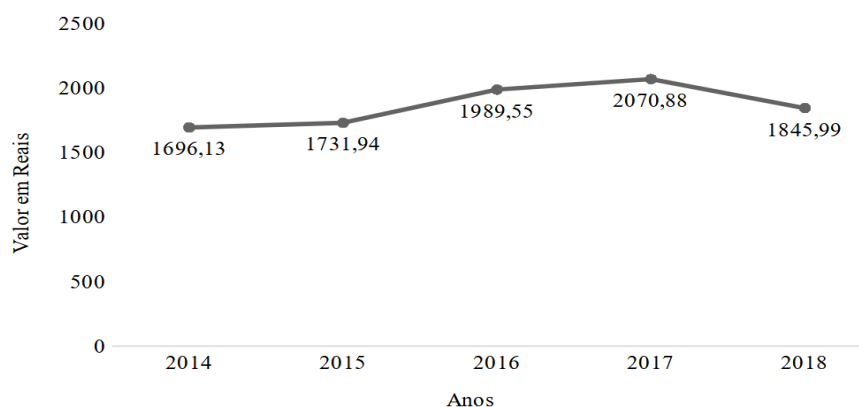


gráfico 8. Rendimento médio dos empregos formais da construção (em reais correntes)

Fonte: Adaptado do SEADE (2021).



Observou-se também que entre os anos de 2014 a 2018 houve uma queda dos empregos formais da construção (GRÁFICO 9), e o motivo dessa queda relaciona-se com problemas econômicos enfrentados pelo nosso país no mesmo período, conforme apresentado no GRÁFICO 10.

gráfico 9. Empregos formais da construção no Vale do Ribeira  
Fonte: Adaptado do SEADE (2021).

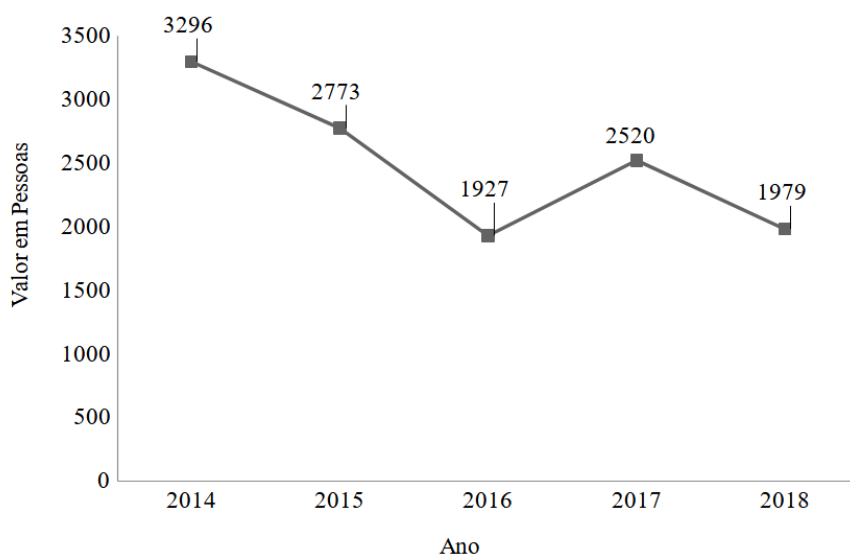
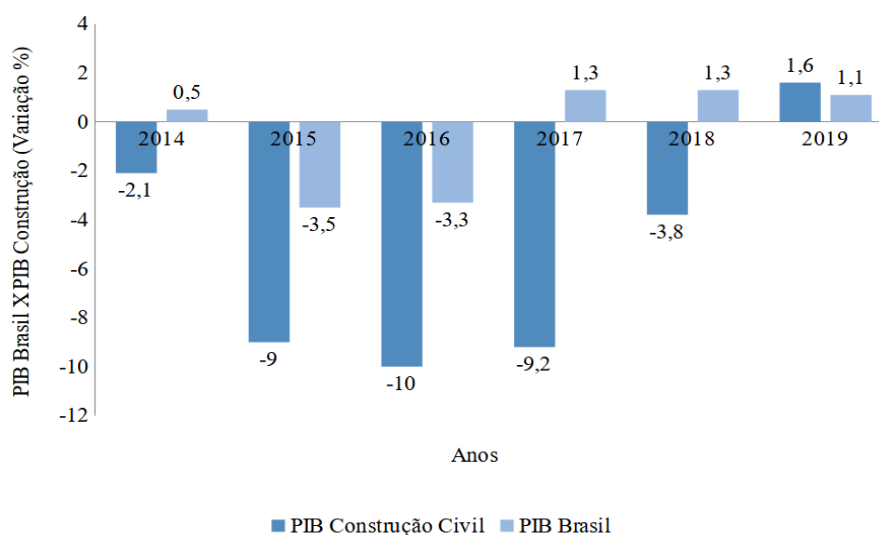


gráfico 10. PIB Brasil x PIB construção entre os anos de 2014 a 2019.  
Fonte: Adaptado de CBIC (2021b).





Conforme observado no GRÁFICO 10, em 2015 e 2016, foram registradas retrações do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, de 3,5% e 3,3%, respectivamente. Entretanto a partir de 2017, o PIB voltou a apresentar crescimento. Embora o PIB Brasil tenha apresentado resultados positivos a partir de 2017, somente em 2019, o PIB da Construção Civil voltou a ficar positivo, após cinco anos consecutivos de queda, demonstrando dificuldade de recuperação após o período de crise. Este processo de recuperação está diretamente ligado à queda dos empregos formais da construção na região do Vale do Ribeira entre os anos de 2014 a 2018.

## 7 DISCUSSÃO

Analisando-se os resultados obtidos com outros estudos realizados sobre o acompanhamento da inserção de egressos de cursos técnicos no mundo do trabalho, inicialmente destacamos a predominância de egressos do sexo masculino (63%) no curso técnico em edificações, diferentemente do observado em cursos técnicos de outras áreas, os quais apresentam a predominância do sexo feminino, como por exemplo nas áreas de administração (MONDINI *et al.*, 2020) e têxtil (KUASNE, *et al.*, 2017). Como justificativa desse resultado tem-se a característica do mercado de trabalho da construção civil brasileira, onde há participação feminina absolutamente inferior à masculina, apesar de na atualidade este quadro estar apresentando relativa melhora (DA SILVA *et al.*, 2014). Também pode-se atribuir uma falta de conhecimento sobre as atividades inerentes da profissão do técnico em edificações.

Em relação à predominância da faixa etária de 16 a 30 anos observada no estudo (82%), outros trabalhos apresentam a mesma característica (MONDINI *et al.*, 2020; KU-ASNE, *et al.*, 2017). Montibeller (2012) cita que a baixa adesão de estudantes com idade igual ou superior a 40 anos em cursos técnicos pode estar associada a elevada carga horária semanal de trabalho desses estudantes, o que dificulta o acompanhamento das aulas; outro ponto destacado pela autora refere-se à forma/propaganda de divulgação dos cursos técnicos, as quais muitas vezes são direcionadas ao público jovem.

Quanto à relação entre o trabalho do egresso e sua área de formação no curso técnico verificou-se que 52% estão trabalhando, destes 27% atuam na área de formação. Estudos semelhantes apresentam também importantes indicadores, como Mondini *et al.* (2020) e Kuasne *et al.* (2017) que verificaram que 61% e 47% dos egressos, respectivamente, trabalhavam na área do curso técnico realizado. A atuação desses profissionais na área de formação indica uma sintonia dos arranjos produtivos da região com o curso oferecido, tendo em vista a absorção desses profissionais pelo mercado local.



No que diz respeito à trajetória acadêmica dos egressos constatou-se que 40% ingressaram no ensino superior. De forma semelhante Silva *et al.* (2017) e Mondini *et al.* (2020) verificaram que 67% e 27% respectivamente dos egressos buscaram o ensino superior após a realização do curso técnico, demonstrando que os cursos técnicos servem de degrau para os níveis superiores de ensino.

Quando analisada as áreas escolhidas pelos egressos para realização do ensino superior, destaca-se que 54% escolheram a área de construção civil. Semelhante aos resultados deste estudo, Mondini *et al.* (2020) verificaram que aproximadamente 44% dos egressos do curso técnico estudado ingressaram no curso superior em uma área fortemente associada ao curso técnico realizado. Destacando a importância das instituições de ensino técnico na verticalização do ensino, fornecendo uma formação que promove a elevação da escolaridade desses profissionais.

Os resultados ressaltam a importância de uma relação participativa entre as instituições de ensino e a comunidade, visando uma discussão sobre o curso e os egressos, no que diz respeito ao perfil atual solicitado pelo mercado de trabalho e para o desenvolvimento socioeconômico regional, fomentando a aderência entre o curso técnico, as necessidades dos egressos, as necessidades do mercado de trabalho e da sociedade.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo acompanhar a trajetória profissional dos egressos de um curso técnico em edificações, de uma instituição de ensino, que está localizada em uma região caracterizada como uma das mais subdesenvolvidas do Brasil, buscando abordar questões referentes à atual situação profissional dos egressos, tendo como referência o contexto socioeconômico da região.

Os resultados destacaram a importância social da instituição de ensino, tanto no sentido de capacitar profissionais para atuarem em sua área de formação (26,7%), quanto ao fato de esses profissionais estarem inseridos no mercado de trabalho (60,3%).

Outro destaque de elevada importância, tendo em vista o contexto econômico atual, onde o profissional deve apresentar um perfil polivalente, flexível e multidisciplinar, refere-se ao processo de verticalização da formação destes profissionais, com significativa inserção em instituições de ensino superior (39,6%). Portanto, o curso técnico motivou os egressos a darem continuidade nos estudos, tanto nas áreas de construção civil (21,3%), quanto nas demais áreas (18,3%).

O estudo comparativo entre os custos governamentais para a formação técnica e o tempo de retorno para a sociedade do investimento aplicado



demonstrou que em um curto prazo de tempo esses profissionais movimentam a econômica local, atuando nas diversas áreas da cadeia produtiva da construção civil.

Embora no intervalo do estudo (2014 a 2019) o Brasil estivesse passando por um período de crise (2015 a 2016), o qual refletiu no PIB da construção até 2018, e das características em relação aos índices de pobreza (0,5) e de empregabilidade do Vale do Ribeira (0,498), destaca-se a importância da instituição de ensino, pois, por meio da educação, os egressos tiveram a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos com as inserções no mundo do trabalho e nos cursos de graduação. Enfatiza-se também, a validade de investimentos do governo federal na política de educação profissional, tendo em vista que o retorno do investimento é materializado por meio da inserção profissional e da continuidade dos estudos em nível superior dos egressos.

Como limitações da pesquisa temos a impossibilidade de generalizações do estudo para egressos de outros cursos e de outras instituições de ensino, localizadas em outros contextos, uma vez que as análises empreendidas consideraram apenas egressos de um curso técnico. Recomendamos também estudos futuros que visem constatar, por meio de indicadores, se o ganho para a educação e para a comunidade são maiores que o capital movimentado pela profissionalização, o que não foi possível ser verificado por meio das análises feitas.

Ressalta-se, por meio desta pesquisa, a importância do acompanhamento dos egressos, o qual permite o conhecimento da realidade do mundo do trabalho destes profissionais, propiciando reflexões sobre a educação ofertada, intensificando o elo entre a sociedade, a instituição e o mundo do trabalho.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRANONIK, M; HIRAKATA, V. N. Cálculo de tamanho de amostra: proporções. **Clinical & Biomedical Research**, v. 31, n. 3, 2011. Disponível em:< <https://www.seer.ufrgs.br/hcpa/article/view/23574/15837>>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- ALMEIDA, A. N.; CANCIAN, R.A. S. Inserção do egresso do curso técnico em agropecuária no mercado de trabalho do Brasil. **FACEF Pesquisa-Desenvolvimento e Gestão**, v. 23, n. 3, 2020. Disponível em:< <https://periodicos.unifacel.com.br/index.php/facefpesquisa/article/view/1800>>. Acesso em: 15 abr. 2021.



- BARBOSA, A. C. S. et al. Perfil de egressos de Enfermagem: competências e inserção profissional. **Rev. Latino-Am. Enfermagem, Ribeirão Preto**, v. 27, e3205, 2019. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-11692019000100386&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692019000100386&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- BARROS, R. P. D.; MENDONÇA, R. S. P. D. **Investimentos em educação e desenvolvimento econômico**. 1997. Disponível em:< [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2308/1/td\\_0525.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2308/1/td_0525.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- BATISTA, R. A. W. et al. Estimativa do fator de Erosividade do solo na região do Vale do Ribeira Paulista, Brasil. **Formação (Online)**, v. 28, n. 53, p. 441-460, 2021. Disponível em:< <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/8015/6030>>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- BRASIL. **Portaria Interministerial Nº 7, de 28 de dezembro de 2018**. 2018a. Disponível em: < <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=31/12/2018&jornal=515&pagina=55>>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- BRASIL. **Resolução nº 1, de 6 de dezembro de 2018**. 2018b. Disponível em:< <http://www.fnde.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/legislacao/item/12235-resolucao-n01,-de-6-de-dezembro-de-2018>>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer n. 436, 2001**. Disponível em:< <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES0436.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL (CBIC). **Perfil da Cadeia Produtiva da Construção e da Indústria de Materiais e Equipamentos - 2018**<sup>o</sup>. 2019. ABRAMAT e FGV Projetos. Disponível em:< <http://www.abramat.org.br/datafiles/publicacoes/indicadores-para-divulgacao.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL (CBIC). **Banco de Dados**. 2021a. Disponível em: < <http://www.cbicdados.com.br/menu/custo-da-construcao/>>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL (CBIC). **Banco de Dados**. 2021b. Disponível em: < <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- CAMPOS, R. K. D. N., SANTANA, G. D. C. **Fatores e motivos da evasão escolar no curso técnico subsequente de manutenção e suporte em informática do IFS-Campus Itabaiana**. 2013. Disponível em:< <https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/bitstream/123456789/608/1/Fatores%20e%20motivos%20da%20evasao%20escolar%20no%20curso%20tecnico.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2021.



CARVALHO, A. C. M., NEVES, J. T. R. Análise de necessidades de informação em empresas de alta tecnologia. In: **Simpósio de gestão da inovação tecnológica**, p. 54-70. São Paulo. 2000.

CASTRO, D. *et al.* **Atlas da exclusão social no Brasil: dez anos depois**. São Paulo: Cortez Editora, 2015. ISBN 978-85-249-2205-3. Disponível em: < [http://www.sc.gov.br/images/banners\\_conheca\\_sc/documentos/Atlas%20-%20Cortez%20Editora%20-%20Desigualdade%20no%20Brasil.pdf](http://www.sc.gov.br/images/banners_conheca_sc/documentos/Atlas%20-%20Cortez%20Editora%20-%20Desigualdade%20no%20Brasil.pdf)>. Acesso em 15 abr. 2021.

CFT. CONSELHO FEDERAL DOS TÉCNICOS INDUSTRIAIS. **Resolução Nº58 de 2019**. Disponível em: < <https://www.cft.org.br/wp-content/uploads/2019/04/RESOLUCAO-N-058-2019.pdf>> 2019. Acesso em: 14 mar. 2021.

DA SILVA FILHO, L. A.; DE QUEIROZ, S. N.; DA SILVA, F. J.F. Mercado de trabalho na construção civil brasileira: uma abordagem comparativa entre homens e mulheres. **VI Congresso ALAP**. 2014. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/profile/Luis-Filho-2/publication/328295297\\_Mercado\\_de\\_trabalho\\_na\\_construcao\\_civil\\_brasileira\\_uma\\_abordagem\\_comparativa\\_entre\\_homens\\_e\\_mulheres/links/5bc52c08458515f7d9bf18c6/Mercado-de-trabalho-na-construcao-civil-brasileira-uma-abordagem-comparativa-entre-homens-e-mulheres.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Luis-Filho-2/publication/328295297_Mercado_de_trabalho_na_construcao_civil_brasileira_uma_abordagem_comparativa_entre_homens_e_mulheres/links/5bc52c08458515f7d9bf18c6/Mercado-de-trabalho-na-construcao-civil-brasileira-uma-abordagem-comparativa-entre-homens-e-mulheres.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2021.

DAZZANI, M. V. M., LORDELO, J. A. C. **Estudos com estudantes egressos: concepções e possibilidades metodológicas na avaliação de programas**. Salvador: EDUFBA, 2012. Disponível em: < <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/16837>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

DELUIZ, N. **Metodologias e resultados do acompanhamento de egressos da educação profissional**. Seminário Nacional de Educação Profissional, Brasília, 2003. p.173-180. Disponível em: < <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me002266.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

DOTA, F. P., ALVES, D. M. Educação especial no Brasil: uma análise histórica. **Revista Científica Eletrônica de Psicologia**, v. 8., 2007. Disponível em: < [https://josiprofessora.webnode.com/\\_files/200000029-b1597b253c/edic-08-anov-revisao03.pdf](https://josiprofessora.webnode.com/_files/200000029-b1597b253c/edic-08-anov-revisao03.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2021.

ESPARTEL, L. B. O uso da opinião dos egressos como ferramenta avaliação de cursos: o caso de uma instituição ensino superior catarinense. **Revista Alcance**, Itajaí, v. 16, n. 1, p. 102-114, 2009. Disponível em: < <https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/ra/article/view/1050/859>>. Acesso em: 15 abr. 2021.



- FRANÇA, A. D. **Vale do Ribeira (SP): proposições econômicas, sociais, políticas e ambientais para o crescimento e desenvolvimento sustentável dos municípios da Região Administrativa de Registro.** Mestrado em Economia Política, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2005. Disponível em: <<https://sapientia.pucsp.br/bitstream/handle/9147/1/Dissertacao%20Adelmo%20Magalhaes%20de%20Franca.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- FREITAS, H. et al. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração.** Universidade de São Paulo, v.35, n. 3, p. 105-112, 2000. Disponível em: <[http://www.clam.org.br/bibliotecadigital/uploads/publicacoes/1138\\_1861\\_freitashenriquerausp.pdf](http://www.clam.org.br/bibliotecadigital/uploads/publicacoes/1138_1861_freitashenriquerausp.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em 15 abr. 2021.
- ICHIHARA, S. M.; GUILHOTO, J. J. M. The impact of economic growth on the high-ways in São Paulo: an application of input-output model combined with GIS. **Electron. J.** p. 1-35, 2008. DOI. 10.2139/ssrn.1862188.
- JEAN-JACQUES, P. Acompanhamento de egressos do ensino superior: Experiência brasileira e internacional. Higher education graduates monitoring: Brazilian and inter-national experiences. Suivi des diplomes de l'enseignement supérieur: Expériences brésilienne et internationale. **Caderno CRH,** v. 28, n. 74, p. 309, 2015. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/283013671\\_ACOMPANHAMENTO\\_DE\\_EGRESSOS\\_DO\\_ENSINO\\_SUPERIOR\\_experiencia\\_brasileira\\_e\\_internacional\\_1](https://www.researchgate.net/publication/283013671_ACOMPANHAMENTO_DE_EGRESSOS_DO_ENSINO_SUPERIOR_experiencia_brasileira_e_internacional_1)>. Acesso em: 19 jul. 2021.
- KUASNE, A. M. et al. Análise da trajetória profissional dos egressos do curso técnico em têxtil do IFSC-Campus Araranguá. **5º CONTEXMOD,** v. 1, n. 5, p. 22-33, 2017. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Giacomini-2/publication/317203709\\_Analise\\_da\\_trajetoria\\_profissional\\_dos\\_egressos\\_do\\_curso\\_tecnico\\_em\\_textil\\_do\\_IFSC\\_Campus\\_Ararangua/links/592c27cfaca27295a80fac46/Analise-da-trajetoria-profissional-dos-egressos-do-curso-tecnico-em-textil-do-IFSC-Campus-Ararangua.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Giacomini-2/publication/317203709_Analise_da_trajetoria_profissional_dos_egressos_do_curso_tecnico_em_textil_do_IFSC_Campus_Ararangua/links/592c27cfaca27295a80fac46/Analise-da-trajetoria-profissional-dos-egressos-do-curso-tecnico-em-textil-do-IFSC-Campus-Ararangua.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2021.
- LOUSADA, A. C. Z., MARTINS, G. de A. Egressos como fonte de informação à gestão do curso de Ciências Contábeis. **Revista Contabilidade Financeira USP,** n. 37, p. 7384, 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-70772005000100006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-70772005000100006)>. Acesso em 15 abr. 2021.
- MACHADO, A. de S. **Acompanhamento de egressos: caso CEFET-PR – Unidade de Curitiba.** Florianópolis: UFSC (dissertação), 2001. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/81600>>. Acesso em 15 abr. 2021.





- MACIEL, A. L.; ALVES, D.; SANT'ANNA, S. Análise dos processos de desmatamento e regeneração nas Unidades de Conservação pertencentes no Vale do Ribeira - SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 73(1), p. 261-277, 2021. Disponível em:< <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/55435/31009>>. Acesso em 15 abr. 2021.
- MONDINI, V. E. D.; FRONTELI, M. H.; MARTINEZ, C. H. Avaliação dos egressos do curso técnico de administração do IFSC: formação profissional, empregabilidade e continuidade dos estudos. **Revista NUPEM**, v. 12, n. 25, p. 105-123, 2020. Disponível em:< <http://revistanupem.unespar.edu.br/index.php/nupem/article/view/642/412>>. Acesso em: 19 jul. 2021.
- MONTIBELLER, C. **Curso técnico: reflexos na trajetória ocupacional de estudantes com idade igual ou superior a 40 anos**. 2012. Disponível em:< <https://siaiap39.univali.br/repositorio/bitstream/repositorio/1875/1/Claudia%20Montibeller.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2021.
- NAREZI, G. A agroecologia como estratégia de gestão de Unidades de Conservação de uso sustentável no Vale do Ribeira, Estado de São Paulo, Brasil. **Redes - Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul**, v. 23, n. 1, p. 69-91, 2018. DOI. 10.17058/redes.v23i1.9324. Disponível em:< <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/9324/pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- NASCIMENTO, F. P. **Classificação da Pesquisa. Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos**. 2016. Disponível em:<<http://franciscopaulo.com.br/arquivos/Classifica%C3%A7%C3%A3o%20da%20Pesquisa.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2021.
- ORTEGA, R. J. C; PASSOS, C. G Egressos de um curso técnico em química: o ingresso no curso e o mercado de trabalho. **Anais. Encontro de Debates sobre o Ensino de Química**. Canoas, RS: Universidade Luterana do Brasil (Ulbra), 2018. Disponível em:< <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/205747/001105305.pdf?sequence=1>> Acesso em: 15 abr. 2021.
- RODRIGUES, M. B. C. et al. O egresso da escola técnica de saúde da Unimontes: conhecendo sua realidade no mundo do trabalho. **Trabalho, Educação e Saúde**, vol. 7, núm. 2, p. 305-328, 2009. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em:< <https://www.scielo.br/pdf/tes/v7n2/07.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- ROMÃO, D. A. **Vale do Ribeira: um ensaio para o desenvolvimento das comunidades rurais**. 2006. Vol. 11. Bib. Orton IICA/CATIE. Disponível em:< <http://repiica.iica.int/docs/B0593p/B0593p.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- SANTOS, J. V. T. A construção da viagem inversa. Ensaios sobre a investigação nas ciências sociais. **Caderno de Sociologia**, v. 3, n. 3, p. 55-88, 1991.



SEADE. FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Pesquisa de Atividade Econômica Paulista**. 2021. Disponível em < <https://perfil.seade.gov.br/> >. Acesso em: 14 mar. 2021.

SEN, A. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SILVA, D. R. et al. A atuação do egresso do curso técnico em administração no mercado de trabalho. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, n. 18, p. 6394, 2020. Disponível em:< [https://www.researchgate.net/publication/340425524\\_A\\_ATUACAO\\_DO\\_EGRESSO\\_DO\\_CURSO\\_TECNICO\\_EM\\_ADMINISTRACAO\\_NO\\_MERCADO\\_DE\\_TRABALHO](https://www.researchgate.net/publication/340425524_A_ATUACAO_DO_EGRESSO_DO_CURSO_TECNICO_EM_ADMINISTRACAO_NO_MERCADO_DE_TRABALHO)>. Acesso em: 15 abr. 2021.

SINCETI. SISTEMA DE INFORMAÇÃO DOS CONSELHOS TÉCNICOS INDUSTRIAIS. Disponível em:<<https://corporativo.sinceti.net.br/app/view/sight/externo?form=PesquisarProfissionalEmpresa>>. 2020. Acesso em: 14 mar. 2021.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES TERRITORIAIS (SIT). **Vale do Ribeira**. Disponível em: < [http://sit.mda.gov.br/download/caderno/caderno\\_territorial\\_100\\_Vale%20do%20Ribeira%20-%20SP.pdf](http://sit.mda.gov.br/download/caderno/caderno_territorial_100_Vale%20do%20Ribeira%20-%20SP.pdf) >. Acesso em: 15 abr. 2021.

STEVENSON, W. J. **Estatística aplicada à administração**. São Paulo: Harbra, 1981.

UNDP, U. N. **Human Development Report 2010**. The Real Wealth of Nations: Pathways to Human Development. United Nations Development Programme, 2010. Disponível em: < [http://www.hdr.undp.org/sites/default/files/reports/270/hdr\\_2010\\_en\\_complete\\_reprint.pdf](http://www.hdr.undp.org/sites/default/files/reports/270/hdr_2010_en_complete_reprint.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2021.

#### **JAQUELINE LOURENÇO CAMPOS**

É técnica em Edificações pelo Instituto Federal de São Paulo.

#### **LARISSA TIEMI DAIKUBARA**

É técnica em Edificações pelo Instituto Federal de São Paulo – Campus Registro. Atualmente é estudante no curso de Ciências Contábeis no da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco.



#### **RODRIGO COSTA BATISTA**

É mestre (2020) em Ciência, Tecnologia e Sociedade pelo Instituto Federal do Paraná na Linha de Pesquisa de Desenvolvimento Tecnológico, Ciência e Inovação e graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná (2013). Professor EBTT no Instituto Federal de São Paulo – Campus Registro no curso Técnico em Edificações.

#### **ELLEN FELIZARDO BATISTA**

É mestre (2019) em Engenharia de Construção Civil – Área de Geotecnia pela Universidade Federal do Paraná e graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná (2013). Professora EBTT no Instituto Federal de São Paulo – Campus Registro no curso Técnico em Edificações.

- submetido** 14.03.2021 **Contribuição de autoria.** Jaqueline Lourenço Campos e Larissa Tiemi Daikubara participaram da elaboração do estudo, da investigação de dados, do levantamento bibliográfico e da redação do artigo. Rodrigo Costa Batista e Ellen Felizardo Batista orientaram todas as etapas e participaram da revisão final e da edição do artigo.
- reapresentado** 21.07.2021
- aprovado** 07.09.2021 **Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

## AS CONCEPÇÕES DE TRABALHO NO INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ: UMA ANÁLISE DOS PLANOS PEDAGÓGICOS DE CURSOS DE ENSINO MÉDIO INTEGRADO

**CAMILE RIBEIRO TEXCA** 

*Instituto Federal do Paraná, Campo Largo, PR, Brasil, 83607-140,  
camiletexca1@gmail.com*

**EMILY EDUARDA BARAUSSE** 

*Instituto Federal do Paraná, Campo Largo, PR, Brasil, 83607-140,  
emilybarausse2003@gmail.com*

**SAMUEL CARLOS WIEDEMANN** 

*Instituto Federal do Paraná, Campo Largo, PR, Brasil, 83607-140,  
samuel.wiedemann@ifpr.edu.br*

### RESUMO

Esta pesquisa objetiva compreender as diferentes concepções de trabalho presentes nos Projetos Pedagógicos de Curso (PPC) dos cursos de Ensino Médio Integrado dos 25 campi do Instituto Federal do Paraná (IFPR). Para tal, foi lido um total de 72 PPC da instituição. As leituras foram guiadas por um Roteiro de Análise, elaborado previamente pelos pesquisadores. Os dados retirados dos PPC foram confrontados com a bibliografia específica para obtenção dos resultados. Percebeu-se grande heterogeneidade entre os cursos, além de muitos deles não serem realmente cursos integrados, pois compreendem o trabalho somente em seu sentido econômico. Esses resultados podem ser usados pela gestão das Instituições Federais para nortear e reavaliar suas políticas educacionais.

**Palavras-chave:** Ensino Médio Integrado. Projeto Pedagógico de Curso. Trabalho. Formação Integral. Instituto Federal do Paraná.



## WORK CONCEPTIONS AT THE INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ: AN ANALYSIS OF THE INTEGRATED HIGH SCHOOL'S PEDAGOGICAL COURSE PROJECTS

### ABSTRACT

This research has the objective of understanding the different conceptions of work present in the Pedagogical Course Projects (PCP) of the Integrated High School courses of the 25 campuses of the Federal Institute of Paraná (IFPR). To reach this objective, it was read 72 PCP of the institution. The readings were guided by an Analysis Guide previously prepared by the researchers. The data taken from the PPC were compared with the specific bibliography to obtain the results. It was noticed a great heterogeneity between the courses, besides that many of them are not really integrated courses, because they understand the work only in its economic sense. These results can be used by the management of federal educational institutions to guide and reassess their educational policies.

**Keywords:** Integrated High School. Pedagogical Course Project. Work. Integral Formation. Federal Institute of Paraná.

### 1 INTRODUÇÃO

O Ensino Médio Integrado, possibilitado pelo Decreto 5.154/2004 (BRASIL, 2004), caracteriza-se como uma modalidade de ensino relativamente recente no Brasil e que integra educação básica e profissional. É ofertado, principalmente, pelos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, presentes no território nacional.

As primeiras iniciativas de Educação Profissional formal no Brasil tiveram seu início com a criação do Colégio das Fábricas, por D. João VI, no ano de 1809 (CASTANHO 2006, p. 10). Essa modalidade de educação surgiu com um viés assistencialista, ou seja, tinha o objetivo de amparar os “humildes, pobres e desvalidos” (SANTOS, 2000, p. 208). Com esse intuito, no decorrer do século XIX, foram criadas várias instituições, voltadas para o ensino primário e para a aprendizagem de alguns ofícios, destinadas às crianças pobres, aos órfãos e aos abandonados.

No início do século XX, a Educação Profissional passou a preocupar-se mais com a preparação de operários para exercerem o trabalho (propriamente dito), embora, majoritariamente, o público consistia de marginalizados socialmente (FONSECA, 1961, p.163). Em 1909, o Presidente Nilo Peçanha criou, pelo Decreto 7.566 de 23 de setembro de 1909, as Escolas de Aprendizes Artífices, dando um grande passo para a mudança do cenário da Educação Profissional no país. Foram constituídas 19 escolas e



promovida uma ampliação dos investimentos nas áreas da agricultura e da indústria. De acordo com Cunha (2005, p. 63), esse foi o “acontecimento mais marcante do ensino profissional na Primeira República”. Entretanto, como apontado por Fonseca, ainda se manteve vinculado ao velho preconceito dos séculos anteriores, sendo que “emprestava à aprendizagem de ofícios a feição secular que a destinava aos pobres e aos humildes e não evitasse [...] aquela preferência aos candidatos ‘desfavorecidos pela fortuna’” (FONSECA, 1961, p. 63).

As décadas seguintes foram marcadas por transformações políticas, econômicas e educacionais na sociedade brasileira. Para atender as demandas que o processo de industrialização e de modernização exigiam, os setores dirigentes promulgaram diversos decretos-leis para normatizar a educação nacional, que ficaram conhecidas como Leis Orgânicas da Educação Nacional — a Reforma Capanema. É importante, ainda, destacar que esse conjunto de reformas proporcionou as criações das Escolas Técnicas Federais e o chamado Sistema “S” (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - Senai; Serviço Social do Comércio - Sesc; Serviço Social da Indústria - Sesi; e Serviço Nacional de Aprendizagem do Comércio - Senac), vinculado ao ensino nas indústrias.

Em 1948, começou a tramitar, no Congresso Nacional, o primeiro projeto de Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Esse período foi de grande movimentação política com relação às questões educacionais no país. A primeira LDB só entrou em vigor em 1961 (ROMANELLI, 1985, p.171).

Na década de 1970, a Lei nº 5.692/1971 (BRASIL, 1971) — Lei da Reforma de Ensino de 1º e 2º graus — provocou uma grande mudança na Educação Básica. Essa lei tinha o objetivo de oferecer educação de nível médio profissionalizante para todos os cidadãos do país. De acordo com Romanelli (1985, p. 235), essa iniciativa do governo militar “era vista como uma exigência que teria como resultado selecionar apenas os mais capazes para a Universidade, dar ocupação aos menos capazes e, ao mesmo tempo, conter a demanda de educação superior em limites mais estreitos”. Isso significa que um dos objetivos era ajudar a indústria do país com a formação de mão de obra.

Constatou-se, porém, que os alunos da iniciativa privada e pública não tiveram as mesmas oportunidades e incentivos para chegarem ao Ensino Superior, pois houve um “fortalecimento da rede privada, na medida em que ela assumiu efetivamente a função de instância preparatória para os vestibulares, criando, para tanto, um novo tipo de escola — exclusivamente propedêutica —, os chamados cursinhos” (GERMANO, 2011, p. 190). Dessa forma, aqueles estudantes de maior poder aquisitivo teriam mais chances de ingresso no Ensino Superior.

Após o período do governo militar, foi instituída a segunda Lei de



Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394/1996 (BRASIL, 1996). Nessa legislação, a última etapa da Educação Básica passa a chamar-se Ensino Médio, e a Educação Profissional passa a ser oferecida, de forma dissociada, com o ensino regular.

Na segunda metade dos anos 1990, ocorreu a chamada Reforma da Educação Profissional, desencadeada pelo Decreto nº 2.208/1997 (BRASIL, 1997b) e pelo Programa de Expansão da Educação Profissional. Nessas circunstâncias, os cursos técnicos foram obrigatoriamente separados do Ensino Médio e começaram a ser ofertados de duas formas: a primeira delas é a concomitante, em que o aluno realiza o Ensino Médio e um curso técnico ao mesmo tempo, mas com matrículas distintas, podendo ou não ser na mesma instituição. A outra forma, a subsequente, é a sequencial ao Ensino Médio, ou seja, destinada àqueles que já concluíram essa etapa da Educação Básica.

Com a Portaria nº 646/1997 (BRASIL, 1997a), a oferta de vagas nas Instituições Federais de Educação Tecnológica no Ensino Médio, a partir de 1998, seria de, no máximo, 50% das vagas oferecidas no ano de 1997. Essa redução se manteve vigente até 1º/10/2003, quando foi revogada pela Portaria nº 2.736/2003 (BRASIL, 2003).

Em 2003, com um novo mandato do governo federal, foram promovidas discussões sobre o Decreto nº 2.208/1997 (BRASIL, 1997b), principalmente em relação à separação da Educação Básica da Educação Profissional. A partir desses trabalhos, constituiu-se o Decreto nº 5.154/2004 (BRASIL, 2004), que revogou a antiga legislação. É importante destacar que se mantiveram as ofertas dos cursos técnicos concomitantes e subsequentes, mas possibilitou-se, novamente, integrar o Ensino Médio à educação técnica de nível médio.

O primeiro passo para a consolidação da Rede de Educação Profissional no Brasil é a promulgação da Lei nº 11.892/2008 (BRASIL, 2008), que criou os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. Essa legislação, em seu Art. 6º, estabelece, como uma das finalidades dessas instituições, a oferta de educação profissional e tecnológica de qualidade e, no mínimo, 50% das vagas com a obrigatoriedade de oferta para os cursos técnicos de nível médio, prioritariamente, na forma integrada.

Outro instrumento legal, relevante ao presente estudo, é a Resolução CNE/CEB nº 06/2012 (BRASIL, 2012), que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio. O documento apresenta a importância da inter-relação entre as dimensões do trabalho, da tecnologia, da ciência e da cultura. Essas relações compõem os Princípios Norteadores da Educação Profissional Técnica de Nível Médio: “Artigo 6º São princípios da Educação Profissional Técnica de Nível Médio: [...] III - trabalho assumido como princípio educativo, tendo



sua integração com a ciência, a tecnologia e a cultura como base da proposta político-pedagógica e do desenvolvimento curricular” (BRASIL, 2012, p. 2). Além de serem itens indispensáveis à Organização Curricular do curso: “Artigo 14º Os currículos dos cursos de Educação Profissional Técnica de Nível Médio devem proporcionar aos estudantes: I - diálogo com diversos campos do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura como referências fundamentais de sua formação” (BRASIL, 2012, p. 5). No caso específico do Instituto Federal do Paraná (IFPR), há 72 cursos de Ensino Médio Integrado, distribuídos nos 25 campi do estado, como ilustrado na Figura 1.

Percebe-se que o IFPR tem campi em todas as regiões do estado, atenden-

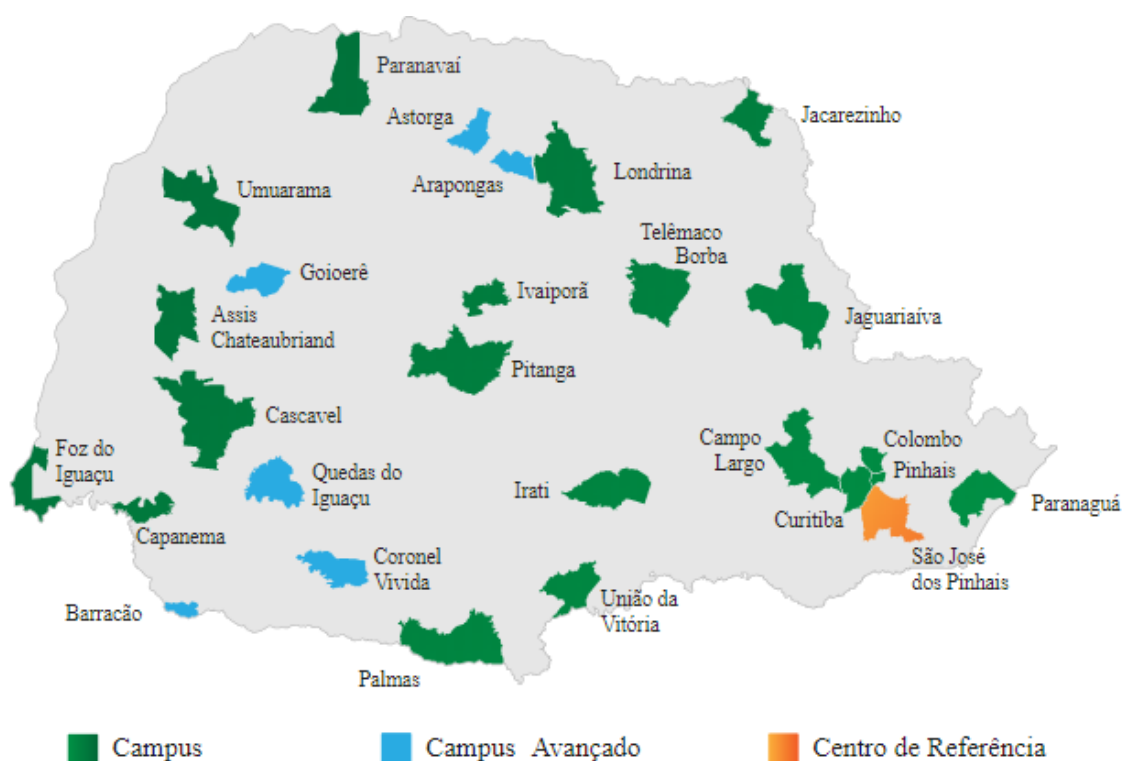


figura 1. Mapa do estado do Paraná com destaque nas cidades com Campus do IFPR

Fonte: Instituto Federal do Paraná, 2020.

do um dos objetivos da implantação dos Institutos Federais, que é a interiorização. A instituição está presente na capital, região metropolitana, no interior da unidade federativa, nos Campos Gerais, na única cidade portuária paranaense e em localidades fronteiriças. Dessa maneira, é natural que haja pluralidade nos cursos e na maneira como são ofertados, pois estão inseridos em realidades diferentes, ainda que compo-nham um mesmo órgão. Essa variedade territorial se reflete na diversidade de cursos e seus eixos tecnológicos, como apresentado na Tabela 1, na qual são mencionados (1) os cursos ofertados; (2) quantos Projetos Pedagógicos de Cursos (PPC) há para esse curso e (3) a qual eixo tecnológico





pertencem, conforme o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos.

CURSO	Nº de PPCs	EIXO TECNOLÓGICO
Meio Ambiente	3	Meio Ambiente
Análises Químicas	1	
Automação Industrial	2	
Eletromecânica	4	Controle e Processos Industriais
Eletrônica	1	
Eletrotécnica	2	
Mecânica	4	
Mecatrônica	1	
Química	1	
Administração	4	
Contabilidade	1	Gestão e Negócios
Cooperativismo	3	
Serviços Jurídicos	1	
Informática	22	
Informática para Internet	1	Informação e Comunicação
Desenvolvimento de Sistemas	1	
Programação de Jogos Digitais	2	
Edificações	3	Infraestrutura
Agroindústria	1	
Alimentos	4	Produção Alimentícia
Processos Fotográficos	1	
Produção de Moda	1	Produção Cultural e Design
Biotecnologia	2	
Petróleo e Gás	1	Produção Industrial
Agricultura	1	
Agroecologia	3	
Agropecuária	1	Recursos Naturais

tabela 1. Cursos integrados ao Ensino Médio no IFPR e seus eixos e tecnológicos.

Cada Projeto Pedagógico de Curso dos campi tem sua própria característica, justificativa, estrutura e organização, mas sem deixar de submeter-se às legislações referentes ao Ensino Médio Integrado (EMI) no Brasil, tais como os documentos supracitados. Isso significa que é dever de cada um desses cursos proporcionar educação integral e humana aos seus estudantes. Tal educação só pode ser alcançada no momento em que a equipe responsável pelo curso participe, entenda e implemente as diferentes concepções de ensino integrado e sua relação com o trabalho.

Assim, o objetivo deste artigo é apresentar e analisar quais concepções de trabalho estão presentes nos cursos de EMI no IFPR e de que maneira isso interfere na formação do estudante. Trata-se de um estudo relevante porque busca entender o processo de consolidação de uma modalidade de ensino recente no sistema educativo brasileiro, ainda pouco compreendida, e que é responsável pela formação acadêmica, profissional e social de milhares de pessoas no Brasil.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma categoria importante na concepção do Ensino Médio Integrado no Brasil é o trabalho, em seu sentido ontológico, que caracteriza e distingue a realidade dos humanos dos demais animais, pois é, por meio dele, que adaptamos a natureza conforme nossa realidade para alcançar nossos objetivos enquanto seres humanos (SAVIANI, 2003). É a partir do trabalho que os seres humanos passam a dominar os conhecimentos e a produzir sua própria existência (MANACORDA, 2001).

O trabalho, quando integrado às dimensões de cultura e de ciência, torna-se um princípio educativo capaz de superar a dicotomia da educação moderna. Essas são dimensões fundamentais da vida, que estruturaram a prática social e possibilitam a formação omnilateral dos sujeitos. Entender o trabalho como um princípio educativo: “[...] equivale dizer que o ser humano é produtor de sua realidade e, por isto, se apropria dela e pode transformá-la. Equivale dizer, ainda, que nós somos sujeitos de nossa história e de nossa realidade. Em síntese, o trabalho é a primeira mediação entre o homem e a realidade material e social” (RAMOS et al, 2008, p.4). Isso significa dizer que, por meio do trabalho, o ser humano produz sua existência, pois é a maneira pela qual ele interage com a realidade a sua volta. Aqui é importante entender que trabalho não significa “emprego”, isto é, não é uma atividade desenvolvida para obter um retorno financeiro. Dessa forma, trabalho está na essência do ser humano e tem como característica duas dimensões distintas: trabalho como mundo das necessidades e trabalho como mundo da liberdade, sendo o primeiro “subordinado à resposta das necessidades imperativas do ser humano enquanto um ser histórico-natural” (FRIGOTTO, 2001, p.73). Entende-se, portanto, que o trabalho é algo natural (da natureza) do ser humano. Logo, negar-lhe o direito ao trabalho pode significar negar-lhe o direito à vida. Nesse sentido,

O trabalho constitui-se por ser elemento criador da vida humana, num dever e num direito. Um dever a ser aprendido, socializado desde a infância. Trata-se de apreender que o ser humano enquanto ser da natureza necessita elaborar a natureza, transformá-la, pelo trabalho, em bens úteis para satisfazer as suas necessidades vitais biológicas, sociais, culturais, etc. (FRIGOTTO, 2001, p. 74)

É importante notar que, ao longo da história da humanidade, houve uma alteração na maneira de entender o trabalho e a sua função social. Em sociedades pré-capitalistas, “os homens aprendiam a produzir sua existência no próprio ato de produzi-la”, ou seja, “eles aprendiam trabalhando” (SAVIANI, 2007, p. 154). Nota-se, assim, que, para essas sociedades,



trabalhar e educar eram atos simultâneos e conectados. Saviani (2007) conclui nessa reflexão que a relação de trabalho e educação é uma “relação de identidade”.

Contudo, com a modificação estrutural das sociedades e com o surgimento de diferentes classes sociais, passa-se a constituir uma distinção entre aqueles que trabalham com as mãos e os que “trabalham” com a mente. Estrutura-se, assim, uma dicotomia na forma de educar as pessoas de classes diversas: aqueles que são dirigentes (da aristocracia ou elite) recebem uma formação intelectual, enquanto os servos (pessoas escravizadas) devem aprender a fazer o trabalho manual conforme Manacorda (2001). Pode-se citar a Grécia antiga como um exemplo da consolidação desse modelo. Esse pesquisador explica que, para essa sociedade,

O que importa é que, no seu reexame, ele (Aristóteles) exclui, na educação dos livres, toda a disciplina que objetive o exercício profissional: o homem livre deve visar à própria cultura. “Não para ofício [téchne] mas para a educação [paideia]”, já dissera Platão, concordando nisto com Aristóteles (MANACORDA, 2001, p. 57).

Para os gregos, a educação dos homens livres preparava para o exercício da oratória, da política, da guerra, isto é, para o trabalho de dirigente (intelectual). Para as pessoas escravizadas, destinava-se o exercício do ofício, que seria aprendido por meio da atividade prática. Por causa dessa situação, iniciou-se a separação da relação de identidade entre trabalho e educação (MANACORDA, 2021).

Essa dicotomia foi continuada pelas sociedades seguintes. Na Idade Média, com o feudalismo, prosseguiu a separação de classes com o trabalho servil de um lado (que cultivavam a terra) e o senhor feudal de outro. No que concerne à educação, ela era exclusivamente dos intelectuais, predominantemente do clero. Saviani (2007), sobre esse período, afirma:

Conclui-se, portanto, que o desenvolvimento da sociedade de classes, especificamente nas suas formas escravista e feudal, consumou a separação entre educação e trabalho. No entanto, não se pode perder de vista que isso só foi possível a partir da própria determinação do processo de trabalho. Com efeito, é o modo como se organiza o processo de produção — portanto, a maneira como os homens produzem os meios de vida — que permitiu a organização da escola como um espaço separado da produção. Logo, a separação também é uma forma de relação, ou seja: nas



sociedades de classes a relação entre trabalho e educação tende a manifestar-se na forma da separação entre escola e produção (SAVIANI, 2007, p.157).

O autor explica que as formas de produção interferem diretamente na relação entre o trabalho e a educação. Portanto, ao estratificar a sociedade em diferentes classes, em função de um modo de produção, altera-se a relação existente entre a maneira de educar e trabalhar. Tendo isso em vista, a Revolução Industrial promoveu mudanças ainda maiores. Enquanto, na Idade Média, o aprendizado do processo de fabricação de todo um ofício era por meio da relação entre Mestre e Aprendiz, na indústria, a necessidade era de alguém que soubesse lidar com a máquina para uma determinada etapa da produção. Vemos, dessa forma, que a educação do trabalhador acabaria por enfatizar somente o necessário para a execução de uma determinada tarefa, sem precisar entender todo o processo de fabricação. Essa é uma consequência direta da divisão do trabalho provocada pelo movimento de industrialização. Como consequência desse processo histórico, há, no sistema educacional moderno, uma dicotomia do ensino, pela qual alguns indivíduos são ensinados a trabalhar e outros a pensar: “[...] a educação permanece dividida entre aquela destinada aos que produzem a vida e a riqueza da sociedade usando sua força de trabalho e aquela destinada aos dirigentes, às elites, aos grupos e segmentos que dão orientação e direção à sociedade” (RAMOS, 2008, p. 2).

A dicotomia faz com que o conhecimento seja parcelado, pois, no modo produtivista capitalista, ele se torna um meio de produção e, assim, uma posse de um pequeno grupo que decide como distribuí-lo para o grande contingente de trabalhadores (SAVIANI, 2003). Dessa forma, a proposta do trabalho como princípio educativo é o que possibilita a “formação omnilateral dos sujeitos, ou seja, a Educação Integral” (CHISTÉ, 2017, p. 124), além de contribuir com a formação humana do indivíduo e visar à emancipação desses sujeitos. É importante destacar que a formação humana é indispensável em qualquer âmbito educacional, mas em especial no Ensino Médio Integrado, pois, na falta dela, “o foco volta-se para a instrumentalização dos sujeitos de modo a atender às demandas do mercado” (CHISTÉ, 2017, p. 124), isto é, uma educação que entende o trabalho somente no seu sentido mais estreito, o econômico. Dessa maneira, o Ensino Médio Integrado, se bem aplicado, pode ser uma possibilidade para a resolução desse problema, principalmente para a classe trabalhadora, pois o trabalho para os jovens dessa classe é mais que um direito, é uma necessidade (RAMOS, 2008). Educá-los, tendo em vista o sentido ontológico do trabalho, é prepará-los para a vida em sociedade numa perspectiva omnilateral. Tem-se, assim, a superação de uma dicotomia histórica, que pode levar a uma educação politécnica, e, assim,



integrada. Isso ocorre pelo fato de o processo do trabalho (em seu sentido ontológico) desenvolver, “em uma unidade indissolúvel, os aspectos manuais e intelectuais” (SAVIANI, 2003, p. 138), pois não há, realmente, trabalho somente intelectual ou manual, tendo em vista que “todo trabalho humano envolve a concomitância do exercício dos membros, das mãos e do exercício mental, intelectual” (SAVIANI, 2003, p.138). Essa é a concepção básica de politecnicidade defendida por Saviani e que pode ser aplicada ao Ensino Médio Integrado. Complementando esta ideia, pode-se dizer que: “[...] o ensino politécnico é aquele destinado a desenvolver uma cultura geral do trabalho, o que pressupõe a compreensão da produção em seu conjunto, o conhecimento da direção em que se desenvolvem a técnica e as mudanças tecnológicas” (CHISTÉ, 2017, p. 124).

A educação politécnica e a escola não dual são os dois pilares da educação integrada (RAMOS, 2008), lembrando que a Educação Integral é aquela que busca a formação humana ao integrar todos os processos educativos da vida no processo educativo (CHISTÉ, 2017). Destaca-se, nessa discussão, a conclusão levantada por Moura, Lima Filho e Silva (2015), que afirmam o Ensino Médio Integrado ser, para a realidade brasileira, uma proposta coerente para avançar na superação da histórica dicotomia do trabalho manual e intelectual:

A análise desenvolvida nos permite responder afirmativamente e afirmar que na educação brasileira atual essa perspectiva formativa existe como possibilidade teórica e ético-política no ensino médio que garanta uma base unitária para todos, fundamentada na concepção de formação humana integral, omnilateral ou politécnica, tendo como eixo estruturante o trabalho, a ciência, a tecnologia e a cultura e, a partir dessa mesma base, também oferecer, como possibilidade, o Ensino Médio Integrado (MOURA; LIMA FILHO; SILVA, 2015, p. 1071-1072).

Tendo em vista a implantação dessa proposta educacional, o Ensino Médio Integrado, Ramos (2008) apresenta a integração em três sentidos: (1º) filosófico, com base na integração entre todos os sentidos da vida e compreendendo o trabalho nos seus sentidos ontológico e histórico; (2º) integração entre Ensino Médio e Educação Profissional, pois o Ensino Médio Integrado não somente “forma para vida” ou “oferece cursos de treinamento ou desenvolvimento de habilidades procedimentais”, ambos necessitam ocorrer juntos; (3º) integração entre conhecimentos gerais e específicos, pois todos eles são necessários para a formação plena, e sua fragmentação deve ser superada. Nota-se, assim, que o trabalho, nas concepções da proposta para o Ensino Médio Integrado, não se limita exclusivamente ao emprego, não sendo, portanto, a ação econômica



específica (RAMOS, 2008). Os três sentidos apontados por Ramos (2008) foram questões norteadoras para a metodologia da pesquisa neste trabalho, especificamente para a elaboração de um roteiro de análise.

### 3 METODOLOGIA

Essa pesquisa é de natureza bibliográfica e documental, e tem, como principal objeto de estudo, os Projetos Pedagógicos de Curso (PPC) do Ensino Médio Integrado do Instituto Federal do Paraná. Adota-se, como base epistemológica, o materialismo histórico-dialético. Por isso, a compreensão da história da Educação Profissional é essencial para este artigo. Portanto, ao se discutir o conceito do trabalho, foi importante, na revisão bibliográfica, compreender como se constituiu a ideia do trabalho ao longo da história. Para a execução da pesquisa, foram cumpridas quatro etapas.

A primeira etapa do projeto refere-se a uma leitura cuidadosa de pesquisadores sobre o tema. Entre os autores pesquisados, destacam-se Gaudêncio Frigotto (2001), Dermeval Saviani (2003, 2007), Marise Ramos et al (2008), Moura, Lima Filho e Silva (2015) e Priscila de Souza Chisté (2017). A leitura cuidadosa desses autores contribuiu para a execução da próxima etapa.

Como segunda fase, elaborou-se um roteiro de análise<sup>1</sup>, tomando como base as leituras feitas na revisão bibliográfica. Destacam-se, de forma específica, os três sentidos expostos por Ramos (2008), já mencionados na revisão bibliográfica. Esse roteiro contém um total de 27 questões, divididas em seis grandes grupos: formação integral; inclusão; mercado de trabalho; mundo do trabalho; emancipação e questões gerais.

A terceira etapa se consistiu na captação de dados dos Projetos Pedagógicos de Curso do Instituto Federal do Paraná, por meio da aplicação do roteiro de análise. Os 72 cursos foram submetidos ao instrumento criado e seus dados foram compilados e tabulados em planilhas. Essa etapa foi importante para organização das informações e para proporcionar uma visão geral dos cursos.

Como última fase da pesquisa, iniciou-se a análise dos Projetos Pedagógicos de Curso por meio da confrontação dos dados obtidos com a revisão bibliográfica feita inicialmente, para que, assim, fossem alcançados os resultados, apresentados na próxima seção.

---

1 O Roteiro de Análise, instrumento essencial para o desenvolvimento da pesquisa, pode ser visualizado no seguinte link: <https://drive.google.com/file/d/1o7o46zYfrpaWuLIXbOXHkfxhBaq26Op2/view?usp=sharing>



#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 72 Projetos Pedagógicos de Curso (PPC) analisados, 12 deles não apresentam a inter-relação entre trabalho, ciência, cultura e tecnologia. Portanto, não compreendem o trabalho como princípio educativo e, assim, são incapazes de propor a superação da divisão da educação para o trabalho manual e educação para o trabalho intelectual. Dessa maneira, quando não ofertada uma educação plenamente integral, o trabalho pode se tornar algo penoso, que promove um distanciamento do ser humano de si mesmo, isto é, impossibilita de compreender a si e sua realidade (CHISTÉ, 2017).

Nesse mesmo sentido, Saviani (2003) aponta que a “politecnia se encaminha na direção da superação da dicotomia entre trabalho manual e trabalho intelectual, entre instrução profissional e instrução geral” (SAVIANI, 2003, p. 138). Assim, entende-se que a politecnia busca desenvolver indivíduos multilaterais que estejam aptos não só para o mercado, mas também para o mundo do trabalho.

Vale ressaltar que o mercado de trabalho está relacionado com as demandas diretas da indústria, comércio e serviços. Tem relação com os aspectos ligados às questões de empregabilidade e de competências para o trabalho produtivo. O trabalho, aqui, é compreendido como questão de profissão. Por outro lado, o mundo do trabalho está assentado na concepção do trabalho como questão ontológica do ser humano. A preparação para o mundo do trabalho está relacionada com a Educação Integral, porém, em muitos PPC, percebeu-se que ambas as expressões são usadas como sinônimos.

Como visto, o IFPR apresenta uma grande diversidade de cursos técnicos integrados ao Ensino Médio. Ainda assim, em sua maioria, eles voltam-se para atividades industriais ou produtivas. Nesses casos, a formação, em seu âmbito profissional, deve (1) consolidar conhecimentos específicos, voltados principalmente às áreas exatas e, (2) desenvolver atividades mecânicas com o objetivo de produzir bens ou otimizar e manter esse processo de produção.

Disciplinas como Física, Matemática e, em alguns casos, Química e Biologia são indispensáveis para esses cursos. Mas como integrar História, Geografia, Arte, Filosofia, Sociologia e Literatura a eles? Qual relevância essas disciplinas teriam para esses cursos? Elas são muito importantes para a formação crítica e para a autonomia dos discentes e são imprescindíveis, assim como todas as outras, conforme aponta Ramos *et al* (2008, p. 16). Entretanto, dentro do Ensino Médio Integrado, elas não devem apenas ser ofertadas, mas necessitam ser indissociáveis ao restante do currículo escolar para que a educação do estudante seja



integrada e humana e, assim, sua compreensão do mundo seja ampla e crítica (RAMOS *et al*, 2008, p.16).

Observou-se que um pouco mais de dois terços dos cursos buscam integrar as diferentes áreas do conhecimento e, assim, formar integralmente seus alunos. Em contrapartida, percebeu-se, em dois PPC, uma hierarquização entre conhecimentos por meio, principalmente, da carga horária, que privilegiava algumas disciplinas em detrimento de outras. Esse é o caso, por exemplo, do curso de Alimentos do Campus Colombo. Nele, os componentes curriculares de História, Sociologia e Filosofia apresentam 40 horas-aulas anuais cada, enquanto disciplinas que fazem parte do eixo técnico, como Análises Físico-Química de Alimentos e Microbiologia de Alimentos são contempladas com 80 e 160 horas-aulas anuais, respectivamente. Isso não possibilita que o discente se forme em sua totalidade, desenvolva todas as suas habilidades (politecnicidade) e faça uma leitura completa e profunda do mundo.

Como pode ser visto no Gráfico 1, aproximadamente 11% dos cursos consideram o trabalho unicamente como uma atividade econômica. Isso é extremamente prejudicial para a formação do discente, pois essa concepção oferece uma educação limitada, focada somente na qualificação do estudante como um instrumento para o mercado de trabalho. Essa visão é corroborada pelo fato de que três PPC apresentam, como objetivos de seus cursos, questões relacionadas unicamente à formação profissional, não configurando um ensino realmente integrado ou, no mínimo, profissionalizante.

## 5.2. Objetivos do Curso

O Curso técnico em Processos Fotográficos visa capacitar o aluno para trabalhar no planejamento, produção e gerenciamento da fotografia a partir das novas tecnologias e da especificidade da sua linguagem;

Estimular a percepção visual a partir do entendimento da linguagem fotográfica e seus usos mercadológicos;

Produzir imagens utilizando câmeras fotográficas digitais reflex, equipamentos de iluminação e softwares de tratamento de imagem, mobilizando os princípios éticos, legais e ambientais;

Analisar e caracterizar as linguagens usadas nas diversas épocas do fotojornalismo e da fotografia social, para desenvolver repertório com intuito de elaborar e produzir trabalhos fotográficos que expressem conhecimento do processo criativo, de linguagem fotográfica e da expressão visual crítica;





Produzir e tratar imagens de natureza e paisagem, mobilizando conhecimentos sobre iluminação natural e artificial, lentes e acessórios apropriados para o assunto específico;

Proporcionar ao aluno a iniciação da linguagem fotográfica bem como suas diversas aplicabilidades no âmbito profissional e científico;

Estimular a percepção visual a partir do entendimento da linguagem fotográfica e seus usos mercadológicos. (INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ, 2013<sup>2</sup>)

O excerto acima mostra que o objetivo do curso técnico em Processos Fotográficos integrado ao Ensino Médio ofertado no campus Curitiba tem como objetivo formar profissionais para atuar no mercado de trabalho. Não há nenhuma menção à formação básica do estudante e ao desenvolvimento das habilidades e competências relacionadas a este nível educacional. A principal preocupação da formação do aluno, nesse curso, é estritamente profissional, sem fazer alusão a questões como a formação para a cidadania ou aspectos mais amplos do mundo do trabalho. Essa situação se repete em outros PPC, como no do curso de Mecânica (2012) ofertado no campus de Paranaguá e no curso de Contabilidade do campus Curitiba, cujo ano de elaboração do PPC não é apontado no documento.

Gráfico 1: Respostas da pergunta 15 do Roteiro de Análise "A categoria trabalho limita-se ao sentido econômico emprego?"

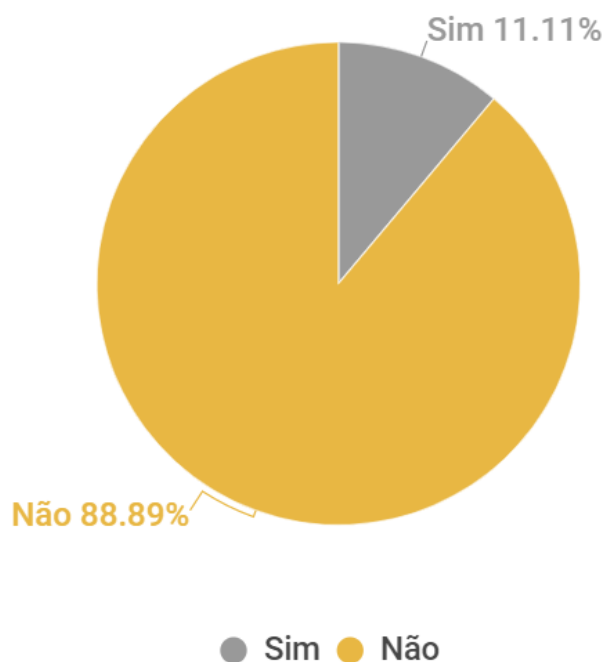


gráfico 1. Respostas da pergunta 15 do Roteiro de Análise

<sup>2</sup> O referido Projeto Pedagógico de Curso está disponível em: <https://curitiba.ifpr.edu.br/cursos-tecnicos-de-ensino-medio-integrado/processosfotograficos/>. Acesso em: 24 jul. 2020.



Quando não se oferece uma adequada formação geral, integrada com os componentes curriculares técnicos, não há uma educação integral. Sobre esse aspecto, pode-se parafrasear Jinkings *apud* Mészáros (2008) — na apresentação do livro *A educação para além do Capital* — que a educação não deve qualificar para o mercado de trabalho, mas para a vida. A formação do estudante no Ensino Médio Integrado deve ir além da preparação para o trabalho, e isso pode ser oferecido por meio de um currículo que compreenda o homem em sua integralidade. Ao privilegiar uma determinada área do conhecimento, implica a possibilidade de uma formação limitada, não integral.

Além de prejudicar a oferta da Educação Integral, essas propostas focadas somente na qualificação profissional não levam em consideração a Resolução CNE/CEB nº 06/2012 (BRASIL, 2012), um importante instrumento regulamentador da Educação Profissional. É no PPC que se pode perceber o objetivo daquela proposta de curso de Ensino Médio Integrado: se de transformação e/ou de conformação com os modos de produção da sociedade capitalista. Sobre esse aspecto, é interessante o apontamento de Mészáros (2008) de que, historicamente, uma das principais funções da educação formal é “produzir tanta conformidade ou ‘consenso’ quanto for capaz” (MÉSZÁROS, 2008, p. 45) e que, por isso, é necessário que, no âmbito educacional, as reformas “não podem ser formais; elas devem ser essenciais” (MÉSZÁROS, 2008, p. 45). Isso significa que alterar somente a forma de oferta, de ensino concomitante ou subsequente para o Ensino Médio Integrado não é suficiente para promover uma reforma eficaz. É importante que essa mudança ocorra em sua essência, isto é, na compreensão da categoria trabalho e na sua relevante relação com a educação.

Dessa forma, a proposta do curso deve ter clareza sobre sua concepção de ser humano e sua relação com trabalho e educação. A proposta da Educação Integral propõe a preparação para o mundo do trabalho (visão muito mais ampla que o mercado de trabalho), e na organização curricular é possível ver alguns desses aspectos, como a proporção da oferta de formação geral e técnica. Nota-se que a educação, sozinha, pode não transformar a sociedade capitalista, mas pode ser o lugar para promover a “*automudança consciente* dos indivíduos chamados a concretizar a criação de uma ordem social metabólica radicalmente diferente” (MÉSZÁROS, 2008, p. 65). Aproximadamente 67% dos PPC compreendem e aplicam o trabalho em seu sentido ontológico, o que aproxima esses cursos daquilo que o Ensino Médio Integrado foi idealizado e regulamentado para ser.

Tendo em vista a importância da categoria trabalho e, por consequência, seu princípio educativo, nota-se que ele não é considerado em 20 dos 72 PPC analisados. Cabe ressaltar que, segundo Saviani (2003), não há



educação organizada sem o trabalho. Reitera-se, portanto, que a relação entre trabalho e educação proporciona aos estudantes uma formação integral e humana capaz de emancipá-los para, futuramente, tornarem-se sujeitos autônomos e críticos de suas realidades. Mesmo os alunos egressos que tiveram uma formação integral podem ser obrigados, por exemplo, a vender sua força de trabalho dentro dos moldes capitalistas, devido às suas condições materiais. Porém, compreenderão como eles estão inseridos nessa sociedade e serão capazes de tomar decisões que auxiliem na transformação do meio em que vivem. Já aqueles estudantes que não têm a oportunidade de uma educação integral podem ter sua capacidade crítica e de escolhas prejudicadas, o que colabora para a manutenção de um modo de produção que explora a classe trabalhadora.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante compreender que o trabalho assume diversas concepções. Na primeira delas, ele é considerado um processo inerente à formação humana. Outra concepção diz que a partir dele o ser humano produz sua existência e transforma sua realidade. Hodiernamente, o trabalho assume também um valor econômico. Além das concepções supracitadas, é essencial destacarmos a relação entre trabalho e educação, que é um dos pilares importantes para o Ensino Médio Integrado.

Ao entender que há diferentes compreensões de trabalho e que cada uma delas tem sua importância e sua contribuição para a formação humana, torna-se mais fácil alcançar a proposta do Ensino Médio Integrado em sua plenitude. Tal alcance pode possibilitar a superação da divisão do conhecimento. Dessa maneira, os sujeitos terão consciência e meios de construir uma sociedade com mais equidade e menos exploratória.

Percebeu-se que o Ensino Médio Integrado ofertado no IFPR não se assemelha totalmente àquele idealizado e teórico. Isso não é uma surpresa, visto o cenário educacional brasileiro e todo o seu histórico.

Panoramicamente, notou-se que os cursos são muitos heterogêneos entre si e que, mesmo pertencendo a uma mesma instituição, parecem ter bases diferentes em alguns casos. Enquanto alguns deles parecem já serem integrados, é necessário outros serem repensados e reformulados, pois, mesmo caracterizados como cursos de Ensino Médio Integrado, são, na verdade, cursos concomitantes com preparação para o mercado de trabalho e para o vestibular. Por fim, ainda, destaca-se que este estudo se propôs a analisar os Projetos Pedagógicos de Curso, isto é, os documentos institucionais oficiais. Aponta-se a necessidade de se analisar a implantação desses cursos, se são respeitados esses documentos e se a integração das disciplinas ocorre na prática.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF 12 ago. 1971. Seção 1, p. 6377.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Seção 1, p. 27833. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm)>. Acesso em: 23 set. 2020.
- BRASIL. Decreto nº 2.208, de 17 de abril de 1997. Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 42 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 abr. 1997b. Seção 1, p. 7760. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D2208.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2208.htm)>. Acesso em: 23 set. 2020.
- BRASIL. Portaria MEC nº 646, de 14 de maio de 1997. Regulamenta a implantação do disposto nos artigos 39 a 42 da Lei Federal nº 9.394/96 e no Decreto Federal nº 2.208/97 e dá outras providências (trata da rede federal de educação tecnológica). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 maio 1997a. Seção 1, p. 10.012. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/PMEC646\\_97.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/PMEC646_97.pdf)>. Acesso em: 23 set. 2020.
- BRASIL. Portaria nº 2.736, de 30 de setembro de 2003. Revoga a Portaria nº 646, de 14 de maio de 1997. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 01 out. 2003. Seção 1, p. 10.
- BRASIL. Ministério da Educação. Decreto nº 5154, de 23 de julho de 2004. Regulamenta o parágrafo 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei Federal nº 9394/96 que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 jul. 2004. Seção 1, p. 18.
- BRASIL. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 dez. 2008. Seção 1, p. 1.
- BRASIL. Resolução CNE/CEB nº 06/2012, de 04 de setembro de 2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 set. 2012. Seção 1, p. 22.
- BRASIL. **Catálogo Nacional de Cursos Técnicos**. Disponível em: <http://cnct.mec.gov.br/>. Acesso em: 10/07/2020.



- CASTANHO, S. **Educação e Trabalho no Brasil Colônia**. In.: LOMBARDI, J. C.; SAVIANI, D.; NASCIMENTO, M. I. M. Navegando pela História da Educação Brasileira. Campinas: HISTEDBR, 2006. Cd-Rom.
- CHISTÉ, P. S. Formação dos adolescentes no ensino médio integrado: contribuições dos estudos de Vigotski. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, Salvador, v. 9, n. 2, p. 121-131, ago. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.9771/gmed.v9i2.14432>. Acesso em 01/07/2020.
- CUNHA, L. A. **O Ensino de Ofícios nos Primórdios da Industrialização**. São Paulo: UNESP, 2005.
- FRIGOTTO, G. Educação e Trabalho: bases para debater a Educação Profissional Emancipadora. **Perspectiva**. Florianópolis, v. 19, n.1, jan-jun 2001. DOI: <https://doi.org/10.5007/%25x>. Acesso em: 05/07/2020.
- FONSECA, C. S. **História do Ensino Industrial no Brasil**. Rio de Janeiro: Escola Técnica Nacional, 1961.
- GERMANO, J. W. **Estado Militar e Educação no Brasil**. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ. Campus Curitiba. **Projeto Pedagógico de Curso de Ensaios Fotográficos**. 2013. Disponível em: <[http://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2014/10/PROCESSOS-FOTOGRAFICOSINTEGRADO\\_2014\\_enviado.doc](http://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2014/10/PROCESSOS-FOTOGRAFICOSINTEGRADO_2014_enviado.doc)>. Acesso em: 28 set. 2020.
- INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ. **Sobre o IFPR**. Disponível em: <<https://reitoria.ifpr.edu.br/institucional/o-instituto/sobre-o-ifpr/>>. Acesso em: 16 jul. 2020.
- MANACORDA, M. A. **História da Educação: da Antiguidade aos nossos dias**. São Paulo: Cortez, 2001.
- MÉSZÁROS, I. **A educação para além do capital**. 2. ed. São Paulo: Boitempo, 2008.
- MOURA, D. H.; LIMA FILHO, D. L.; SILVA, M. R. Politecnia e formação integrada: confrontos conceituais, projetos políticos e contradições históricas da educação brasileira. **Revista Brasileira de Educação**, v. 20, n. 63, p.1057-1080, out.-dez. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782015206313>. Acesso em: 01/07/2020.
- RAMOS, M. *et al.* **Ensino Médio Integrado à Educação Profissional: Concepções e Construções a partir da Implantação na Rede Pública Estadual do Paraná: Concepção do Ensino Médio Integrado a Educação Profissional**. Curitiba: Seed/PR, 2008.



ROMANELLI, O. **História da Educação no Brasil (1930/1973)**. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 1985.

SANTOS, J. A. A trajetória da educação profissional. *In*: LOPES, E. M. T., FARIA FILHO, L. M., VEIGA, C. G. **500 Anos de Educação no Brasil**. Belo Horizonte: Autêntica, 2000.

SAVIANI, D. O choque teórico da Politecnia. **Trabalho, educação e saúde**, Rio de Janeiro, v. 1, n.1, p. 131-152, mar. 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1981-77462003000100010>. Acesso em: 20/06/2020.

SAVIANI, D. Trabalho e educação: fundamentos ontológicos e históricos. **Revista Brasileira de Educação**, Campinas, v.12, n.32, p. 52-180, jan./abr. 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782007000100012>. Acesso em: 20/06/2020

#### **CAMILE RIBEIRO TEXCA**

É estudante do Ensino Médio Integrado ao curso técnico em Automação Industrial. Entre 2018 e 2019, desenvolveu o projeto que originou este artigo como bolsista do CNPq e do IFPR pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica aos estudantes de Ensino Médio (PIBIC - Jr).

#### **EMILY EDUARDA BARAUSSE**

É estudante do Ensino Médio Integrado ao curso técnico em Eletromecânica. Entre 2019 e 2020, participou como voluntária no desenvolvimento do projeto que deu origem a este artigo.

#### **SAMUEL CARLOS WIEDEMANN**

É Doutor em Educação na UTP, Mestre em Letras na UNIOESTE e Licenciado em Letras Português/Inglês pela UNIOESTE. Docente EBTT no IFPR — Câmpus Campo Largo. Participa do Grupo de Pesquisa Trabalho, Educação e Pesquisa Educacionais (TEPE/UTP) e do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Especial e Inclusiva do IFPR (GEPEEIN/IFPR).

submetido  
29.07.2020

reapresentado  
21.09.2020

aprovado  
09.10.2020

**Contribuição de autoria.** Simone Aparecida Millorin, Joelson Juk (concepção e coleta e análise de dados). Ângela Paloma Zelli Wiedemann, Natan Fraga (revisão do artigo).

**Apoio.** Instituto Federal do Paraná (IFPR) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

**Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença, você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

## GÊNERO E SEXUALIDADE NO ESPAÇO ESCOLAR: EXPERIÊNCIAS DAS/ÓS PROFESSORAS/ES NAS ESCOLAS DE MATO GROSSO DO SUL

**FABRICIO PUPO ANTUNES** 

*Colégio Novaescola, Campo Grande, MS, 79010492,  
fabriciopupo1206@hotmail.com*

**TIAGO DUQUE** 

*Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS,  
79002212, tiago.duque@ufms.com*

### RESUMO

Este artigo tem como objetivo analisar os desafios e percepções das/os professoras/es diante da produção das identidades, via gênero e sexualidade, das/os jovens nas escolas de Mato Grosso do Sul. Do ponto de vista teórico-metodológico, nesta pesquisa qualitativa, foi utilizada a perspectiva pós-crítica, que apresenta uma abordagem preocupada em discutir as diferenças e as relações saber-poder no âmbito escolar, sendo realizada a partir de questionamentos, dúvidas e problematizações formuladas frente à realidade estudada e relatos de docentes recolhidos através do blog Transidentidades. Assim, as informações e dados levantados por meio das exposições das/os docentes apontaram conquistas e desafios no desenvolvimento de um “espaço acolhedor” para as/os jovens que desafiam as normas de gênero e sexualidade. Pretende-se, assim, contribuir com a discussão sobre a educação, com as ações transformadoras e que considerem importante o papel das/os professoras/es no acolhimento e na produção das identidades, considerando condições de trabalho e formação suficientes no combate à discriminação e na garantia da liberdade.

**Palavras-chave:** Trabalho docente. Gênero. Sexualidade. Educação.



## GENDER AND SEXUALITY IN SCHOOL: TEACHER'S EXPERIENCES IN SCHOOLS OF MATO GROSSO DO SUL

### ABSTRACT

This article aims to analyze the challenges and perceptions of the teachers regarding the production of identities, via gender and sexuality, of the young people in schools in Mato Grosso do Sul. From a theoretical and methodological point of view, in this qualitative research, the post-critical perspective was used, which uses a preoccupied approach to discuss the differences as well as the knowledge-power relations in the school context, being carried out based on questions, doubts and problematizations formulated in face of reality studied and teachers' reports collected through the Transidentidades blog. Thus, the information and data collected through the teachers' reports pointed out achievements and challenges in the development of a welcoming space for young people who challenge the norms of gender and sexuality. It is intended, therefore, to contribute to the discussion on education, with the actions committed to the transformation and that consider the role of professors in welcoming and producing identities with respect to gender and sexuality, considering sufficient work and formation conditions to combat discrimination and guarantee freedom.

**Keywords:** Teaching work. Gender. Sexuality. Education.

### 1 INTRODUÇÃO

As questões de gênero e sexualidade enfrentam muitas barreiras em relação a sua discussão, principalmente no âmbito escolar. O preconceito diante das vivências fora da heteronormatividade pode produzir o silenciamento das/os professoras/es sobre as manifestações vivenciadas nas escolas, seja por medo ou falta de informação.

O discurso de que escola, gênero e sexualidade devem constituir instâncias separadas têm ganhado força. Projetos como Escola sem Partido<sup>1</sup> têm motivado a perseguição às/aos professoras/es sob acusação de doutrinação política, além de reforçar a pauta de que na escola não se deve discutir gênero e sexualidade. A perseguição a esses temas, como também às temáticas como capitalismo, religiosidade, socialismo, raça e

---

1 O Programa Escola sem Partido surgiu em 2004, através da iniciativa do então procurador do Estado de São Paulo, Miguel Nagib. O projeto surgiu como uma reação a um suposto fenômeno de instrumentalização do ensino para fins político-ideológicos, partidários e eleitorais, que, em seu ponto de vista, representam doutrinação e cerceamento do estudante em aprender. Disponível em <https://www.infoescola.com/educacao/escola-sem-partido>. Acesso em 13 jun. 2019.





etnia, constituiu o atendimento às pautas da bancada religiosa cristã representante de uma parte da população apoiadora de preceitos morais ligados à extrema direita. Por isso, esses não deveriam ser discutidos na escola.

Isso reforça a ideia de que a sexualidade é entendida como uma questão pessoal e privada; e a escola, como espaço social de formação voltada para a vida coletiva, que deve estar afastada desses assuntos ditos “polêmicos”. Assim, ao passar para a família a ocupação em relação à educação sobre gênero e sexualidade, retira da escola e da prática docente a oportunidade de se trabalhar a reflexão diante da diferença, mesmo em um espaço essencialmente produtor dela.

A necessidade do trabalho docente nessa temática é corroborada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs (BRASIL, 1997), que colocam esses tópicos como transversais e relevantes para a discussão nos estabelecimentos de ensino, bem como para o processo de intervenção pedagógica.

Os PCNs legitimam o trabalho pedagógico com gênero e sexualidade para além da reprodução humana, com informações relacionadas ao contexto social em que é exercida ou ressignificada.

É preciso entender como essas experiências se dão no ambiente escolar na perspectiva da/o professora/or. Por isso, o objetivo desse estudo é analisar seus desafios e percepções diante da produção das identidades, via gênero e sexualidade, das/os jovens nas escolas de Mato Grosso do Sul. Entendemos que esse é um importante ponto de partida para a reflexão sobre como o corpo docente reage perante as diferenças e o quanto se sente (ou não) preparado ou seguro para a garantia e acolhimento das experiências que desafiam as normas culturalmente instituídas na sociedade.

## 2 JUSTIFICATIVA E PROBLEMÁTICA

Percebe-se que historicamente o processo de formação das/os professoras/es se voltou ao campo de disciplinas clássicas com o objetivo de adaptar os indivíduos às necessidades da sociedade, desconsiderando particularidades e processos culturais.

O processo de ocultação da posição de dissidência em relação à matriz heterossexual, faz mais do que simplesmente regular a vida social de pessoas que se relacionam sexualmente com outras do mesmo gênero à medida que as submete ao segredo, ao silêncio e/ou as expõe ao desprezo público (JUNQUEIRA, 2016). Segundo Junqueira,

*Sair do armário implica uma gestão das fronteiras da (hetero)normalidade (na qual estamos todos/as envolvidos e pela*



qual somos afetados/as) e atua *como um regime de controle de todo o dispositivo da sexualidade*. Assim, reforçam-se as instituições e os valores heteronormativos e privilegia-se quem se mostra devidamente conformado à ordem heterossexista (JUNQUEIRA, 2016, p. 228).

Devido a isso, educadores são constantemente chamadas/os para lidar com a sexualidade e o regime de (in)visibilidades que configura o espaço escolar. É preciso repensar esse ambiente, questionar a função e ressignificação de suas práticas – ou seja, principalmente no que diz respeito ao trabalho docente.

Assim, a motivação para a pesquisa se encontra na esfera da discussão em relação à disciplina geradora de resistência, que produz ações mais efetivas, como as expostas nos resultados da pesquisa anterior (AUTOR, 2018), onde seis experiências positivas apontam para a possibilidade da escola como “espaço acolhedor”<sup>2</sup>, um espaço não violento ou não hostil às sexualidades dissidentes. Além disso, a pesquisa da Associação Brasileira de Gays, Lésbicas, Travestis e Transexuais – ABGLT (2016) aponta que 60% dos jovens se sentem inseguros quanto à vivência de sua orientação sexual no espaço escolar, sendo experienciado, no ambiente, comentários LGBTfóbicos. Alguns relatos reportam que 51,2% das instituições não se manifestam para contornar a situação, o que leva a outro dado nada alentador, o de que 41,5% das/os estudantes não denunciam violências sofridas relacionadas a gênero e sexualidade por sentirem o espaço inseguro ou pouco capacitado para dar conta dessas situações.

De acordo com outra pesquisa, Reprolatina (2011), o ambiente de ensino reproduz o modelo heteronormativo da sociedade. A pesquisa também identificou contradição entre o referido discurso “inclusivo” e não discriminatório com a prática da escola, uma vez que esta reprime manifestações de diferenças sexuais, como interferências no comportamento das/os alunas/os dentro do seu espaço.

Embora o estado de Mato Grosso do Sul não tenha participado das duas últimas pesquisas citadas, os resultados são importantes norteadores para análise dos relatos do corpo docente que compõem as escolas sul-mato-grossenses, principalmente porque são questões que envolvem o

---

<sup>2</sup> Os relatos recolhidos através do blog Transidentidades para a pesquisa *A produção das identidades em ambiente escolar: experiências contemporâneas de jovens dissidentes de gênero e sexualidade nas escolas de Mato Grosso do Sul*, apontaram seis práticas, consideradas positivas pelas/os jovens, pontualmente ao acolhimento das diferenças, sendo elas a liberdade na manifestação da afetividade, os momentos de discussão e informação promovidas em sala de aula, o uso do banheiro por identidade de gênero, o respeito ao uso do nome social em provas e chamadas, o oferecimento de uma educação crítica e consciente no combate ao preconceito e o encontro das diferenças relacionadas a gênero e sexualidade.



direito à educação que pode ser negado devido à hostilidade, preconceito e omissão diante da violência.

### 3 METODOLOGIA

A primeira etapa foi amparada no estudo bibliográfico sobre gênero, sexualidade, educação e formação de professoras/es. A busca foi feita via base de dados como Scielo, Grupos de Trabalhos das Reuniões Nacionais da ANPED (Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação) e Catálogos de Teses e Dissertações da Capes.

A segunda etapa da pesquisa se deu por meio da busca por dados, via a divulgação aos possíveis participantes da pesquisa do blog Transidentidades ([www.transidentidades.com.br](http://www.transidentidades.com.br)), desenvolvido como estratégia metodológica de pesquisa. As/os educadoras/es que acessaram a página e quiseram participar, puderam contar suas experiências, a partir de questionário com cinco perguntas<sup>3</sup>.

O blog contendo a apresentação da pesquisa foi divulgado pela internet através do compartilhamento em posts (no Facebook e no WhatsApp) que indicavam o acesso ao site, além de postagens nos canais de comunicação da Federação dos Trabalhadores em Mato Grosso do Sul, que foi parceira na divulgação. Na prática, a participação se deu mediante ao preenchimento do formulário e aceitação do termo de responsabilidade, tudo feito online. A identificação das/os professoras/es, bem como as instituições, foi preservadas por uma exigência ética.

A terceira etapa foi a análise desses relatos deixados. Para atingir os objetivos desse estudo foi utilizada a perspectiva pós-crítica, sua escolha se justifica principalmente porque se propõe a fazê-la a partir de questionamentos, dúvidas e problemas que são formulados diante da realidade a ser estudada, como ilustrado na trajetória presente no infográfico da Figura 01.

---

<sup>3</sup> As perguntas que nortearam a pesquisa foram: 1. Como você reage diante das experiências de gênero e sexualidade dissidentes vivenciadas por jovens nas escolas? Você pode nos dar um exemplo? 2. Você se sente preparada/o ou despreparada/o para lidar no dia a dia com as/os jovens que desafiam normas de gênero e sexualidade no espaço escolar? Por quê? 3. Em seu trabalho como professora/or, quando aparece a temática gênero e sexualidade? Ou ela não aparece? Caso apareça, como você trabalha essas temáticas? 4- Você se sente segura/o para atuar diante das manifestações de gênero e sexualidade de jovens dissidentes? 5- Neste espaço você pode relatar algo que não foi abordado nas questões anteriores.

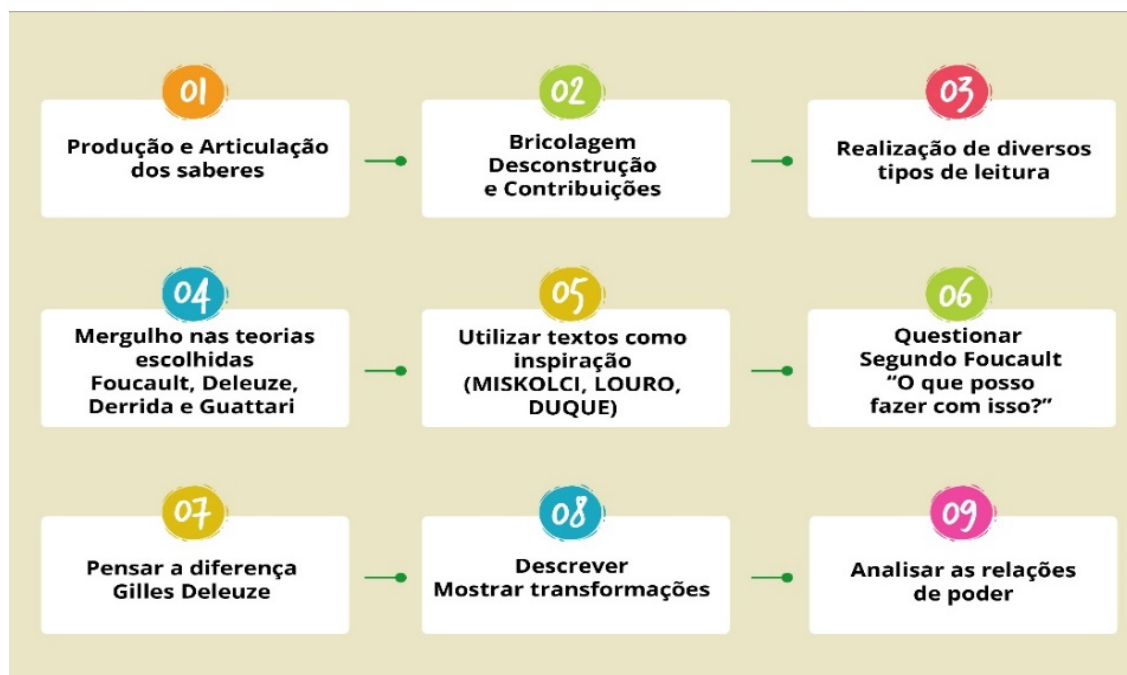


figura 1. Trajetória da Pesquisa Pós-Crítica.

Para o registro e análise da pesquisa qualitativa foi utilizado o livro *Metodologias de Pesquisas Pós-Críticas em Educação* (MEYER e PARAISO, 2014). A metodologia proposta oportunizou o contato com as seguintes contribuições dos teóricos: Foucault (2017) no que diz respeito à produção do discurso e a problematização do sujeito; Deleuze e Guattari (2011) em seu “pensamento da diferença” e conceito de rizoma, que oferecem modos específicos de interrogar como estratégias para descrever e analisar; e Butler (2003) com seus estudos sobre as questões de gênero, práticas regulatórias e heterossexualidade compulsória.

De abril de 2019 a janeiro de 2020 foram registradas 42 participações. Participaram da pesquisa onze cidades do estado de Mato Grosso do Sul, sendo vinte e sete relatos de professoras/es de vinte e cinco escolas públicas e quinze relatos de professoras/es de um total de doze escolas particulares. Do total de relatos recolhidos, foram registrados dezessete respondidos por homens e vinte e cinco por mulheres<sup>4</sup>.

Para análise e estudo das experiências apresentadas nos relatos, deixadas pelas/os professoras/es no blog *Transidentidades*, foram utilizadas também obras de autoras/es contemporâneas/os pós-críticas/os que pesquisam juventude, sexualidade, gênero e escola, como Louro (2017), Pelúcio (2014), Balieiro (2014), Vencato (2014) e Junqueira (2009).

#### 4 RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS

<sup>4</sup> Os nomes utilizados na pesquisa foram substituídos para preservar a identidade das/os participantes.



A perspectiva pós-crítica em educação, considerando o que explicamos na seção anterior, a “bricolagem” e a “inspiração” nos textos lidos nos permite pensar os dados já produzidos a partir da análise. Os resultados existem nela, e não fora, portanto, não são momentos em que são “coletados” simplesmente, como se já estivessem lá. Não há categorias prévias e não nos chamou a atenção as possíveis repetições nas respostas. Antes disso, a teoria constitui o nosso olhar para levá-los sob investigação. Aqui, por isso, resultados e análises não podem ser separados, são processos concomitantes.

Sendo assim, é perceptível a discussão sobre a importância da educação e da escola no sentido de propor e questionar os discursos da naturalidade heteronormativa e, com esse estudo, pôde-se trazer à tona a reflexão sobre a percepção das/os professoras/es diante dos desafios da abordagem dos assuntos relacionados a gênero, sexualidade e o papel da/o docente diante da desconstrução e desnaturalização de conceitos que a escola tem trabalhado historicamente.

Nesse contexto, professoras/es são provocadas/os a questionar esse padrão e buscar maneiras de lidar com isso. Assim, uma questão se faz importante ao pensarmos no trabalho pedagógico em relação às identidades dissidentes: de que modo a abordagem da temática do gênero e da sexualidade pode contribuir com um espaço escolar mais “acolhedor”?

Diante do que foi relatado pelas/os docentes, é possível compreender que tais questões encontram resistência em seu enfrentamento, ou que não existe comprometimento na discussão para o combate ao preconceito, como apontado no relato de Cleiton, 36 anos, professor de uma escola pública: “gênero e sexualidade só aparecem nas aulas quando coloco o tema em discussão, ou em datas específicas como no Dia da Mulher, no mais, fica a cargo de cada professor abordar ou não o assunto e acredito que muitos não o fazem por motivos diversos”.

Sendo assim, na próxima seção, resultados e análises aparecem juntas em seis tópicos. Eles são construídos a partir do exercício analítico da produção dos dados e de como eles dialogam com a teoria. Indicam ainda modos de olhar e analisar a realidade que estamos nos propondo a refletir. Como apontam os estudos pós-críticos em educação, é apenas um dos caminhos possíveis de levantamento e análise dos dados.

#### 4.1 A REAÇÃO DIANTE DAS EXPERIÊNCIAS DE GÊNERO E SEXUALIDADE DISSIDENTES



*“Eu reajo com naturalidade diante de alunos gays, lésbicas ou trans. E diante da maioria das reações, de surpresa ou indiferença de alunos e alguns professores, tento fazer o possível para que estes alunos se sintam à vontade em sala de aula, uma vez que meus discursos apontam apoio e não estranheza em relação ao diferente”.*

(Olga, 38 anos, escola privada)

*“Em relação aos jovens dissidentes de gênero e sexualidade, eu reajo com acolhimento e entusiasmo por saber que hoje podemos viver em um período em que é possível se expressar nas suas mais diversas possibilidades de modos de vida na sociedade. E a escola, como sendo um espaço social de formação humanizada, é o lócus para se estimular a liberdade entre os jovens”.*

(Maria, 33 anos, escola pública)

Sendo a escola um espaço importante para a socialização e a discussão dos mais variados temas, incluindo gênero e sexualidade, a/o professora/or tem papel fundamental nessa mediação. A escola é uma das instituições em que mais se vivenciam as respectivas diferenças e dentro dela estão as/os docentes. Enquanto mediadoras/es da construção do conhecimento, estão envolvidas/os, de diferentes maneiras, com a produção e com a ressignificação das representações de gênero, sexualidade e de preconceitos. Como apontado nos relatos das professoras Olga e Maria, é muito importante enxergarmos a escola com um olhar que se perceba a coletividade, que se tenha um olhar para o outro.

A proposição de estratégias pedagógicas que busquem questionar e modificar as normas e valores heteronormativos no ambiente escolar, podem, antes de tudo, promover a reflexão da/o própria/o docente sobre a diferença e a invisibilidade do gênero e da sexualidade dissidentes. Segundo Pelúcio (2014),

Discutir relações de gênero, sexualidade e convívio com as diferenças é entrar no delicado terreno das intimidades, é mexer com moralidades, desestabilizar certezas, provocar incômodos que possam gerar insatisfação por parte de pais e dos próprios pares. (PELÚCIO, 2014, p. 113).

De acordo com Vencato,



O principal desafio é passar por reconhecer e falar sobre as diferenças e entendê-las como um princípio estruturante da boa prática pedagógica, assim como deixar de lado a visão que ela só traz problema para o interior da escola. É preciso deixar de lado ideias de que a escola não tem de lidar com gênero e sexualidade ou com outros marcadores sociais da diferença. (VENCATO, 2014, p. 40).

É desafiador para a/o professora/or o trabalho fora dos marcos identitários e das referências binárias relativos aos gêneros e à orientação sexual, mas é preciso refletir sobre a importância do enfrentamento e do debate no combate ao preconceito por parte de alunas/os e professoras/es, e isso implica em reconhecer seus próprios preconceitos e limites de lidar de forma democrática com a diferença.

#### 4.2 O SENTIMENTO DE PREPARO/DESPREPARO DIANTE DAS DISSIDÊNCIAS DE GÊNERO E SEXUALIDADE

*“Eu me interessou pela temática e isso me faz buscar autores que possam me ajudar a lidar com algumas situações, mas não acredito que isso aconteça sempre com todos os professores. Mas eu não me sinto preparada, apesar disso. Tanto pela questão de formação, quanto pelo preparo emocional que, às vezes, precisamos oferecer aos alunos nesses momentos”.*

(Esmeralda, 23 anos, escola privada)

*“Eu tento explicar que esse sentimento pelo mesmo sexo é normal, porém cito a importância do uso de preservativos para evitar DST<sup>5</sup>”.*

(Marcelo, 28 anos, escola privada)

Embora o tema gênero e sexualidade seja marcado por momentos em que ele não pode ser enunciado, a preocupação com suas manifestações é constante. A leitura da autora Guacira Lopes Louro (2017) corrobora com a constatação de que a sexualidade é controlada por normas que silenciam as manifestações que as desafiam. Segundo Louro,

A escola delimita espaços. Servindo-se de símbolos e

---

<sup>5</sup> DST significa “Doenças Sexualmente Transmissíveis. Contudo, ainda que tenha sido esse termo que apareceu no trabalho de campo, hoje, o mais atual é nos referirmos a IST, isto é, “Infecções Sexualmente Transmissíveis”. Por isso, em nosso texto empregaremos IST para nos referirmos ao conteúdo do relato do professor Marcelo.



códigos, ela afirma o que cada um pode (ou não pode) fazer, ela separa e institui. Informa o “lugar” dos pequenos e dos grandes, dos meninos e das meninas. Através dos seus quadros, crucifixos, santas ou esculturas, aponta aqueles/as que deverão ser modelos e permite, também, que os sujeitos se reconheçam (ou não) nesses modelos. É indispensável questionar não apenas o que ensinamos, mas o modo como ensinamos e que sentidos nossos/as alunos/as dão ao que aprendem. (LOURO, 2017, p. 62).

Nesse contexto, professoras/es que se veem diante de manifestações de gênero e sexualidade dissidentes, muitas vezes não sentem preparo, seja psicológico ou teórico em lidar com aquelas/es que desafiam as normas instituídas e assim, muitas vezes, essas diferenças deixam de ser abordadas no cotidiano escolar, como exposto no relato da Esmeralda.

Um exemplo sobre o cuidado na abordagem do tema gênero e sexualidade e as limitações ainda enfrenta é a relação com as Infecções Sexualmente Transmissíveis - ISTs. Nesse sentido, vivenciou-se nas últimas décadas o crescimento de iniciativas ligadas à temática e incorporadas a disciplina de Orientação Sexual no currículo formal (BALIEIRO e RISK, 2014). Assim, a sexualidade foi incorporada nos currículos escolares sob a perspectiva biológica, voltados às discussões sobre ISTs e à gravidez na adolescência, o que pode explicar a preocupação apontada no relato de Marcelo.

Na escola, ainda é comum a sexualidade ser apresentada como referência médica/biológica, enfocando métodos a precaução das ISTs. Não se trata de questionar a importância das orientações em relação à prevenção deste tipo, mas se corre o risco de restringir a experiência da sexualidade a uma ameaça.

O trecho do relato do professor Marcelo expõe um discurso de proteção sexual que pode produzir identidades vulneráveis, tomando a informação o principal impedimento na busca pela exploração do significado do corpo, desejo e identidade. Esse discurso disseminado em sala de aula oferece argumentos para efetivação de um modelo de educação sexual que busca prevenir, normatizar e higienizar a sexualidade.

#### 4.3 A TEMÁTICA GÊNERO E SEXUALIDADE NO AMBIENTE ESCOLAR





*“Houve uma tentativa de conversa na sala dos professores. Na ocasião me manifestei dizendo que precisávamos acolher os jovens de novas turmas que estavam ‘confusos’, devido à sexualidade e às expectativas da família, escola e sociedade. Aleguei que tinha relatos de jovens que estavam sofrendo perseguição de colegas e professores, e indaguei um colega se ele já tinha vivenciado algo desse tipo. Após minha pergunta, a resposta foi: “Sai fora, não fico prestando atenção em viado”.*

(Adriano, 33 anos, escola particular)

*“Como professora acredito que meu papel é sempre de mediar os conflitos. Para tanto, busco ouvir meus alun@s, isso permite identificar seus anseios, conflitos (pessoais ou com o grupo). A partir disso interferir de modo positivo, seja em uma conversa reservada ou discussões no grupo. Ressalto que o positivo é entender o outro, se o entendimento não for possível, o respeito obrigatoriamente tem que ser garantido”.*

(Vanda, 46 anos, escola pública)

Até que ponto professoras/es podem contribuir com a exclusão social? Quando trazemos à tona como a temática gênero e sexualidade é abordada na escola pelo trabalho de docentes, é possível questionar esse papel, no sentido de problematizar o contato das/os professoras/es com o assunto, seja na graduação ou na formação continuada. Além disso, esse tema é assegurado pelos PCN’s e, ainda assim, é visível a resistência e o preconceito por parte de algumas pessoas e das próprias instituições, como constatados nos relatos de Adriano e Vanda.

Segundo Junqueira,

*Temos visto consolidar-se uma visão segundo a qual a escola não apenas transmite ou constrói conhecimento, mas o faz reproduzindo padrões sociais, perpetuando concepções, valores e clivagens sociais, fabricando sujeitos e suas identidades (JUNQUEIRA, 2009, p.14).*

Na escola, a homofobia é expressa por meio de agressões físicas e verbais. Abramovay, Castro e Silva (2004) discutem a homofobia nas escolas e sua invisibilidade. As autoras, em pesquisa da UNESCO, revelam que além do silêncio das/os professoras/es, eles são coniventes e em alguns casos, agentes dessa violência. Ainda nessa pesquisa realizada pela UNESCO, foi possível constatar que, para parte de professoras/es, “bater em homossexuais” é considerado menos grave do que usar drogas ou roubar, por exemplo.



Esse cenário aponta para urgência de ações que promovam uma escola mais justa e que, acima de tudo, garantam os direitos humanos, como a integração das Políticas Públicas, citadas nos PCNs, para a orientação sexual. Contudo, a escola, ou, pelo menos parte do corpo docente, parece desconhecer essas políticas, o que dificulta práticas e posturas que podem ressignificar o espaço escolar para as/os jovens dissidentes. Alguns fatores se mostram relacionados ao despreparo dessas/es professoras/es, como a falta de informação e formação em relação ao assunto, o que leva ao preconceito, ao silenciamento diante da violência e à aceitação acrítica da heteronormatividade.

Dentro do panorama exposto, faz-se necessário um esforço que desestabilize os conhecimentos considerados imutáveis. A leitura, a formação continuada, as discussões em reuniões de professoras/es podem ser medidas importantes. Políticas públicas para a formação de professores como o GDE – Gênero e Diversidade na Escola<sup>6</sup> precisam estar atreladas a um saber de desconstrução, a fim de atender para além das normas instituídas.

Ainda é possível questionar e refletir: qual o papel da escola? Qual o papel da/o docente? Qual o momento de enfrentar as normas e atender ou se adequar aos novos papéis na sociedade? Segundo Vencato,

É preciso repensar conteúdos, práticas, ações, se quisermos produzir uma escola realmente justa, e trocar o silêncio e a ausência confortável dos diálogos pelo desconforto de falar sobre as coisas do cotidiano escolar. É preciso transformar cada comentário jocoso, cada intervenção agressiva em oportunidade para desconstruir velhos preconceitos e exclusões e construir uma nova forma de lidar com as histórias de vida de todas as pessoas que transitam pela escola (VENCATO, 2014, p. 53).

A partir do reconhecimento das diferenças, como ponto de mediação do diálogo que se pode construir uma prática pedagógica pautada na autonomia e no respeito.

#### 4.4 GÊNERO, SEXUALIDADE E CURRÍCULO

---

<sup>6</sup> O GDE compõe um conjunto extenso de programas coordenados pelo Ministério da Educação e da Cultura (MEC) a partir de diversas secretarias especiais incumbidas de implementar políticas públicas voltadas para a diversidade cultural e sexual.



*“Essa temática aparece rotineiramente, mas não nos conteúdos e sim, por meio de bullying, manifestações de preconceito, conversas com os alunos em sala. As questões de gênero e sexualidade são trabalhadas de maneira informal, durante momentos de conversa em sala de aula com exibição de vídeos e discussões. Dessa forma, trabalho o respeito entre as pessoas, independentemente de suas diferenças”.*

(Douglas, 35 anos, escola pública)

*“Que eu me lembre, temas como gênero e sexualidade só aparecem em reuniões da semana pedagógica. Sempre procuro entender o lado dos estudantes, ouvi-los, mas esses temas mesmo, só fora da sala de aula”.*

(Mari, 34 anos, escola privada)

A partir dos relatos apontados é possível refletir sobre currículo dentro da perspectiva da produção das identidades e assim problematizar o seu papel, além da redução da sua abordagem, muitas vezes relacionada a datas específicas ou fora do contexto da sala de aula. De acordo com Britzman,

A cultura da escola faz com que respostas estáveis sejam esperadas e que o ensino de fatos seja mais importante do que a compreensão de questões íntimas. Além disso, nessa cultura, modos autoritários de interação social impedem a possibilidade de novas questões e não estimulam a curiosidade que possam levar estudantes e professores em direções que possam se mostrar surpreendentes. Tudo isso faz com que as questões de sexualidade sejam relegadas do espaço das respostas certas ou erradas (BRITZMAN, 2018, p. 108).

Os estudos de gênero apontam para a desconstrução de pressupostos que explicam a normalidade da identidade heterossexual e silenciamento diante das demais, a abordagem sobre o tema tratado pela biologia, medicina e a defesa da existência de uma natureza feminina e masculina, negando a multiplicidade das identidades de gênero e das vivências da sexualidade. Nos fragmentos acima, de Douglas e Mari, percebemos o quanto o espaço de discussão e debate é restrito, logo, insuficiente para as problematizações da ideia de “natureza” feminina e masculina conforme criticamos aqui.

Essa naturalização da identidade heterossexual no currículo, em conjunto das práticas que silenciam gênero e sexualidade dissidentes,



fortalecem a lógica heteronormativa, fazendo dela referência e negando sua discussão na rotina de saberes da sala de aula, como apontaram as/os professoras/es em seus relatos, ao responderem sobre a questão do apoio e amparo e a falta deles, no currículo e pela coordenação e direção da escola, no trabalho sobre gênero e sexualidade. Segundo Junqueira,

Ao longo de sua história, a escola brasileira (e por escola refiro-me também a seus currículos, lato sensu) estruturou-se a partir de pressupostos fortemente tributários de um conjunto dinâmico de valores, normas e crenças responsável por reduzir à figura do “outro” (considerado estranho, inferior, pecador, doente, pervertido, criminoso ou contagioso) todos aqueles/as que não se sintonizassem com os arsenais cujas referências eram e ainda são centradas no adulto, masculino, branco, heterossexual, burguês, física e mentalmente “normal”. A escola tornou-se, assim, um espaço em que rotineiramente circulam preconceitos que colocam em movimento discriminações de diversas ordens. Com efeito, classicismo, racismo, sexismo, heterossexualismo, homofobia, entre outros fenômenos discriminatórios, fazem parte da cotidianidade escolar não como elementos intrusos e sorrateiros. Eles, além de terem sua entrada geralmente franqueada, agem como elementos estruturantes do espaço escolar, onde são cotidiana e sistematicamente consentidos, cultivados e ensinados, produzindo efeitos sobre todos/as. (JUNQUEIRA, 2012, p. 3-4).

Apesar do predomínio da heteronormatividade nos currículos, é possível perceber que as diferenças relacionadas a gênero e sexualidade continuam presentes, Xavier Filha aponta:

As crianças e adolescentes, narram situações cotidianas e vivências pessoais que expressavam questões de gênero e sexualidade. Essas questões são eminentemente sociais e históricas. São determinadas por discursos que regulam, normatizam e impõem verdades sobre os sujeitos” (XAVIER FILHA, 2012, p. 642).

O fato dos temas gênero e sexualidade estarem associados a trabalhos mais informais ou secundários em sala de aula, os coloca dentro do chamado currículo oculto – o conjunto de atitudes, valores e comportamentos que não fazem parte do obrigatório, mas que são ensinados através das relações sociais – nos remetendo à questão da não obrigatoriedade de discussão sobre o assunto de maneira formal, ou uma subjetividade em como ele é abordado. Segundo Tomaz Tadeu Silva,

Na teorização crítica, a noção de um currículo oculto implica, na possibilidade de termos um momento de iluminação



e lucidez, no qual identificamos uma determinada situação como constituindo uma instância de currículo oculto. A ideia é que uma análise baseada nesse conceito permite nos tornarmos conscientes de alguma coisa que até então estava oculta para nossa consciência. (SILVA, 2017, p. 78-79).

É preciso respostas criativas para enfrentar o currículo normativo e as formas de silenciamento praticadas pela escola diante dos temas e das vivências do gênero e sexualidade. Pode ser necessário um esforço para refletir e praticar outros raciocínios, outros pensamentos e fazê-los aparecer nos currículos.

#### 4.5 GÊNERO, SEXUALIDADE E OS DESAFIOS DAS DISCUSSÕES EM SALA DE AULA NOS TEMPOS ATUAIS

*“Sobre gênero ou sexualidade, me sinto segura em discutir com os alunos, mas não diante da escola ou dos pais. Corremos o risco de ficar sem emprego e enfrentar processos. Nosso trabalho está sendo vigiado e é ameaçado. Ao mesmo tempo que penso em minha estabilidade emocional e financeira, penso que se deixar esses jovens e o tema de lado, qual o sentido do meu trabalho?”*

(Marcela, 27 anos, escola privada)

*“Nós professores, precisamos de espaço para que as pessoas saibam sobre a censura que a escola está enfrentando por parte de grupos que destilam ódio e querem fazer da escola um espaço sem vida, sem discussão e sem autonomia. Mulheres negros e LGBT sofrerão muito pela censura, negligência e preconceito de muitos que inclusive atuam no espaço escolar”.*

(Elis, 29 anos, escola pública)

Na esfera dessa discussão na escola, os relatos citados chamam atenção para os desafios que as/os professoras/es enfrentam diante do atual cenário de censura da chamada “ideologia de gênero”, propagado por diversas religiões e apoiado veementemente pelo atual governo e a bancada religiosa do legislativo. Para Paraíso,

Trata-se de um rótulo dogmático que veicula um ódio declarado, também, aos movimentos feministas contemporâneos e aos direitos de todas as pessoas que não identificam seus desejos com os desejos heterossexuais. (PARAÍSO,



2018, p. 216).

Isso sugere uma grande preocupação e ameaça ao trabalho docente fomentando medos e temores em relação às mudanças nos padrões morais da sociedade. De acordo com Balieiro e Duque,

Os efeitos do discurso oposicionista às iniciativas de políticas educacionais na promoção da igualdade de gênero, no contexto nacional, foram a fomentação de medos e temores sociais em relação a mudanças nos padrões morais da sociedade, no que tange ao reconhecimento das desigualdades entre homens e mulheres, mas especialmente na abordagem escolar das formas dissidentes de experienciar gênero e sexualidade. Tal exemplo nos serve de referência para pensar como determinadas mudanças no âmbito moral é, em muitos exemplos históricos, alvo de respostas marcadas por concepções emocionalmente carregadas, diante de ameaças a determinadas concepções, posições, interesses e valores de grupos específicos. Nestes casos, as mudanças passam a ser vistas como perigo a própria existência de uma ordem social (BALIEIRO e DUQUE, 2018, p. 280).

Nesse sentido, é preciso problematizar também as garantias legais no processo de aprendizagem e no projeto de uma educação mais democrática, assim é preciso recorrer aos Temas Transversais definidos pelos PCNs. Eles propõem a discussão dos assuntos ligados a gênero e sexualidade – dentro de uma “perspectiva democrática e pluralista, [que] em muito contribui para o bem-estar das crianças, das/os adolescentes e das/os jovens na vivência de sua sexualidade atual e futura” (BRASIL, 1997, p. 293).

Questiona-se assim, as garantias que os PCNs podem representar no sentido de assegurar tais debates em sala de aula, uma vez que o currículo nacional deseja formar, quando se trata de produzir escolas, alunas/os e professoras/es comprometidas/os com a emancipação de pessoas e com o desenvolvimento de uma sociedade mais justa e democrática.

Deve-se considerar que as identidades sexuais estão, constantemente, sendo rearranjadas no interior do “eu” e nas relações sociais estabelecidas com o “outro”. Além disso, certas representações individuais de sexualidade presentes nos discursos dos currículos oficiais assumem um caráter transgressor diante dos padrões institucionalizados, merecendo um tratamento à parte, separado daquelas que não se apresentam desviantes do modelo considerado normal.

Nesse contexto de subjetividade do amparo legal para o trabalho docente,



o gênero e a sexualidade enfrentam mais uma barreira representada por projetos de lei que têm como objetivo retirar os temas de discussão em sala de aula.

O desencadeamento desse movimento conservador se deu com a criação do “Programa Escola sem Homofobia”, que previa a criação de um Kit anti-homofobia<sup>7</sup> no ambiente escolar, inflamando discursos de políticos da bancada evangélica que acusaram o documento de “apologia ao homossexualismo<sup>8</sup>”.

Há uma grande ambição do controle do currículo por parte dos defensores do projeto Escola Sem Partido. O PL 2731/2015 propõe a proibição da discussão de gênero nas escolas e “prevê prisão para os professores que desrespeitarem a determinação”. Todos esses Projetos de Lei fundamentam a atmosfera de pânico que tomou conta das/os docentes, a partir da disseminação do slogan “ideologia de gênero”.

Segundo Paraíso,

O slogan reacionário circula e se propaga por diferentes espaços, deixando-nos estarecidos por falar em “neutralidade” do currículo ou da educação, por atacar de modo absurdo os professores, por tentar incluir uma proibição do gênero e da sexualidade nas políticas educacionais e curriculares, por tentar controlar o currículo, os materiais pedagógicos e os docentes (PARAÍSO, 2018, p.223).

Apesar do controle que se tenta colocar em relação ao currículo e às práticas docentes, algumas atitudes de resistência são percebidas no espaço escolar. Assim, pode-se remeter aos estudos de Paraíso (2018) sobre Michel Foucault e a criação da heterotopia, o “espaço outro” real que se contrapõe e coexiste a coibição, o impedimento e o controle produzido pelos grupos reacionários. O tema passa a circular nos estudos, nas demandas por formações, no interesse de mudança em si, na educação e

7 Em 2004, o governo federal lançou o programa Brasil sem Homofobia com o objetivo de combater a violência e o preconceito contra a população LGBT (composta por travestis, transexuais, gays, lésbicas, bissexuais e outros grupos). Uma parte dele enfatizaria a formação de educadoras/es para tratar questões relacionadas ao gênero e à sexualidade. A leitura equivocada dos políticos da bancada evangélica foi a de que esse material iria “incentivar” o “homossexualismo”, que o Governo estava fazendo uma defesa de que todos deveriam ser “homossexuais”.

8 “Homossexualismo” nesse trecho reproduz a maneira como grupos conservadores da bancada religiosa da Câmara dos Deputados trataram o tema. Embora a OMS tenha realizado a exclusão da homossexualidade como doença mental desde 17 de maio de 1990 e ratificada em 1992, esses grupos continuam utilizando a palavra com o sufixo *ismo* – que está relacionado à doença, de maneira proposital. Grupos mais ligados aos direitos humanos têm grafado essa experiência do desejo de modo a evitar tal sufixo, empregando o termo “homossexualidade”.



no currículo.

Cria-se assim, uma heterotopia para criticar a ideia de “ideologia de gênero” e a busca de formas de inserir gênero e sexualidade nos currículos. Como explica Foucault (2003), as heterotopias são propriedades constantes de toda e qualquer cultura. Inspirado nas discussões do filósofo, podemos pensar que esses “espaços outros”, nos nossos tempos, são lugares destinados a pessoas que representam “desvio” em relação às normas.

De acordo com Paraíso,

É interessante registrar que professores estão criando espaços que propositalmente quer colocar em questão normas de gênero e sexualidade, assim um “espaço outro” que é desviante em relação às normas de gênero e sexualidade. Mas, ele também é um espaço que agrupa pessoas que querem encontrar um respiro, de fortalecer e se defender de políticas de normalização e de destituição da tomada de decisão sobre a forma de condução da sua profissão. (PARAÍSO, 2018, p. 233).

Ao agirem assim, com enfrentamentos diante de um cenário tão adverso, professoras/es lidam com as coisas do mundo que lhes são impostas e ensaiam outras formas de trabalhar, de resistir e de se reinventar. Um bom exemplo, são as parcerias com grupos de estudos das universidades que oferecem oficinas de trabalho com o tema, as discussões promovidas a partir de filmes ou textos informativos, as palestras e rodas de discussão também são exemplos citados pelas/os professoras/es e jovens na pesquisa e que funcionam como atitudes importantes de enfrentamento ao preconceito diante do gênero e da sexualidade dissidentes nos tempos de hoje.

#### 4.6 GÊNERO, SEXUALIDADE E A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)

*“Eu me sinto desprotegida, diante dos ataques ao tema, em abordar sexualidade em sala de aula. Me sinto desencorajada, mesmo quando a conversa com alunos se dá de maneira informal. Gênero e sexualidade não constarem na BNCC é um retrocesso, acredito eu, mas tem a convivência de boa parte da sociedade”.*

(Íris, 32 anos, escola particular)

*“Acredito que se os temas (gênero e sexualidade) fossem contemplados na BNCC acrescentaria um respaldo maior para a abordagem em sala de aula. Falta apoio do governo,*





*coordenação, direção e parte dos professores também”.*

(Ernesto, 28 anos, escola pública)

No que diz respeito às discussões sobre gênero e sexualidade nas escolas, para além da complexidade que remete sua abordagem, este espaço está inserido em contexto de mudanças e disputas que têm colaborado com ambientes cada vez mais hostis às experiências dissidentes.

No campo das disputas está a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2016), sucessora dos PCNs. A BNCC trouxe novamente para a discussão a garantia da abordagem gênero e sexualidade em sala de aula. Junto à discussão, o documento levantou inúmeros debates, uma vez que se apontou a falta de participação de grupos de interesse que compõem o campo educacional, organizações da sociedade civil e representações acadêmicas que criticaram o documento por apresentar uma concepção reducionista de direito à educação.

Antes de ser aprovado, o texto teve três diferentes versões e com a justificativa de que a temática em questão provocara muita controvérsia e uma considerável exposição midiática - por exemplo o caso do Ministério da Educação (MEC) que suprimiu os termos “gênero” e “orientação sexual” - fortaleceu-se a ideia de que, como os temas não estão contemplados na Base, não podem ser trabalhados em sala de aula.

A retirada dos termos vinculados ao assunto envolveu grupos religiosos da bancada parlamentar, além do Movimento Escola Sem Partido, através de discursos conservadores vinculados a questões morais e religiosas. De acordo com Sevilla e Seffner:

Esses grupos articulam discursos conservadores de diversas ordens vinculados a questões morais e religiosas, defendem uma posição política em relação à função do Estado e da escola, restringindo estas instituições, defendendo liberdades individuais e os direitos e a liberdade da família em educar os seus filhos. Desta forma, acreditam que a escola não deve abordar temas como política, religião, gênero e sexualidade, que professores em sua maioria são “doutrinadores” e não são educadores, pois deveriam apenas se restringir a ensinar conteúdos técnicos. Tais concepções tomam os jovens como meras tábulas rasas, sem opinião e reflexão. Baseados nisso, defendem a proibição de professores e da escola de trabalhar estas temáticas, previstas nos parâmetros curriculares nacionais, que, como vimos, são caras não só aos movimentos sociais, como também aos próprios princípios democráticos, ferindo a autonomia pedagógica e atingindo a promoção da cidadania e a construção de uma



escola plural, onde todos e todas devem ser respeitados, independentemente de sua origem, cor, etnia/raça, gênero, classe, identidade, orientação sexual, pertencimento religioso, etc. (SEVILLA e SEFFNER, 2017, p. 4-5).

Sobre a menção da temática na BNCC (2016), é possível verificar a referência na seção destinada às Ciências da Natureza, não sendo mencionadas nas demais áreas do conhecimento. Vale ressaltar, que, além de situar a sexualidade dentre as competências da respectiva área para o Ensino Fundamental, o documento a associa a conceitos vinculados à saúde e à qualidade de vida e, assim como nos PCNs, a sexualidade é apresentada pela BNCC sob uma ótica biologizante.

Por esse ângulo, a sexualidade adquire controle e condutas sexuais com vista a minimizar problemas de saúde pública como ISTs ou a gravidez na adolescência, fato que leva a crer que as discussões no âmbito da educação sexual não apresentaram avanços no espaço de tempo entre a escrita dos PCNs até a BNCC, uma vez que continuaram a apresentar um mesmo viés sobre o tema.

No que tange ao trabalho da/o professora/or, a ausência da temática no documento levanta incertezas e fragilidades, além das deficiências formativas, como apontado nos relatos recolhidos na pesquisa. O corpo docente enfrenta dificuldades com trabalhos que envolvem sexualidade devido às crenças e valores que possuem, fato que nos aponta que as dimensões sociocultural, afetiva e ética da sexualidade prescritas na BNCC poderão ser escamoteadas ao longo dos processos de ensino aprendizagem (ABRAMOVAY, CASTRO e SILVA, 2004). Para além da implicação das práticas docentes, a ausência de apoio da coordenação e direção das escolas à abordagem e à discussão contribuirá com a manutenção da transfobia, homofobia e lesbofobia.

Diante deste cenário de incertezas e do preconceito que tem feito parte historicamente das relações dentro da escola, é urgente que se desprendam esforços a fim de planejar cenários que contemplem o trabalho com as diferenças, ainda que a BNCC não favoreça a abordagem da temática. Garantir atividades que considerem gênero e sexualidade, oferecer formação as/aos docentes e assegurar a abordagem no currículo são também maneiras de resistir e transpor aos retrocessos que o documento apresenta.

## 5 CONCLUSÃO



É notável a preocupação ante às reflexões ou discussões relacionadas a gênero e sexualidade vivenciadas por professoras/es no ambiente escolar, além do papel que lhes cabe diante da produção das identidades e das manifestações desses temas que desafiam as normas há tempo instituídas. Segundo Louro (2017), educadoras/es geralmente se sentem pouco à vontade quando são confrontadas/os, sentem-se vulneráveis, sem qualquer preparo para enfrentar choques e desafios que aparecem de toda a parte.

A pesquisa apontou experiências e tensões do cotidiano escolar em relação ao “normal” e ao diferente. Expor essas ansiedades e vivências, por parte das/os professoras/es, figura algo urgente que deve ser levado em consideração: o trabalho docente diante das atuais resistências ao debate sobre gênero e da sexualidade na escola.

Sendo o papel da escola, a prática da atribuição de naturalidade a fatos sociais historicamente vivenciados e impostos (Butler, 2003), isso implica, na maioria das vezes, na impossibilidade da reflexão, negando as/aos jovens, que fazem parte desse espaço, a possibilidade de uma vivência mais livre e segura. Nesse sentido, existe uma tentativa de desconsiderar as diferenças, sendo objetadas no ambiente escolar.

Para Butler (2003), essa posição reitera as normas regulatórias da sexualidade e das relações de gênero. Para tanto, considera que as sociedades constroem normas que regulam e materializam o “sexo” dos sujeitos e que essas “normas regulatórias” precisam ser constantemente repetidas e reiteradas para que tal materialização se concretize.

É imprescindível pensarmos em atividades e atitudes que reforcem a necessidade de uma educação que incorpore em suas práticas a reflexão diante da produção das identidades, bem como, a convivência com as diferenças. Não se trata de culpabilizar a/o professora/or, uma vez que esta/e não possui total poder sobre a escola como instituição, além de ser ela/e é fruto da sociedade que reproduz essas normas. Mas é possível pensar na/o educadora/or como parte dessa instituição, como (não)reprodutora daquilo que foi construído como norma historicamente.

Por fim, mesmo os PCNs propondo a abordagem da temática de modo transversal, a legislação parece insuficiente para garantir curricularmente a presença da temática na escola, como ela deve ser ensinada. Por outro lado, a discussão em torno de uma nova legislação apresentou-se ainda mais frágil, afinal, foram retiradas da BNCC as referências a gênero e sexualidade. Contudo, ainda assim, o ambiente de ensino apresenta-se como um lugar possível para resistir às tentativas de criminalização do trabalho docente em torno desses tópicos. Não se trata de minimizar os efeitos morais do Programa Escola sem Partido, antes, por mais que a agência tenha sido lida aqui como algo para além de quem



age, buscou-se valorizar o agenciamento de jovens e professores/as em MS. Dito de um outro modo, por mais que ajam independentemente de um “querer”, afinal, estão envoltos/as em relações de poder, há exemplos positivos que parecem tornar a diferença, em termos de gênero e sexualidade, uma experiência possível de ser reconhecida na escola.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVAY, Miriam; CASTRO, Mary Garcia; SILVA, Lorena Bernadete da. Juventudes e sexualidade. Brasília: Unesco, 2004.

ANTUNES, Fabricio Pupo. A produção das identidades em ambiente escolar: experiências contemporâneas de jovens dissidentes de gênero e sexualidade nas escolas de Mato Grosso do Sul inspiradas na obra A Garota Dinamarquesa. 2018, 8 pág. Colégio Novaescola, Brasil 2018.

Associação Brasileira de Gays, Lésbicas, Travestis e Transexuais (ABGLT). As experiências de adolescentes e jovens lésbicas, gays, bissexuais, travestis e transexuais em nossos ambientes educacionais. Relatório da Secretaria de Educação da Associação de Lésbicas, Gays, Bissexuais, Travestis e Transexuais, 2016.

BALIEIRO, Fernando; DUQUE, Tiago. Notas sobre uma cruzada moral na era digital: a “Ideologia de Gênero” como uma ameaça à sociedade brasileira. El Desangriamiento Latinoamericano: Un panorama político contemporáneo y la reconfiguración del estado neoliberal. Corporación Universitaria Americana. 2018. p. 278 - 311.

BALIEIRO, Fernando; RISK, Eduardo. Escola e Sexualidades: uma visão crítica à normalização. In: MISKOLCI, Richard. JÚNIOR. Jorge Leite. Diferenças na educação, outros aprendizados. São Carlos: EdUFSCAR, 2014. p. 149-198.

BENTO, Berenice. Na escola se aprende que a diferença faz a diferença. Revista Estudos Feministas. 2011, vol.19, n.2, pp. 549-559. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ref/v19n2/v19n2a16.pdf>. Acessado em: 18 de ago. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: pluralidade cultural, orientação sexual. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Segunda versão revista. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2016.

BRITZMAN. Deborah. Curiosidade, currículo e sexualidade. In: LOURO. Guacira



- Lopes. O corpo educado. 4ª edição. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2018. p. 105-142.
- BUTLER, Judith. Problemas de Gênero – a Subversão da Identidade. 1º edição. Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira, 2003.
- DELEUZE, Gilles; GUATTARI, Félix. Mil Platôs – Vol. 1. 2ª edição. São Paulo: Editora 34, 2011.
- FOUCAULT, Michel. A História da Sexualidade – vol 1. 6ª edição. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2017.
- FOUCAULT, Michel. Outros espaços. Ditos e Escritos III – Estética: literatura e pintura, música e cinema. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2003. p. 402-422.
- JUNQUEIRA, Rogério Diniz. Escola, Homofobia e Heteronormatividade. Revista Coletiva. Campinas. n.18 jan/abr/, 2016. Disponível em: <http://coletiva.labjor.unicamp.br/index.php/artigo/escola-homofobia-e-heteronormatividade/>. Acesso em: 16 de jun. 2020.
- JUNQUEIRA, Rogério Diniz. “Aqui não temos gays nem lésbicas”: estratégias discursivas de agentes públicos ante medidas de promoção do reconhecimento da diversidade sexual nas escolas. Bagoas: revista de estudos gays. Natal, v.3, n.4, p.171-189, jan./jun., 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/bagoas/article/view/2302/1735> Acesso em: 16 de jun. 2020.
- JUNQUEIRA, Rogério Diniz. Pedagogia do armário e currículo em ação: heteronormatividade, heterossexismo e homofobia no cotidiano escolar. MILSKOLCI, Richard (Org.). Discursos fora da Ordem: deslocamentos, reinvenções e direitos. São Paulo: Annablume, 2012. (Série Sexualidades e Direitos Humanos).
- LOURO, Guacira Lopes. Corpo, Gênero e Sexualidade – Um debate contemporâneo na educação. 9ª edição. Petrópolis RJ. Editora Vozes, 2017.
- LOURO, Guacira Lopes. Gênero, Sexualidade e Educação – Uma perspectiva pós-estruturalista. 16ª edição. Petrópolis RJ. Editora Vozes, 2017.
- MEYER, Dagmar; PARAÍSO, Marlucy. Metodologias de pesquisas pós-críticas ou sobre como fazemos nossas investigações. In: MEYER, Dagmar. PARAÍSO, Marlucy. Metodologias de Pesquisas Pós-Críticas em Educação. Belo Horizonte: Mazza Edições, 2014, p. 17-24.
- PARAÍSO, Marlucy Alves. Currículo, gênero e heterotopias em tempo do Slogan



“Ideologia de Gênero. LOPES, Aline Casimiro; OLIVEIRA, Anna Luiza A. R. Martins, OLIVEIRA, Gustavo Gilson Souza (Org.). Os Gêneros da Escola. 1ª edição. Recife: Editora: UFPE, 2018. p. 211-241.

PELÚCIO, Larissa. Gênero na escola. MISKOLCI, Richard; JÚNIOR, Jorge Leite. Diferenças na Educação, Outros Aprendizados. São Carlos: EdUFSCAR, 2014. p. 106 - 119.

REPROLATINA. Estudo Qualitativo sobre Homofobia no Ambiente Escolar. Projeto Escola Sem Homofobia Componente de Pesquisa, 2011. Disponível em [https://www.academia.edu/16411074/Projeto\\_Escola\\_sem\\_Homofobia\\_Estudo\\_qualitativo\\_sobre\\_a\\_homofobia\\_no\\_ambiente\\_escolar\\_em\\_11\\_capitais\\_brasileiras](https://www.academia.edu/16411074/Projeto_Escola_sem_Homofobia_Estudo_qualitativo_sobre_a_homofobia_no_ambiente_escolar_em_11_capitais_brasileiras). Acesso em 10 fev. 2019.

SEVILLA, Gabriela; SEFFNER, Fernando. A Guinada Conservadora na Educação: reflexões sobre o novo contexto político e suas reverberações para a abordagem de gênero e sexualidade na escola. Seminário Internacional Fazendo Gênero 11& Women's Worlds Congress 13. Florianópolis, 2017.

SILVA, Caio Samuel Franciscati; BRANCALEONI, Ana Paula Leivar; OLIVEIRA, Rosemary Rodrigues. Base Nacional Comum Curricular e diversidade sexual e de gênero: (des)caracterizações. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 14, n. esp. 2, p. 1538-1555, jul. 2019. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/12051/8347> Acesso em: 16 de jun. 2020.

SILVA, Tomaz Tadeu. Documentos de Identidade: uma introdução às teorias do currículo. 3ª edição. Belo Horizonte MG: Editora Autêntica, 2017. VENCATO, Anna Paula. Diferenças na escola. MISKOLCI, Richard; JÚNIOR, Jorge Leite. Diferenças na Educação, Outros Aprendizados. São Carlos: EdUFSCAR, 2014. p. 19-56.

XAVIER FILHA, Constantina. A menina e o menino que brincavam de ser...: representações de gênero e sexualidade em pesquisa com crianças. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, v. 17, n. 51, p. 627-646, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/v17n51/08.pdf> Acesso em: 16 mai. 2020.

**FABRICIO PUPO ANTUNES**



Graduando do curso de bacharelado em Ciências Sociais na Universidade Federal de São Carlos. É membro do Impróprias – Grupo de Pesquisa em Gênero, Sexualidade e Diferenças da Universidade de Mato Grosso do Sul. Courseu Ensino Médio no Colégio Novaescola em Campo Grande, MS. Foi bolsista PIBIC Júnior do CNPq na UFMS. As pesquisas realizadas foram premiadas em importantes feiras científicas do país, como FETEC MS, FEBRACE – USP e Mostratec – Fundação Liberato. As pesquisas também ganharam visibilidade internacional sendo apresentadas na Universidade de Aarhus na Dinamarca e nas organizações Copenhagen Pride e LGBT Danmark em Copenhague. Foi finalista da REGENERON ISEF realizada na Califórnia - Estados Unidos.

### TIAGO DUQUE

Professor do Bacharelado em Ciências Sociais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Campus de Campo Grande) e do Mestrado em Educação (Campus do Pantanal - Corumbá). Desenvolveu estágio de Pós-Doutorado na Faculdade de Educação (FACED) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), junto ao Grupo de Estudos de Educação e Relações de Gênero (GEERGE). Possui doutorado em Ciências Sociais pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP (2013) e mestrado em Sociologia pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar (2009). É coordenador do Impróprias - Grupo de pesquisa em gênero, sexualidade e diferenças (CNPq/UFMS).

submetido

17.07.2020

reapresentado

11.01.2021

aprovado

31.05.2021

**Contribuição de autoria.** Fabricio Pupo Antunes participou da elaboração do estudo, da investigação de dados, do levantamento bibliográfico e da redação do artigo. Tiago Duque orientou todas as etapas e participou da revisão final e da edição do artigo.

**Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

## OPERADORES ARGUMENTATIVOS EM REDAÇÕES MODELO ENEM: UMA ANÁLISE BASEADA EM CORPUS

**DALMO BUZATO** 

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Contagem, MG, Brasil, [buzatodalmo@gmail.com](mailto:buzatodalmo@gmail.com)

**ELIAS VICTOR DE JESUS CARDOSO MACHADO** 

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Contagem, MG, Brasil, [elias.victor.dr@gmail.com](mailto:elias.victor.dr@gmail.com)

**PRISCILLA TULIPA DA COSTA** 

Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil, [priscillatulipa@gmail.com](mailto:priscillatulipa@gmail.com)

**SUELEN ÉRICA COSTA DA SILVA** 

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Contagem, MG, Brasil, [suelenerica@gmail.com](mailto:suelenerica@gmail.com)

### RESUMO

Os operadores argumentativos são estruturas fundamentais para a elaboração da coesão e da orientação argumentativa em um texto. Espera-se que os estudantes tenham um desempenho satisfatório no uso dessas estruturas, principalmente no gênero dissertativo-argumentativo, como em redações modelo ENEM. Porém, estudos realizados nos últimos anos revelam que os estudantes possuem dificuldades no uso das estruturas argumentativas. O objetivo deste artigo é analisar o uso dos operadores argumentativos por estudantes em redações modelo ENEM. Para tanto, a pesquisa encontrou suporte metodológico na Linguística de *Corpus* e na Linguística Computacional utilizando ferramentas de mineração de dados linguísticos. Os resultados da pesquisa revelaram que aspectos relacionados ao ensino impactam a escolha e o uso dos operadores argumentativos pelos estudantes. O estudo ora proposto buscou contribuir com as áreas de ensino e aprendizado da Língua Portuguesa, além do uso das ferramentas da Linguística Computacional para o desenvolvimento de pesquisas em Linguística.

**Palavras-chave:** Operadores argumentativos. Redações modelo ENEM. Argumentação. Linguística de *corpus*. Linguística computacional.





## ARGUMENTATIVE OPERATORS IN ENEM MODEL ESSAYS: A CORPUS-BASED ANALYSIS

### ABSTRACT

Argumentative operators are fundamental structures for the elaboration of textual cohesion and argumentative orientation in the text. Learners are expected to have a satisfactory performance in the use of these structures, mainly in the argumentative genre, as in ENEM model essays. However, studies carried out in last years reveal that students have difficulties in using argumentative structures. The purpose of this article is to analyze the use of argumentative operators by students in ENEM model essays. To this purpose, the research found methodological support in Corpus Linguistics and Computational Linguistics using tools such as text mining for the mining and modeling of linguistic data. The results of the research revealed that aspects such as educational approach impact the choice and use of argumentative operators by students in their essays. The study now proposed seeks to contribute to the areas of teaching and learning in the Portuguese Language, in addition to the use of Computational Linguistics tools for the development of research in Linguistics.

**Keywords:** Argumentative operators. ENEM model essays. Argumentation. Corpus Linguistics. Computational Linguistics.

### 1 INTRODUÇÃO

Ducrot (1976), pai da Semântica Argumentativa, cunhou o termo “operadores argumentativos” (AO) para designar certos elementos da gramática de uma língua que têm por função realizar a estruturação lógica do texto, além de indicar a força argumentativa dos enunciados e a direção argumentativa para o qual apontam. Essa definição também é defendida por Koch (1984; 2005), que acrescenta à denominação do autor os termos articuladores textuais ou marcadores discursivos para o mesmo grupo de palavras.

Essas estruturas da língua são usadas, em grande parte, em textos de cunho argumentativo, nos quais o objetivo é convencer o interlocutor das ideias apresentadas pelo autor. Para tanto, é necessária, além do reconhecimento e da utilização adequada das estruturas argumentativas presentes na língua, uma configuração lógica e formal harmônica entre as partes do texto, exigindo que as frases e parágrafos estabeleçam entre si uma relação que garanta a sequenciação coerente e a interdependência entre as ideias contidas no texto.



Quando interagimos por intermédio da linguagem, sempre estabelecemos finalidades e objetivos, muitas das vezes com o propósito de persuadir ou de motivar o interlocutor. Podemos entender, portanto, que o uso da linguagem é essencialmente argumentativo. Koch (1984) relata que “o homem, a todo tempo, formula juízos de valor, avalia, julga e critica fatos à sua volta”. Por isso, a autora considera que o ato de argumentar é o ato linguístico fundamental.

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), maior porta de entrada para as universidades públicas brasileiras, contém, dentre outras provas, a redação dissertativa-argumentativa. A proposta de texto é avaliada considerando-se cinco critérios, denominados competências, os quais devem ser levados em consideração na avaliação pelos corretores. As competências e suas próprias descrições são apresentadas na tabela 1:

<b>Competência 1:</b>	Demonstrar domínio da modalidade escrita formal da língua portuguesa.
<b>Competência 2:</b>	Compreender a proposta de redação e aplicar conceitos das várias áreas de conhecimento para desenvolver o tema, dentro dos limites estruturais do texto dissertativo-argumentativo em prosa.
<b>Competência 3:</b>	Selecionar, relacionar, organizar e interpretar informações, fatos, opiniões e argumentos em defesa de um ponto de vista.
<b>Competência 4:</b>	Demonstrar conhecimento dos mecanismos linguísticos necessários para a construção da argumentação.
<b>Competência 5:</b>	Elaborar proposta de intervenção para o problema abordado, respeitando os direitos humanos.

tabela 1.  
Competência  
de avaliação  
das Redações  
modelo ENEM.  
Fonte: BRASIL (2019).

Especificamente na competência 4, o estudante deve demonstrar conhecimento dos mecanismos linguísticos necessários para a construção da argumentação. Espera-se do candidato a utilização de variados recursos linguísticos que garantam as relações de continuidade essenciais à elaboração de um texto coeso e que atendam satisfatoriamente o encadeamento, a organização textual e a estruturação lógica e argumentativa esperados na redação (BRASIL, 2019, p.22). Essa competência possui seis níveis de desempenho para avaliar o desenvolvimento dos estudantes em suas produções textuais, como mostra a tabela 2:



tabela 2. Níveis de desempenho possíveis na Competência 4.

Fonte: BRASIL (2019).

200 pontos	Articula bem as partes do texto e apresenta repertório diversificado de recursos coesivos.
160 pontos	Articula as partes do texto, com poucas inadequações, e apresenta repertório diversificado de recursos coesivos.
120 pontos	Articula as partes do texto, de forma mediana, com inadequações, e apresenta repertório pouco diversificado de recursos coesivos.
80 pontos	Articula as partes do texto, de forma insuficiente, com muitas inadequações e apresenta repertório limitado de recursos coesivos.
40 pontos	Articula as partes do texto de forma precária.
0 ponto	Não articula as informações.

Para Koch e Elias (2006), a construção adequada em um texto de continuidades linguístico-temáticas realizadas pelos operadores argumentativos é fundamental para aquele que procura uma efetiva coesão textual, fenômeno que diz respeito ao modo como os elementos linguísticos presentes na superfície do texto encontram-se interligados entre si, por meio de recursos também linguísticos, que formam sequências veiculadoras de sentidos. Dessa forma, entende-se que os mecanismos argumentativos, em especial os marcadores, possuem papel fundamental na construção de textos, bem como ocorre com as redações modelo ENEM, conferindo-lhes coesão, ordenação, linearidade, sequenciação, estruturação e orientação argumentativa. Por isso, é de se esperar que os estudantes dominem com grande proficiência tais estruturas da língua, uma vez que elas são um dos pilares básicos e fundamentais de uma boa escrita, sob o aspecto linguístico-textual.

Contrariamente, quando observamos estudos anteriores que analisam o desempenho dos estudantes no uso dos operadores (SOAREZ, 2010; PEREIRA, 2019; PÉCORA, 2011; BUZATO *et al.*, 2020; NASCIMENTO, 2017; CANÇADO *et al.*, 2020; SOUZA; RIBEIRO, 2017), percebemos que há pouca variedade/diversidade desses recursos linguísticos, além da repetição e da inadequação no uso no que diz respeito à orientação argumentativa que é estabelecida entre as orações, períodos e parágrafos.

Ademais, é possível perceber que nem sempre os estudantes têm familiaridade com o uso dos marcadores discursivos conforme recomenda a norma-padrão. No estudo de BUZATO *et al.*, os autores mostram que variáveis socioeconômicas, como a rede escolar dos estudantes, influenciam no desempenho do uso e do reconhecimento desses mecanismos. Apesar de termos conhecimento da relação entre linguagem e variáveis socioeconômicas, esta pesquisa se dará pelos vieses e referências teóricas dos estudos empíricos, e, dessa maneira, serão realizadas



análises baseadas em *corpus* e em dados quantitativos e qualitativos. Ressaltamos que a análise das variáveis socioeconômicas e sua influência poderão constituir um estudo posterior.

Para abordar as questões que tangem as práticas educacionais e o uso dos operadores argumentativos pelos estudantes, nos debruçamos na obra de Antunes (2005). A autora explica que as gramáticas costumam atribuir aos operadores, particularmente às conjunções, um sentido, a partir do qual se pode reconhecer o tipo de relação estabelecida. Entretanto, a identificação desse sentido tem servido, conforme a autora, somente para se chegar a uma classificação dessas conjunções e das respectivas orações em que aparecem. A atenção dada ao sentido, portanto, acaba por servir apenas de pretexto para as classificações sintáticas de orações e períodos. A autora conclui que o estudo dos operadores nas gramáticas e livros didáticos, não ultrapassa, em geral, um olhar meramente classificatório.

No texto, há também uma discussão sobre a abordagem dos operadores em livros didáticos. Conforme Antunes, a abordagem desses é extremamente superficial, ao ponto que o uso dos marcadores não parecem ser algo comum à nossa atividade verbal do dia a dia. Nenhuma ou poucas menções são feitas à função desses conectores no estabelecimento da coesão textual, ou do papel dos operadores para a coerência, nos usos reais da linguagem cotidiana, ou à sua função na organização dos textos e na condução de sua orientação argumentativa. A autora ressalta que, na maior parte dos casos, em livros didáticos de ensino fundamental e ensino médio, o uso dos marcadores tem sido visto de forma bastante reduzida. A função dos conectores na orientação do texto como um todo, de maneira geral, nem chega sequer a ser mencionada.

Por entendermos que a penalidade no uso das estruturas argumentativas se trata de um problema linguístico - desconhecimento dos operadores e também do que pontua a Gramática Tradicional em relação a eles - e que esses desvios podem ser observados por meio de análises das produções textuais dos estudantes, neste artigo, apresentamos um estudo acerca do uso dos operadores argumentativos, propondo uma análise quantitativa e qualitativa de tais elementos nas produções textuais modelo ENEM. Como arcabouço teórico, buscamos suporte teórico e metodológico na Linguística Computacional e na Linguística de *Corpus*. Ao abordar a linguagem em uso, buscamos traçar um panorama que seja próximo da realidade da escrita dissertativa-argumentativa realizada pelos alunos no Exame Nacional ou durante o preparo para a prova, em sala de aula. Procuramos, com este estudo, auxiliar nas questões que envolvem o ensino e a aprendizagem de Língua Portuguesa e de Redação por meio da descrição do fenômeno apresentado, bem como contribuir para a compreensão da aplicação de operadores argumentativos em textos de estudantes ao identificar padrões de uso.



## 2 METODOLOGIA

Para as análises deste estudo, utilizamos a metodologia de mineração de textos, recurso amplamente utilizado na Linguística Computacional e na Linguística de *Corpus*, áreas referenciais para o desenvolvimento do estudo ora proposto.

Para Othero (2006), a Linguística Computacional é uma área híbrida que envolve pesquisadores da Linguística e da Informática. A Linguística Computacional é a parte da ciência linguística que se preocupa com o tratamento computacional da linguagem, e sua aplicação engloba ferramentas como tradutores automáticos, *chatterbots*, corretores ortográficos e gramaticais, *parsers*, entre outros. Da mesma forma, Vieira & Lima (2001) descrevem a linguística computacional como a área de conhecimento que explora as relações entre linguística e informática, tornando possível a construção de sistemas com a capacidade de reconhecer e produzir informações apresentadas em linguagem natural.

Sardinha (2004, p.3) define Linguística de *Corpus* como o campo da Linguística que “se ocupa da coleta e exploração de corpora, ou conjunto de dados linguísticos textuais, em formato legível por computador, que foram coletados criteriosamente com o propósito de servirem para a pesquisa de uma língua ou variedade linguística”. Trata-se de um trabalho cujo quadro conceitual é formado por uma abordagem empirista e que entende a linguagem como um sistema probabilístico (SARDINHA, 2000). Svartvik (1996) afirma que a Linguística de *Corpus*

não define somente uma metodologia emergente para o estudo da Linguagem, mas uma nova maneira de fazer pesquisa, e de fato uma nova abordagem filosófica para este assunto. O computador, como uma ferramenta tecnológica de poder indiscutível, tornou esse novo tipo de linguística possível.

Uma característica do *corpus* dada por Hunston (2002, tradução nossa) é que “um *corpus* pode oferecer evidências, mas não pode dar informações” também é vista em Oliveira (2009):

Os estudos de *corpus* caracterizam-se pela busca de tendências, probabilidades ou padrões de ocorrência ao lidarem com grande quantidade de dados. Nesses casos, os números servem de base para que estes padrões possam ser

---

1 No original: “a *corpus* can offer evidence, but cannot give information” (tradução nossa).



identificados, e então, interpretados pelos pesquisadores. Os resultados quantitativos produzidos com base no corpus são assim indicadores numéricos que devem ser discutidos à luz de diferentes posicionamentos teórico-metodológicos, para serem compreendidos. Da mesma forma que o corpus oferece apenas ocorrências linguísticas, e não informações, os números extraídos dos dados linguísticos não são ainda informações em si mesmos, precisando ser interpretados pelo pesquisador para que possam servir de apoio para novas descrições linguísticas ou para a proposta de novas perspectivas teóricas. (OLIVEIRA, 2009, p.51).

Para esta pesquisa, a coleta dos textos se deu em um banco de redações online do site Brasil Escola<sup>2</sup>, um banco aberto e disponível gratuitamente ao público. As produções textuais são enviadas por estudantes de acordo com o tema proposto pelo site para um determinado mês. A cada mês, é proposto um novo tema para as redações e a submissão para novos envios é aberta. Os textos dos estudantes são corrigidos por professores de Língua Portuguesa; porém, as correções ocorrem de forma externa ao texto original produzido pelos estudantes. O texto fica disponível no site com as correções e comentários dos corretores de maneira diferenciada do texto original.

Os textos utilizados para análise do uso dos operadores argumentativos foram coletados de seis propostas de redações diferentes, todas disponíveis no site do Banco de Redações. Sendo assim, foram, no total, coletadas de maneira aleatória, 137 produções. Os textos foram organizados em uma planilha de dados, juntamente com a nota que a redação obteve segundo o corretor e o link na web onde ela se encontra disponível. O *corpus* contém, no total, 45.624 palavras e 435.039 caracteres. A seguir, a figura 1 ilustra a forma de organização do *corpus*:

---

<sup>2</sup> Disponível em: <https://vestibular.brasilecola.uol.com.br/banco-de-redacoes>. Acesso em: 20 mai. 2020.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
45	A serie the hot zone apresenta um surto de ebola, doença respiratória assim como coro	700	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
46	De acordo com o filósofo grego Epiteto, "só a educação liberta", sendo assim fica eviden	400	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
47	No livro "Cidadão de Papel", de Gilberto Dimenstein, é mostrado a correlação entre o ai	700	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
48	O novo coronavírus, que surgiu na China no final do ano de 2019 e espalhou-se para tc	600	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
49	Uma pandemia é causada pela disseminação de uma nova doença a partir da evolução	600	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
50	A obra cinematográfica "Epidemia" retrata a probabilidade de uma pandemia ocorrer, as	800	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
51	"Educai as crianças e não será preciso punir os homens" - Pitágoras. Em virtude do cer	400	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
52	Tudo é na base do automático, quando escrevemos uma mensagem por exemplo no c	250	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
53	Um analfabeto funcional é uma pessoa incapaz de fazer interpretações textuais e resol	270	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
54	A ciência, desde o final de 2019, tem ganhado grande evidência em todo o mundo, dev	650	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
55	No século XIV o mundo foi acometido pela Peste Bubônica, uma doença infecciosa, qu	550	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
56	O surgimento de pandemias sempre esteve presentes nos eventos mundiais tais qual a	750	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
57	No filme "Sociedade dos Poetas Mortos" de 1990, é contada a história do professor Joh	800	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
58	A leitura sem experiência é cega. E preciso viver o que se lê. No Brasil a distração com	500	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
59	O Analfabetismo funcional é um dos assuntos que mais foram discutidos na geração ati	500	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
60	A tecnologia trouxe coisas inovadoras para a vida dos brasileiros porém trouxe també	300	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
61	Em 2009 ocorreu a pandemia de influenza A H1N1 onde ficou conhecida como "gripe s	650	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
62	A ciência proporcionou, historicamente, avanços gigantescos nos mais variados setore	750	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
63	A ciência é a principal aliada da sociedade no fortalecimento da saúde, mas o precário	550	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
64	O Brasil apresenta uma estrutura de ensino ultrapassada, segundo o que dizem muitos	600	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
65	O analfabetismo funcional é uma realidade presente na sociedade brasileira, embora o	650	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
66	Sabemos que o analfabetismo não vem de hoje. Claro, tivemos uma época que as pes	400	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
67	O jogo "The Last of Us", desenvolvido pela Naughty Dog, retrata um caso de pandemia	550	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
68	A partir da Revolução Técnico-Científico-Informacional passou a existir novas tecnologi	700	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
69	Na contemporaneidade, em razão das grandes mudanças no ambiente, tem-se observ	650	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
70	A ciência é uma das maiores criações desenvolvidas pela humanidade, foi graças a ele	650	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					
71	O problema persistente do analfabetismo no Brasil denuncia o descaso com a educaçã	450	Banco de Redações	<a href="https://vestibular.b">https://vestibular.b</a>	Desconhecido					

figura 1. Corpus criado com as redações coletadas.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para a análise e a manipulação dos dados, utilizamos a linguagem de programação R, normalmente empregada em estudos das áreas de estatística e ciência de dados, sendo cada vez mais aplicada também em trabalhos que envolvem análises empíricas e quantitativas da linguagem (OUSHIRO, 2017; BAAYEN, 2008; SARDINHA, 2004; ROBINSON; SILGE, 2017). O *corpus* foi exportado para um arquivo no formato *.csv* (*comma separated values* ou valores separados por vírgula), para que os dados pudessem ser interpretados pelo programa. O *software* utilizado para o tratamento dos dados foi o *RStudio*, um ambiente de desenvolvimento para *scripts* em R.

Os autores da presente pesquisa desenvolveram um *script* que fazia a busca de palavras frequentes no *corpus* e mostrava os resultados em um *data-frame* por meio de uma tabela no próprio *software* de desenvolvimento. O pré-processamento automático do *corpus* consistiu em retirar espaços em branco duplos ou sem relevância, remover pontuações, remover números e transformar todos os caracteres em caracteres do tipo minúsculo. O pré-processamento é um procedimento essencial nos estudos que envolvem Linguística de *Corpus* para que não exista interferência nos resultados da pesquisa. Como o estudo ora proposto não analisa fatores relacionados às pontuações ou números, a retirada desses itens ocorreu para facilitar a visualização dos dados. A transformação de todos os caracteres em minúsculos, por sua vez, foi importante para que palavras semelhantes, mas com a formatação de caracteres diferentes, por exemplo “portanto” e “Portanto”, não fossem contabilizadas como palavras diferentes, e não interferissem, assim, nos resultados do estudo.

Além disso, o estudo não utilizou as *stopwords* padrão da própria linguagem R. *Stopwords* são palavras que são removidas antes ou após o processamento de dados textuais em linguagem natural. Essas palavras, dependendo da



busca realizada, podem ser consideradas irrelevantes para um determinado conjunto de resultados, uma vez que o contexto da busca fará toda a diferença nas análises. Algumas das palavras na lista de *stopwords* padrão na linguagem R em português são operadores argumentativos. Dado o objetivo desta pesquisa, optamos por não retirar as *stopwords*.

O *script* em R utilizou dois pacotes adicionais principais, os pacotes NLP (*Natural Language Processing*) e TM (*Text Mining*). Eles não são pacotes básicos já inseridos no R; ainda assim, sua instalação pode ser realizada por meio do próprio programa. A leitura dos dados se deu por meio do “*FileEncoding*” UTF-8, para que palavras com caracteres especiais da Língua Portuguesa pudessem ser interpretadas pelo *script*.

A escolha dos operadores que foram analisados em suas frequências se deu por meio de estudos anteriores no que diz respeito ao uso e análise dos operadores argumentativos. Utilizou-se, principalmente, a tabela disponível no estudo de Cançado *et al.* (2020), que contém uma tabela com os principais operadores argumentativos utilizados na língua, e que, por sua vez, foram analisados no estudo. Ademais, utilizamos também o referencial teórico disponível nos estudos de Koch (1984), Koch e Elias (2006), Cabral (2011), Pereira (2019), Antunes (2005), INEP (2019), Brasil (2006) e Costa e Buzato (2019).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os operadores argumentativos aparecem 1.089 vezes no *corpus*. Logo, a taxa de ocorrência destes no conjunto de dados foi de aproximadamente 3,1%<sup>3</sup>. A média de ocorrências dos operadores argumentativos nos dados analisados foi de 21,75 ocorrências por operador<sup>4</sup> e a taxa de operadores por texto foi de 9,46<sup>5</sup>.

Como é possível verificar no Quadro 1, foram identificados 1089 operadores, sendo que, desses, 212 desempenham função na contraposição de argumentos orientados para conclusões contrárias (entretanto, no entanto etc.); 145 introduzem justificativas ou explicações (pois, já que etc.); 257 somam argumentos a favor de uma mesma conclusão (também, ademais etc.); 331 têm função de conclusão (assim, pois, portanto, logo etc.) e 87 têm função de realce ou relevância nos textos (até, apenas, somente etc.).

Percebemos, portanto, uma preferência maior dos estudantes pelos

---

3 Para o cálculo da taxa de ocorrência, utilizou-se uma regra de três simples: total de operadores \* porcentagem total / total de palavras no corpus = x (taxa de ocorrência).  $1.089 * 100 / 35.114 = 3,101$ .

4 Para a realização do cálculo, fez-se uma média com a soma do número de ocorrências de cada operador, dividindo-se pela quantidade de operadores (50).  $(n1 + n2 + n3 + \dots + n50) / 50$ .

5 Para o cálculo, dividiu-se a ocorrência total dos operadores pela quantidade de textos.





operadores de adição e conclusão. Uma das explicações para esse fenômeno é que, durante o planejamento textual para a elaboração da redação, uma das estratégias mais utilizadas pelos estudantes é a tentativa de ligar os argumentos defendidos durante o texto em favor de um mesmo objetivo, o que implica no uso dos operadores de adição. Ademais, outro movimento frequente é a tentativa de relacionar as ideias apresentadas no desenvolvimento do texto e a conclusão, e para isso, muitos estudantes utilizam os operadores de conclusão.

Operadores	Freq.	Operadores	Freq.	Operadores	Freq.
Também	64	Portando	68	Somente	14
Além	62	Sendo assim	45	Justamente	4
Ainda	36	Logo	24	Mesmo que	13
Ademais	34	Então	16	Mas	36
Quanto	24	Em suma	12	Quando	31
Tanto que	21	Conseqüentemente	11	Entretanto	22
Inclusive	7	Por conseguinte	11	No entanto	21
Fora que	4	Afinal	4	Porém	16
Incluindo	1	Enfim	3	Apesar	12
Assim	89	Até	31	Contudo	12
Pois	59	Apenas	30	Embora	3
Pelo Contrário	5	Porque	24	Afim	3
Todavia	3	Caso	16	Deste modo	41
Em Contrapartida	3	Em função de	15	Enquanto	4
Tampouco	2	Intuito	14	posto que	7
Ou seja	37	Inclusive	7	Tão	8
Visto que	29	Decorrente	3	Por causa	10
Mesmo	29	Ainda que	4		

quadro 1.  
Frequência de  
operadores  
argumentativos  
nas redações  
modelo ENEM.

Fonte: Elaborado  
pelos autores.



Dos operadores empregados nos textos examinados, os mais utilizados pelos estudantes foram: “assim” (89 ocorrências, 8,17%<sup>6</sup> do total de operadores), “também” (64 ocorrências, 5,87%), “além” (62 ocorrências, 5,69%), “pois” (59 ocorrências, 5,41%) e “portanto” (58 ocorrências, 5,32%). As ocorrências dos 15 operadores mais frequentes no *corpus* são mostradas no gráfico 1.

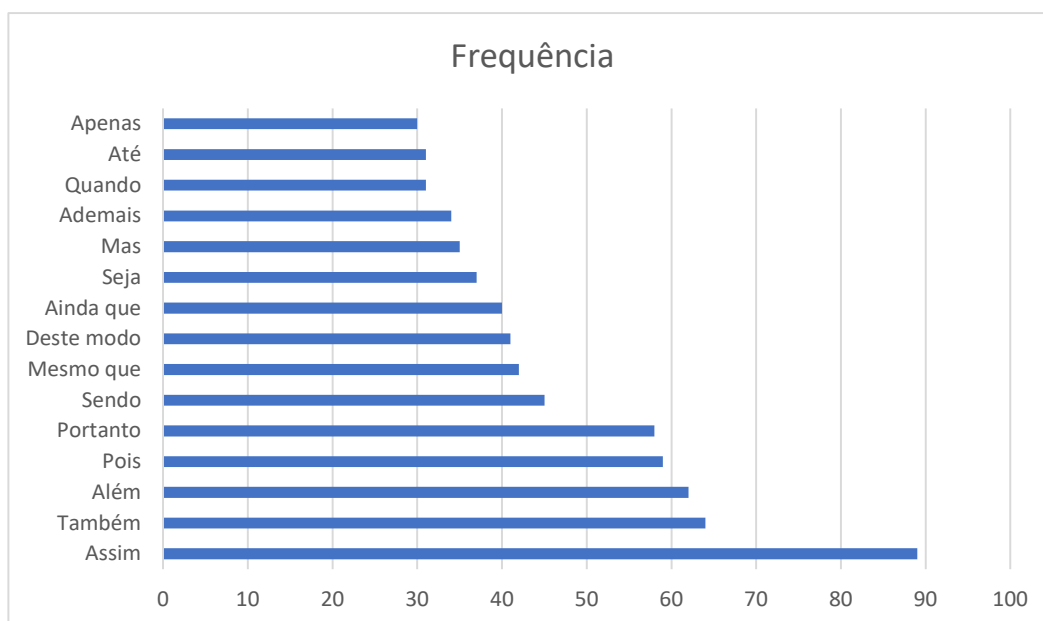


gráfico 1.  
Frequência dos operadores nas redações modelo ENEM.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme é possível visualizar, o marcador “assim” foi o mais empregado nos textos analisados. Uma possível explicação para tal é o fato de os estudantes, em suas produções textuais, realizarem o encadeamento por justaposição para articular suas ideias com a conclusão proposta. Os operadores de adição “também” e “além”, o de causa “pois” e os de conclusão “portanto” seguem “assim” em frequência, sendo os que mais detêm a preferência dos estudantes ao longo do processo argumentativo. Considerando-se o universo dos operadores e a variedade existente na língua portuguesa, a baixa frequência ou não ocorrência de outros operadores pode sinalizar a preferência dos estudantes pelo uso das palavras mais comuns, ou ainda, isso pode ser uma característica do gênero textual analisado, já que os operadores citados como infrequentes tendem a ser mais usados em textos com maior grau de formalidade.

<sup>6</sup> Para a realização destes cálculos de porcentagem, utilizou-se também regras de três simples. frequência bruta de cada operador \* porcentagem total / total de operadores no texto = x (taxa de frequência de cada operador).  $89 * 100 / 1089 = 8,17$ .



A seguir, analisaremos o primeiro trecho do corpus. A formatação e a divisão de parágrafos foram preservadas da forma que foram colhidas no banco de redações online. Os trechos em vermelho são correções ou alterações feitas pelos corretores do site responsável pelo banco de redações, os trechos entre parênteses são comentários dos corretores de texto.

- (1) A Federação Internacional de Atletismo é uma organização não-governamental responsável por administrar e coordenar o esportes visando proteger a integridade física do competidor para que não (Reveja) haja injustiça.

(Contextualize o tema e apresente a tese)(Reveja o conectivo mais adequado para estabelecer coesão) Portanto, visto que o nível de testosterona no sexo masculino é maior e influi na musculatura e força física, tornando o indivíduo mais potente foram criadas regras dividindo a competição por gêneros. Então se for observado que uma atleta tem o nível de testosterona mais elevado ela deverá ser submetida a exames para ser liberada para o campeonato. (O argumento precisa ser mais explorado)

O parágrafo de análise é um parágrafo de introdução, ou seja, é o primeiro parágrafo do texto. Por mais que esta não seja uma conduta obrigatória, normalmente as redações com maior pontuação apresentam apenas um parágrafo de introdução, dois parágrafos de desenvolvimento (normalmente com a apresentação de um argumento em cada), e um parágrafo de conclusão com a proposta de intervenção, obrigatória no gênero textual redação modelo ENEM. O estudante faz a escolha de desenvolver dois parágrafos de introdução, mas essa escolha não é objeto de avaliação da competência 4, estudada nesta pesquisa.

Conforme apresentado pelo corretor (comentário em vermelho), o estudante comete um desvio ao utilizar o operador argumentativo conclusivo “portanto”, pois, de fato, o trecho que sucede ao OA não apresenta nenhuma conclusão de argumentos anteriores. O trecho anterior ao uso do OA é um trecho de contextualização do tema, comumente visto nas primeiras linhas dos parágrafos de introdução das redações modelo ENEM. No trecho, bastaria o estudante não utilizar o operador “portanto”, pois o operador argumentativo de adição “visto que”, o qual vem logo em seguida, realiza perfeitamente a coesão textual e a orientação argumentativa pretendidas pelo estudante. O uso do estudante do operador argumentativo de conclusão “portanto” em um parágrafo de introdução, e com uma função argumentativa e coesiva totalmente nula, pois o operador “visto que” já iria realizar toda a função, nos diz muito sobre a relação dos



estudantes com os operadores argumentativos, uma vez que o estudante utiliza o operador “portanto” meramente como um elemento coesivo, pois possivelmente não articula o parágrafo considerando o operador “visto que” também como um elemento coesivo. Entretanto, o estudante faz uso adequado do operador argumentativo de conclusão “então”, no final do segundo parágrafo, articulando a conclusão apresentada logo em seguida com os fatos apresentados anteriormente.

Vejamos a seguir o que INEP (2019) diz a respeito sobre a avaliação da competência 4 em redações modelo ENEM, e sobre a inadequação argumentativa presente nos textos.

Na Competência IV, por sua vez, em linhas gerais, devemos avaliar se o repertório de recursos coesivos é diversificado e se esses recursos são utilizados adequadamente. Conforme já explicado, os elementos coesivos são marcadores explícitos que, se presentes nos textos, são facilmente identificáveis e, quando empregados de forma precisa, devem contribuir para a organização e compreensão das ideias apresentadas. (INEP, 2019, p. 16)

Um termo que aparece na Grade Específica é “inadequação”, cujo conceito diz respeito ao uso equivocado do elemento coesivo que, embora esteja presente no texto, não consegue construir as diversas relações de conexão típicas esperadas em um texto dissertativo-argumentativo (relações concessivas, adversativas, aditivas etc.). Desse modo, ao analisar a adequação ou inadequação de determinado elemento coesivo em uma redação, os avaliadores devem verificar se ele contribui para o encadeamento dos enunciados de forma a estruturar uma orientação argumentativa com relações de sentido pertinentes àquilo que o participante se propõe a defender, a justificar, a expor etc. (INEP, 2019, p.25)

Portanto, o que vemos no trecho de exemplo é um caso de inadequação no uso dos OA. Vale a pena ressaltar que os casos de inadequação não ocorrem apenas em redações com notas muito baixas. No caso do Exemplo 1, segundo a correção do site que mantém o banco de redações, o estudante obteve nota 700, o que configura uma nota considerada mediana, e especificamente obteve nota 150 (total 200) na competência 4. Apresentamos, a seguir, outros exemplos de inadequação no uso dos OA em redações modelo ENEM.

(2) A grande maioria das pessoas não tem conhecimento de como



funcionam os algoritmos e o processo de controle de dados na internet, mas continuam sendo manipuladas cotidianamente. Fonte: INEP (2019)

No caso do exemplo a seguir, percebemos o uso do operador argumentativo de oposição “mas” na última linha do trecho. Porém, este uso é equivocado, de modo que configura um exemplo de inadequação. A segunda oração é consequência ou efeito da primeira, ou seja, entre elas deveria haver uma relação conclusiva, marcada por um operador argumentativo de conclusão; contudo, o que percebemos é uma relação equivocada de oposição, marcada por um operador argumentativo adversativo, o “mas”.

- (3) As pessoas estão se conscientizando da importância de não acreditar em tudo o que leem nas redes sociais, portanto, ainda são facilmente manipuladas. Fonte: INEP (2019)

Neste último caso, temos novamente a presença do operador argumentativo “portanto” que normalmente indica relações conclusivas; não obstante, no trecho em questão, está equivocadamente simulando uma relação adversativa, de oposição, que poderia ser representada, por exemplo, pelo operador “mas”. Com a construção realizada pelo estudante, a frase se torna semanticamente instável e de difícil compreensão.

Antes de dar prosseguimento às análises de dados, nos debruçamos em INEP (2019), no que diz respeito à variação, repetição e recorrência dos elementos coesivos na produção textual dos estudantes como um item de avaliação na competência 4.

A recorrência dos mesmos elementos coesivos em uma determinada redação deve ser avaliada, assim como os demais critérios, com muito cuidado. Acima de tudo, porque é impossível contabilizar a repetição de forma absoluta, impondo um padrão quantitativo aplicável a todo e qualquer texto. Não se trata de contar as palavras repetidas – é preciso, sempre, considerar a repetição em relação àquilo que o participante apresentou, concretamente, em sua produção escrita, verificando em que medida essa repetição prejudica (ou não) a articulação dos argumentos dentro de um dado conjunto textual. [...] Nesse contexto, as repetições



são problemáticas quando fazem rarear a diversidade do repertório coesivo, por não haver, por parte do autor do texto, uma preocupação em valer-se de recursos coesivos variados. A variedade no repertório traz maior fluidez à construção dos sentidos da produção textual. Reforçamos que a repetição de palavras do campo semântico da frase temática (no caso da proposta de 2018, “internet”, “usuário”, “controle de dados”, “comportamento”, “manipulação” ...) é esperada, e, por essa razão, a avaliação da repetição deve incidir, prioritariamente, sobre a coesão sequencial representada, na grande maioria das vezes, pelos operadores argumentativos. (INEP, 2019, p. 22)

Buscando variação lexical no uso dos OA, os estudantes recorrem a diversas estratégias, que podem ser categorizadas em suas ocorrências principais. Vamos aos exemplos e às análises.

- (4) **(Boa estratégia coesiva)** **Inicialmente**, tem-se por indubitável, nas culturas ocidentais, a proeminência do princípio da dignidade da pessoa humana, o qual reclama respeito à unicidade de cada indivíduo. **Nessa esteira**, todo ato que pretenda a segregação é injusto, e tudo que seja injusto não pode ser senão desnecessário. **Nesse cenário**, desponta, no Brasil, o movimento “let her run”, em oposição à decisão prolatada pela Federação Internacional do Atletismo contra a atleta Caster Semenya. **(Abordagem superficial)**

Temos, neste primeiro exemplo, um parágrafo de desenvolvimento, onde o autor escolheu como estrutura de coesão externa os operadores “Inicialmente”, “Nesta esteira” e “Nesse cenário”, representados em verde no trecho acima. O uso do operador “Inicialmente” está atrelado ao início do desenvolvimento e defesa dos argumentos que sustentam a tese apresentada na introdução, sendo essa uma escolha lexical comum entre os estudantes. O que se diferencia no trecho estudado, é a repetição, ainda que “mascarada” dos operadores “nessa esteira” e “nesse cenário”, que buscam estabelecer uma relação coesiva e argumentativa entre os fatos apontados, ou seja, a predominância do princípio da dignidade no ocidente, a visão da segregação como ato injusto, e o movimento “Let her run” no Brasil como voz do princípio da dignidade humana. O estabelecimento e a escolha lexical dos operadores neste trecho estão



corretos, no entanto, não apresenta ampla variação. Por exemplo, no lugar de “nessa esteira”, poderia ser utilizado o elemento coesivo de conclusão “logo”. Surpreende também o fato de o operador argumentativo “nessa esteira” não ser amplamente utilizado em contextos formais ou coloquiais da língua portuguesa brasileira; porém, este será um tópico abordado posteriormente.

- (5) **(Boa estratégia coesiva)** Segundo o levantamento do jornal EL PAÍS, mostra **(Melhore a progressão de ideias)** que as violências policiais no Brasil são em grande partes em populações negras e periféricas. Sob essa nota-se que o descaso com essa parte da população ainda é muito grande. Assim, parte da sociedade por meio de manifestações procuram se expressar sobre esse tipo de assunto. **(Argumentação limitada)**

Nesse trecho, buscando sustentar o argumento que levantará em seguida, o estudante usa de uma relação de conformidade, citando dados do jornal El País, e representa essa relação linguisticamente utilizando o OA “segundo”. Além disso, o mesmo faz uso dos operadores “sob essa ótica” e “assim”, para dar progressão textual e promover o encadeamento das ideias, que vão se somando e construindo uma relação de causa e efeito. Neste caso, o estudante demonstra, além de um variado repertório sociocultural imerso ao tema proposto pelo site, variado repertório de elementos coesivos e suas funções.

- (6) **(Melhore a estratégia coesiva)** Para esse problema tão constante deveria ter punições mais severas, mais treinamento e conscientização para saberem agir nessas ocasiões, com leis mais rígidas poderão pensar mais antes de agir, e depois de imobilizar os suspeitos derem a chance de uma explicação **(Vírgula)** pois muitas vezes pode ser um pai de família em uma situação desagradável e daí tirar conclusões e tomar as medidas cabíveis e usar a força quando necessário. **(Não apresenta a proposta de intervenção propriamente dita)**

O estudante, neste caso, não faz uso de OA como elementos coesivos de maneira a garantir a coesão textual e a progressão argumentativa do parágrafo. Ao contrário, o candidato, durante todo o parágrafo de conclusão, simplesmente coloca as ideias umas atrás das outras, sem estabelecer qualquer tipo de conexão ou relação entre elas por meio de marcadores discursivos, como é normalmente feito na fala, por meio



de pausas (vírgulas e pontuação). Entretanto, esse, atrelado a outros fatores, torna o trecho de difícil compreensão e análise. Se o estudante fizesse uso de OA, seja no início do parágrafo para garantir a coesão textual e a linearidade argumentativa do texto, estabelecendo uma relação entre os argumentos defendidos ao longo da produção e a conclusão, ou ao longo do parágrafo, garantindo o desenvolvimento da argumentação no trecho, além de promover a coerência textual, o parágrafo tornaria-se muito mais claro, fluído e linear no ponto de vista linguístico-textual.

(7) **(Boa estratégia coesiva)** **Primeiramente**, deve-se destacar que a excessiva exposição da vida privada na internet tem sido um fator determinante para as redes sociais se tornarem uma espécie de “tribunal”. **Nesse sentido**, o surgimento exponencial de “influencers”, que compartilham seu dia a dia para obterem cada dia mais seguidores, os deixaram mais expostos a críticas e manifestações de ódios, por parte dos usuários que se sentem no direito de cobrar a perfeição por parte daqueles que os influenciaram. **Ademais**, a prática de comportamentos não toleráveis **(Cite alguns exemplos)** pelas celebridades vêm implicando seu cancelamento nas redes sociais como forma de punição. **(Explore mais o argumento apresentado)**

Mais uma vez, abordaremos um exemplo de um parágrafo de desenvolvimento, desta vez, um que atende todos os requisitos de coesão textual e progressão argumentativa. O estudante obteve, conforme avaliação do site responsável pelo banco de redações, nota 200 na competência 4. Durante toda a produção, mas especificamente no trecho acima exposto, podemos observar o uso de diversos recursos textuais para garantir a coesão textual de maneira variada. Para garantir a coesão entre parágrafos, o estudante faz uso do operador “Primeiramente”, pois o trecho em questão se trata do primeiro parágrafo de introdução. Para garantir a coesão do segundo parágrafo, o estudante faz uso do operador “Além disso”, por mais que esse trecho não esteja presente no exemplo analisado, podemos inferir que o estudante fez uso dessa escolha lexical para garantir um encadeamento que promova soma dos argumentos a favor de uma mesma conclusão. Já para garantir a coesão entre ideias nos parágrafos, o estudante usa os operadores “Nesse sentido” e “Ademais”, mais uma vez, somando os argumentos para sustentar o mesmo ponto de vista.

(8) **(Boa estratégia coesiva)** Inicialmente voltado para dar ênfase a problemas da sociedade e do meio ambiente e dar voz para grupos sociais menos privilegiados, hoje, com o crescente engajamento





das pessoas no mundo digital tem se tornado comum o “cancelamento” de usuários nessas mídias (em sua maioria influenciadores famosos) e a base para o julgamento são as postagens e interações que este indivíduo faz em sua rede social, se ao ver do público o mesmo tenha tomado uma atitude reconhecida como inadequada ou expôs uma opinião divergente gerando polêmica, este usuário sofre uma perda significativa de sua influência e é afastado socialmente, no caso de celebridades e de digitais influencers bem conhecidos a quantidade de seguidores e apoiadores caem de forma esmagadora (**Vírgula**) fazendo com que esses percam contratos e parcerias importantes. (**Reestruture as discussões. Argumentação expositiva**)

- (9) (**Melhore a estratégia coesiva**) O fato é que por muitas vezes o indivíduo **sequer tem a chance de se vir a** (**Reformule**) público se desculpar, dizer que reconhece o seu erro antes de ser cancelado, o público não lhe dá uma segunda chance, apenas julgam sem dar direito de defesa tornando este movimento antidemocrático, (**Melhore o encadeamento textual**) todos nós sabemos que somos propícios a erros, passamos a nossa vida lidando e aprendendo com eles e com essas pessoas não é diferente (**Evite clichês**), não discutir os fatos antes de apedrejar faz com que a cultura do cancelamento seja um julgamento questionável ou até mesmo injusto. (**Abordagem superficial do tema. Reformule as discussões**)

Nos dois trechos apresentados acima, podemos perceber a dificuldade dos estudantes em utilizar os OA para realizar o encadeamento em seus textos. No trecho analisado 8, o estudante ainda realiza o encadeamento do parágrafo com o texto de maneira global; contudo, não realiza o encadeamento das ideias e argumentos dentro do próprio parágrafo, ele apenas sobrepõe as ideias e os argumentos por meio de vírgulas, o que dificulta a compreensão e a construção argumentativa no texto. Já na imagem 9, o estudante não faz uso de qualquer tipo de encadeamento por meio de OA. O parágrafo não se “comunica” com o restante do texto, e os próprios argumentos dentro do parágrafo ficam soltos entre si. Infelizmente, trechos como os apresentados acima são comuns nas redações modelo ENEM. Os estudantes possuem certa preferência pela coesão global, ou seja, entre os parágrafos do texto, e se esquecem da coesão local, caracterizada pela relação entre as ideias e argumentos em um mesmo parágrafo. Uma das possíveis explicações para esse fenômeno, como será melhor abordado nos próximos parágrafos, é o uso de “fórmulas textuais”, amplamente divulgadas na internet e nas redes



sociais, para realizar a redação modelo ENEM.

- (10) (Boa estratégia coesiva) **Outrossim**, é que o episódio reforça a desigualdade e o preconceito com o gênero feminino (**Melhore a construção dessa ideia**); tendo em vista que a entidade relata que os limites de testosterona foram determinados para auxiliar a integridade do esporte. **Ou seja**, mulheres que ultrapassam o padrão não são exemplos representativos para o órgão. **Ademais**, ativistas de defesa dos direitos humanos mencionam que as identidades de gênero vão muito além do binário “homem e mulher”, amparando assim a multiplicidade que tomou conta desta geração. (**Argumentação expositiva**)
- (11) (Boa estratégia coesiva) **Destarte**, é imprescindível que medidas sejam tomadas para extinguir este impasse da contemporaneidade. **Para isso**, a Associação Internacional de Federações de Atletismo (**Muito bem. Apresentou o agente**) deve rever suas exigências, não promovendo a liberação do doping, mas tendo como objetivo a inclusão e aceitação de mulheres consideradas fora do padrão imposto, com o intuito de não interromper carreiras precocemente. **Deste modo**, a IAAF demonstrará respeito a todas as atletas e a sociedade desenvolverá um conceito mais igualitário. (**A proposta precisa ser mais detalhada**)
- (12) (Boa estratégia coesiva) **Outrossim**, é o cargo que abuso do seu poder e controle, e acham que são superiores aos outros, um exemplo é o policial que usa de sua função (**Problemas na construção de sentido**), para agredir, maltratar e humilhar pessoas que às vezes não fizeram nada, se sentindo no direito de fazerem o que quiserem. (**Não compreende a estrutura do texto**)

Nesses três exemplos, podemos perceber o uso de operadores argumentativos não tão comuns no dia-a-dia; entretanto, esses operadores possuem significativa presença nas produções textuais dos estudantes. Quando pensamos nos principais motivos de ocorrência deste fenômeno em redações das mais variadas e diversas notas, um fator principal se sobressai: a utilização de fórmulas para a construção textual. Segundo Abaurre (2020), esse fenômeno está presente há vários anos em diversos vestibulares que possuem provas dissertativas. Em uma rápida busca textual em redes sociais, na internet ou em páginas destinadas e especializadas em conteúdo de redação para o ENEM, facilmente se encontram conteúdos destinados a ensinar fórmulas de texto, ou de parágrafos, para um bom desempenho na redação. Como é possível observar,



as fórmulas não cumprem sua missão, pois, no próprio uso dos OA, elas focam muito mais na utilização da estrutura para a coesão entre os parágrafos de um texto, do que na utilização entre os argumentos e ideias que compõem um mesmo parágrafo. Nossa hipótese de explicação para esse fenômeno é que, enquanto o uso dos OA para garantir a coesão interparágrafo é mais genérico, o uso intraparágrafo depende de outros fatores, como a argumentação que o estudante pretende seguir na produção, não cabendo esse fator em fórmulas de texto, por exemplo.

Ao longo das análises na presente seção, podemos observar que a utilização das estruturas pelos estudantes é precária e carece de maior atenção e trabalho na educação básica, uma vez que grande parte dos estudantes não atendem aos critérios de avaliação estabelecidos pelas matrizes de competência do ENEM para a competência 4. Os motivos são diversos, como o desenvolvimento superficial dos OA em sala de aula e em livros didáticos, como já abordado na introdução. Outros âmbitos de possíveis melhorias podem ser encontrados na formação e especialização de professores de Língua Portuguesa, pois assim, os profissionais poderiam dar maior atenção e enfoque ao tema na abordagem em sala de aula. Uma abordagem que vá além dos enfoques tradicionais realizados atualmente nas salas de aula brasileira, apresentaria os contextos de uso, critérios semântico-discursivos e argumentativos para a utilização adequada dos OA. E assim, os estudantes poderiam construir discursos lógicos e coerentes e produções textuais coesas e de fácil interpretação semântica, ou seja, produções com encadeamento e linearidade textual e argumentativa.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo teve por finalidade observar e analisar o uso dos operadores argumentativos por estudantes de Ensino Médio nas redações modelo ENEM. Para isso, coletamos algumas redações e trechos de redações de um banco de redações online aberto, mantido pelo site Brasil Escola.

As análises revelaram que os estudantes possuem diversos desvios no uso e na construção argumentativa e coesiva em seus textos utilizando as estruturas, ou na ausência das mesmas nas produções textuais. Esses problemas possivelmente têm raízes nas lacunas encontradas no ensino formal dos operadores argumentativos na educação básica e nos livros didáticos, uma vez que as estruturas são trabalhadas de forma extremamente esporádica entre os diversos assuntos abordados, e quesitos correlacionando funções semântico-discursivas e a relação dos OA na coesão textual e argumentação se encontram em segundo plano nas abordagens didáticas no ensino de Língua Portuguesa na maior parte



das escolas de Ensino Médio no Brasil.

Outro fenômeno demonstrado pela análise de *corpus* foi a preferência dos estudantes pelo uso dos operadores de adição e conclusão. Uma possível explicação para tal, é o uso desses operadores para o encadeamento das ideias e argumentos apresentados ao longo do texto, para a defesa de determinada conclusão ou para o desenvolvimento da coesão e progressão textual, além da construção da orientação argumentativa.

Espera-se que este estudo possa contribuir na formação e reflexão de professores de Língua Portuguesa e desse modo, contribuir no ensino e aprendizagem de Língua Portuguesa enquanto língua materna na educação básica brasileira, para que assim, possamos formar em nossas escolas seres críticos, pensantes, independentes e capazes de produzir discursos e textos com substância e defesa de seus argumentos. Outrossim, desenvolver nos estudantes a capacidade de construir argumentos lógicos e produzir textos com coerência, sentido, estruturados de forma lógica, linear e coesa. Além disso, espera-se que o estudo ora proposto tenha promovido reflexões sobre o que o uso dos OA nos revela sobre a escrita, o letramento, e o ensino/aprendizagem de Língua Portuguesa no Brasil, além da promoção dos operadores como elementos de condução do processo argumentativo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAURRE, B. **Fala e escrita: percursos que se encontram na Fonologia** (Entrevista). 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=CU-gxbdpyzls>. Acesso em: 9 dez. 2020.
- ANTUNES, I. **Lutar com palavras: coesão e coerência**. São Paulo: Parábola Editorial, 2004.
- BAAYEN, R. H. **Analyzing linguistic data: A practical introduction to statistics using R**. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: linguagens, códigos e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2006.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **A redação no Enem 2019: cartilha do participante**. Brasília, 2019.
- BUZATO, D.; PERUGINI, D.; MACHADO, E.; TEIXEIRA, I. Operadores argumentativos



em aprendizes: panorama do ensino médio. **Anais do Congresso Nacional Universidade EAD e Software Livre**. Belo Horizonte: FALE/UFMG, 2020.

CABRAL, A. **A força das palavras: dizer e argumentar**. São Paulo: Contexto, 2011.

CANÇADO, M.; AMARAL, L.; AMORIN, E.; VELOSO, A.; MELLO, H. Subjetividade em correções de redações: detecção automática através de léxico de operadores de viés linguístico. **Linguamática**, v. 12, n. 1, p. 63-79, 29, Jun. 2020.

COSTA, P.; BUZATO, D. LÍNGUA FALADA, LÍNGUA ESCRITA E ANÁLISE DE CORPORA ORAIS: BREVE REVISÃO. **Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online**, v. 8, n. 1, Dez. 2019. ISSN 2317-0239. Disponível em: [http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/anais\\_linguagem\\_tecnologia/article/view/16126](http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/anais_linguagem_tecnologia/article/view/16126). Acesso em: 20 fev. 2021.

DUCROT, O. **Princípios de Semântica Linguística**. São Paulo: Cultrix, 1972.

HUNSTON, S. **Corpora in applied linguistics**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002

INEP. **MATERIAL DE LEITURA: MÓDULO 06 Competência IV**. 2019. Disponível em: [https://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/downloads/2020/Competencia\\_4.pdf](https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2020/Competencia_4.pdf). Acesso em: 1 dez. 2020.

KOCH, I. **Argumentação e Linguagem**. 12.a ed. São Paulo: Cortez Editora, 1984.

KOCH, I.; ELIAS, V. **Escrever e argumentar**. São Paulo: Contexto, 2006.

KOCH, I. **A interação pela linguagem**. 11.a ed. São Paulo: Contexto, 2005.

NASCIMENTO, N. Universidade Federal da Paraíba. **O uso dos operadores argumentativos na construção da opinião em textos dissertativo-argumentativos produzidos por alunos do Ensino Médio da rede pública estadual**, 2017. 89p, il. Monografia (Licenciatura em Letras - habilitação em Língua Portuguesa).

OTHERO, G. Linguística Computacional: uma breve introdução. **Letras de Hoje**, v. 41, n. 2, 22 set. 2006.

OLIVEIRA, L. Linguística de Corpus: teoria, interfaces e aplicações. **Matraga - Revista do Programa de Pós-Graduação em Letras da UERJ**, v. 16, n. 24, Jun. 2009. ISSN 2446-6905. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/matraga/article/view/27796>. Acesso em: 31 jul. 2020.



- Oushiro, Livia. (2017). **Introdução à Estatística para Linguistas** (1.0.0). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.822070>
- PÉCORRA, A. **Problemas de Redação**. 6.a ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.
- PEREIRA, P. Operadores argumentativos em redações modelo ENEM: da ocorrência à articulação textual-discursiva. **Anais: II Seminário do Grupo de Pesquisa Conectivos e Conexão de Orações**. Niterói: Letras da UFF, 2019.
- ROBINSON, D.; SILGE, J. **Text Mining with R: A Tidy Approach**. O'Reilly Media, 2017.
- SARDINHA, T. B. **Linguística de Corpus**. Barueri, São Paulo. Editora Manole, 2004.
- SARDINHA, T. B. Linguística de Corpus: Histórico e Problemática. **DELTA**, São Paulo, v. 16, n. 2, 2000.
- SOAREZ, A. **Aspectos Argumentativos em redações pré-vestibulares**. UNESP: Araraquara, 2011. 25p, il. Monografia (Bacharelado em Letras).
- SOUZA, M. F.; RIBEIRO, L.A. O uso de operadores argumentativos em produções textuais de alunos do ensino técnico integrado. In: **Jornada de Linguagens, Tecnologia e Ensino, 1a ed., 2017. Timóteo**. Atas da 1ª LiTE — Jornada de Linguagens, Tecnologia e Ensino. Timóteo: CEFETMG, 2017, pp. 98-112. Disponível em: <http://www.lite.cefetmg.br/publicacoes/publicacoes-da-1a-lite/>. Acesso em: 31 jul. 2020
- SVARTVIK, J. Corpora are becoming mainstream. In: THOMAS, J. and SHORT, M. (orgs). **Using corpora for language research**. London and New York: Longman, 1996. pp. 3-13.
- VIEIRA, R.; LIMA, V. Linguística computacional: princípios e aplicações. In: **IX Escola de Informática da SBC-Sul**. Luciana Nedel (Ed.) Passo Fundo, Maringá, São José. SBC-Sul, 2001.

#### **DALMO BUZATO**

É estudante do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) no curso técnico em Informática integrado ao Ensino Médio. Atualmente, é pesquisador de Iniciação Científica Júnior (PIBIC-Jr), desenvolvendo pesquisas nas áreas de Linguística Teórica e Descritiva, Linguística Funcional-Cognitiva e Processamento da Linguagem. É membro do Grupo de Estudos Gramaticais da Língua em Uso: descrição e comparação nas abordagens funcional e cognitiva – GRAMALU da Faculdade



de Letras da Universidade Federal de Minas Gerais (FALE/UFMG).

#### **ELIAS VICTOR DE JESUS CARDOSO MACHADO**

É estudante do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) no curso técnico em Informática integrado ao Ensino Médio. Atualmente, é pesquisador de Iniciação Científica Júnior (PIBIC-Jr), desenvolvendo pesquisas nas relações entre Linguagem, Publicidade, Comunicação e Tecnologia. É bolsista de Design e Diagramação do projeto de extensão “Jornal Enlace” do CEFET-MG Campus Contagem.

#### **PRISCILLA TULIPA DA COSTA**

Doutoranda e Mestre em Estudos Linguísticos, Bacharel em Letras – Língua Inglesa e Licenciada em Letras – Língua Inglesa e Língua Portuguesa pela Universidade Federal de Minas Gerais. Como pesquisadora, atua com os temas: descrição linguística, ensino e aprendizagem de línguas estrangeiras e Linguística de Corpus. Participante do Grupo de Pesquisa Estudos Gramaticais da Língua em Uso: descrição e comparação nas abordagens funcional e cognitiva (GRAMALU), da UFMG. Embaixadora da Olimpíada Brasileira de Linguística (OBL).

#### **SUELEN ÉRICA COSTA DA SILVA**

Doutorado em Linguística e Língua Portuguesa, área de concentração variação e mudança linguística, pela Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG), mestrado em Estudos de Linguagens pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), graduação em Letras, habilitação Português/Português, pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG). Desenvolve pesquisas que focalizam principalmente os seguintes temas: aquisição da escrita, enunciação escrita, fonologia do português, variação e mudança linguística, sociolinguística e linguística textual. É professora do quadro efetivo do CEFET-MG e embaixadora da Olimpíada Brasileira de Linguística (OBL).

**Contribuição de autoria.** Dalmo Buzato, Elias Victor de Jesus Cardoso Machado: concepção, implementação do experimento, coleta e análise de dados, elaboração e redação do manuscrito. Priscilla Tulipa da Costa, Suelen Érica Costa da Silva: orientação, análise dos dados, redação e revisão do manuscrito.

**Apoio financeiro.** Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG/ DPPG/DEDC) e Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

**Licença de uso.** Este trabalho está licenciado sob uma licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

submetido  
31.07.2020

reapresentado  
30.01.2021

aprovado  
02.01.2021

## A PERCEÇÃO DA COMUNICAÇÃO COM HÓSPEDES ESTRANGEIROS: ESTUDO DE UMA REDE INTERNACIONAL DE HOTÉIS NA COSTA VERDE MAR

**ANDRÉA CRISTINA GOMES MONTEIRO** 

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Catarinense,  
Camboriú, SC, Brasil, 88340-055, andrea.monteiro@ifc.edu.br.*

**ANA BEATRIZ FRANZOI** 

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Catarinense,  
Camboriú, SC, Brasil, 88340-055, anabeatriz0408@gmail.com.*

### RESUMO

A Costa Verde Mar dispõe de diversos atrativos turísticos, além de receber grande parte dos turistas estrangeiros que vêm à Santa Catarina. Dessa forma, este estudo teve como objetivo entender a percepção que uma rede internacional de hotéis, da região, possui sobre a comunicação em língua estrangeira em situação de recepção. A pesquisa foi composta por quatro entrevistas semi-abertas com os responsáveis pelas contratações dos recepcionistas, e 31 questionários semi-estruturados entregues aos colaboradores dos hotéis A, B, C e D. Os dados das entrevistas foram cruzados com os dados dos questionários, o que revelou o perfil profissional requerido para contratação de recepcionistas, como também a compreensão da relação entre o interesse e o aprendizado de novos idiomas com o público recebido nos hotéis. Sendo assim, percebeu-se a preocupação com a comunicação em língua estrangeira, entretanto, é preciso estabelecer capacitações para os recepcionistas em relação a comunicação em outros idiomas.

**Palavras-chave:** Comunicação. Costa Verde Mar. Língua estrangeira. Recepcionistas. Rede hoteleira internacional.





## THE PERCEPTION OF THE COMMUNICATION WITH FOREIGN GUESTS: A STUDY OF AN INTERNATIONAL HOTEL NETWORK AT COSTA VERDE MAR

### ABSTRACT

Costa Verde Mar has several tourist attractions, in addition to receiving a large part of foreign tourists who come to Santa Catarina. Thus, this study aimed to understand the perception that an international hotel network, in the region called Costa Verde Mar, has on the communication of the foreign language in a situation of reception. The survey consisted of four open interviews with those responsible for hiring receptionists, and 31 semi-structured questionnaires delivered to employees of hotels A, B, C and D. The data from these researching tools were cross-checked with those from the questionnaires, which revealed the professional profile required for hiring receptionists, as well as understanding the relationship between interest and learning new languages with the public received at the hotels selected for the study. Thus, the concern with communication in a foreign language was noticed, however, it is necessary to establish training for receptionists in relation to communication in other languages.

**Keywords:** Communication. Costa Verde Mar. Foreign language. Receptionists. International hotel Network.

### 1 INTRODUÇÃO

Santa Catarina é um estado do sul do Brasil, que detém diversos atrativos turísticos, como dunas, cânions, praias, serras e muitos outros. Mas além da natureza que pode ser vista na região, é visível o crescente desenvolvimento dos equipamentos turísticos no Estado, desde aeroportos renomados, como o *Floripa Airport* - eleito o melhor do país (SERAFINI, 2020), até parques temáticos, como o conhecido *Beto Carrero World*, que ganhou o título de melhor parque de diversões do país pelo Grupo Abril (SANTUR, 2020). Todos esses fatores fazem com que este Estado brasileiro possua um elevado volume de vindas de turistas todos os anos, inclusive provenientes do exterior, que no ano de 2019 fizeram parte dos 28,4% do total de visitantes do Estado (FECOMÉRCIO, 2020).

Considerando os dados apresentados pela pesquisa da Fecomércio, e sabendo que “na atividade turística, a necessidade de qualidade tem relação direta com a interpretação da globalização, na medida em que os serviços e produtos são oferecidos localmente para clientes globais” (TOMELIN,



2001, p.46), indaga-se sobre como é percebida, pela rede hoteleira estudada, a comunicação em língua estrangeira na recepção desses turistas. Tendo em vista que com a expansão do mercado brasileiro para o turismo internacional, será necessária a satisfação do cliente que visita o país, especialmente no que consta aos atendimentos em serviços básicos, como na hotelaria e na gastronomia (SIDOSKI; et al, 2015).

Os serviços de hospedagem, no estado de Santa Catarina, são prestados em cerca de 1.782 estabelecimentos (SANTA CATARINA, 2017), e dentre esses meios de hospedagem, 13 são pertencentes à rede internacional de hotéis estudada nesta pesquisa. Em 2007, foi inaugurado o primeiro hotel dessa rede, em Balneário Camboriú (HOTÉIS X, [201-?]), cidade que possui a maior quantidade de marcas dessa rede internacional de hotéis no Estado pertencente a região Costa Verde Mar.

A Costa Verde Mar fica localizada no litoral norte de Santa Catarina, composta por 10 municípios, entre eles Balneário Camboriú e Itajaí (COSTA VERDE MAR, [201-?]). Essas duas últimas são as cidades detentoras das bandeiras de uma rede internacional de hotéis, na região. Em 2018, a Costa Verde Mar recebeu 12,4% de turistas estrangeiros (COSTA VERDE MAR, 2018), e para que o atendimento desses visitantes seja superior às expectativas, a comunicação verbal deve apresentar nível satisfatório para que a troca de informações seja eficaz entre os interlocutores (SIDOSKI; et al, 2015). Isso faz com que os colaboradores falantes de línguas estrangeiras, como inglês e espanhol, tornem-se necessários dentro dos meios de hospedagem.

Dadas as prerrogativas, este estudo foi realizado com o objetivo de entender a percepção que uma rede internacional de hotéis, localizada na Costa Verde Mar, possui sobre a comunicação da língua estrangeira em situação de recepção. Segundo Sidoski et al (2015, p.04), “o atendimento ao cliente estrangeiro no Brasil encontra entraves que, basicamente, se refere ao domínio do idioma por parte dos profissionais que lidam diretamente com este público”. Dentro dos meios de hospedagem, a comunicação é de extrema importância, tanto no *backoffice* (entre os setores), quanto diretamente com os hóspedes, o que faz com que seja necessária a valorização de um diálogo eficiente.

Para a melhor explanação do estudo, este artigo está dividido em cinco seções: Introdução (apresentação da temática); Metodologia (estrutura e construção do estudo); Discussão de Dados (análise dos dados gerados em consonância com o referencial teórico) e Conclusão (resposta aos objetivos estabelecidos inicialmente e observações finais sobre o tema).



## 2 METODOLOGIA

Esta pesquisa teve início nas disciplinas de Iniciação Científica e Pesquisa Aplicada, ministradas no Curso Técnico em Hospedagem. Dentro delas, foram elaborados o pré-projeto, a revisão de literatura e os instrumentos de geração de dados. Conforme foram sendo marcadas as entrevistas com os responsáveis pelas contratações dos recepcionistas dos hotéis estudados e os questionários respondidos pelos recepcionistas entregues para as pesquisadoras, este estudo foi submetido para eventos acadêmicos. Após a devolutiva dos dados dos hotéis A e B, foi elaborado um resumo expandido que foi enviado, aceito e apresentado em uma Feira de Iniciação Científica e Extensão. Depois, com os dados analisados dos hotéis A, B e C foi submetido um segundo olhar da pesquisa para uma Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar. No ano de 2020, este estudo recebeu incentivo de uma bolsa de pesquisa acadêmica de edital interno da instituição na qual as pesquisadoras faziam parte no momento do desenvolvimento da pesquisa.

No processo de elaboração da pergunta de pesquisa e do objetivo geral, foi feito um estudo teórico inicial do tema, com base em autores como Castelli e Tomelin, além de revistas como a RTA Revista Turismo. Com base no que foi lido e estudado, a região Costa Verde Mar foi escolhida para a região de pesquisa, devido a proximidade para a coleta de dados e também por ser uma das regiões que mais recebe turistas estrangeiros dentro do estado de Santa Catarina. Após a definição do local, foi investigada e elegida uma rede internacional de hotéis para o estudo, que na época possuía quatro hotéis, sendo dois em Itajaí e dois em Balneário Camboriú. A escolha dos hotéis deu-se em virtude de ser uma rede multinacional e por possuírem colaboradores com fluência em línguas estrangeiras (A HOTELS, 2019).

A abordagem adotada para este estudo foi quanti-qualitativa, sendo que o método quantitativo foi aplicado devido a escolha da ferramenta questionário, em que foram empregadas técnicas estatísticas (ANGELO, 2012). Já o qualitativo buscou complementar as informações numéricas por meio de entrevistas (ANGELO, 2012), nas quais pode-se ter conhecimento sobre motivos e atitudes (ANGELO, 2012) voltados para a pergunta de pesquisa: *como é percebida, pela rede hoteleira estudada, a comunicação em língua estrangeira nas situações de recepção na Costa Verde Mar?*. Os objetivos a serem alcançados com esse estudo são: 1) Identificar o perfil do colaborador na recepção; 2) Definir como é feita a capacitação dos recepcionistas; 3) Descrever os mecanismos de comunicação utilizados em situação de recepção de hóspedes estrangeiros; e 4) Constatar os interesses em línguas estrangeiras por parte dos recepcionistas.

Foram entregues 31 questionários (apêndice A), com perguntas abertas e



fechadas, para os recepcionistas (seis no HOTEL A, cinco no HOTEL B, 14 no HOTEL C e seis no HOTEL D), que possuíam perguntas de caráter pessoal, acadêmico e profissional. As perguntas voltadas ao tema central da pesquisa foram quanto ao interesse no aprendizado de línguas estrangeiras, a respectiva formação e fluência nelas, os idiomas com maior contato na recepção, as épocas com maior fluxo de estrangeiros e os mecanismos utilizados para a comunicação. Esse instrumento de coleta de dados, assim como o roteiro utilizado nas entrevistas, passaram pela fase chamada de pré-teste, para a averiguação da qualidade das perguntas e se eram compreendidas pelos entrevistados (ANGELO, 2012). Após a reformulação, eles foram entregues, de forma impressa, diretamente aos responsáveis pelas contratações depois das entrevistas realizadas com os mesmos, e recolhidos nos hotéis de acordo com o período sugerido pelos entrevistados. Todos os dados coletados foram tabulados por meio da ferramenta *Google Forms*, a qual processou as informações e as transformou em gráficos, que auxiliaram na análise de dados.

As quatro entrevistas (apêndice B) foram realizadas, de forma individual (ANGELO, 2012), com os responsáveis pelas contratações dos recepcionistas (dois gerentes, um coordenador de recepção e um psicólogo), por meio do roteiro de entrevista, que havia sido enviado previamente por meio de *e-mail*. Nesse, estavam presentes perguntas semi-estruturadas (ANGELO, 2012), que se referiam às medidas da administração sobre a questão da capacitação para a comunicação em língua estrangeira, o perfil requerido para a contratação de recepcionistas e também sobre a experiência profissional do entrevistado. Esses encontros foram gravados com a permissão dos entrevistados e transcritos para a realização da análise dos dados (ANGELO, 2012). No momento em que foram realizadas as coletas de dados (ano de 2019), ainda não havia sido inaugurado o quinto hotel da rede estudada, na região Costa Verde Mar, e por conta da pandemia do vírus *Covid-19*, fomos impossibilitados de abordá-lo.

### 3 DISCUSSÃO DE DADOS

Com as transcrições das entrevistas feitas e todos os dados expostos pelos gráficos projetados pelo *Google Forms*, foi iniciada a análise que pretendeu responder todos os objetivos específicos listados na metodologia da pesquisa, pois entende-se que “a comunicação é uma importante parte da hospitalidade, fazendo com que tanto a fluência como o interesse na língua estrangeira, sejam grandes requisitos para um colaborador da recepção” (LANZNASTER, et al; 2018, p. 234).

Por meio das quatro entrevistas realizadas com os responsáveis pelas contratações, pode-se estabelecer o perfil requerido para ser um recepcionista a partir das perspectivas dos hotéis da rede internacional, na Costa Verde Mar: falar ou, pelo menos, entender o inglês ou o espanhol;



ter formação no ensino superior, de preferência na área de Turismo e Hotelaria; e ter experiência no setor hoteleiro. Em complemento às informações recebidas por meio das entrevistas com os responsáveis pelas contratações na rede, verificou-se por meio das perguntas respondidas pelos recepcionistas dos hotéis pesquisados, que o perfil, já contratado na rede, é de mulheres (58,1%), entre 18 e 30 anos (67,8%), de nacionalidade brasileira (90,3%), com ensino superior completo (71%) e fluência em mais de dois idiomas, além da língua materna (81,7%). Observando os dois instrumentos de pesquisa, no que consta ao perfil requerido pela rede hoteleira estudada, notou-se que mesmo sendo uma preferência dos contratantes a formação na área de Turismo e Hotelaria, dentre os 22 recepcionistas com formação superior, apenas cinco dos 31 colaboradores são formados no setor hoteleiro. Apesar dos hotéis terem conhecimento de que profissionais qualificados estão aptos a adquirirem maior produtividade e melhor geração de renda para as empresas hoteleiras (SARAIVA, [201-?]), percebe-se, por meio dos dados obtidos, que possivelmente os hotéis analisados, sintam dificuldade em contratar pessoas que tenham a formação na área hoteleira. Uma razão para isso, pode estar em os profissionais considerarem que este é um setor inicial em suas carreiras. Fator que viria ao encontro da faixa etária apresentada que é, em sua grande maioria de jovens.

Em respeito ao oferecimento de cursos de qualificação, foi relatado nas entrevistas dos hotéis B, C e D que eles oferecem cursos referente a todos os cargos no hotel para a aprimoração da função e conhecimento da marca, que ocorrem mensalmente e após a contratação (ENTREVISTAS HOTÉIS B, C e D). Entretanto, apenas 9 dos colaboradores dos hotéis realizaram cursos de formação, e dentre esses 9, apenas 4 foram incentivados pelas administrações. Isso nos mostra que mesmo havendo indicação para a realização de cursos de qualificação, oferecidos pelos meios de hospedagem, nota-se que é necessário maior estímulo e divulgação dessas ofertas para que mais recepcionistas busquem o aperfeiçoamento em suas funções.

No que se refere a formação em língua estrangeira, por meio das entrevistas, foi constatado que não há uma política única de incentivo a realização de cursos de idiomas, como as seguintes informações no Quadro 1 demonstram:



quadro 1. Visão do hotel sobre o incentivo para realização de cursos de idioma.

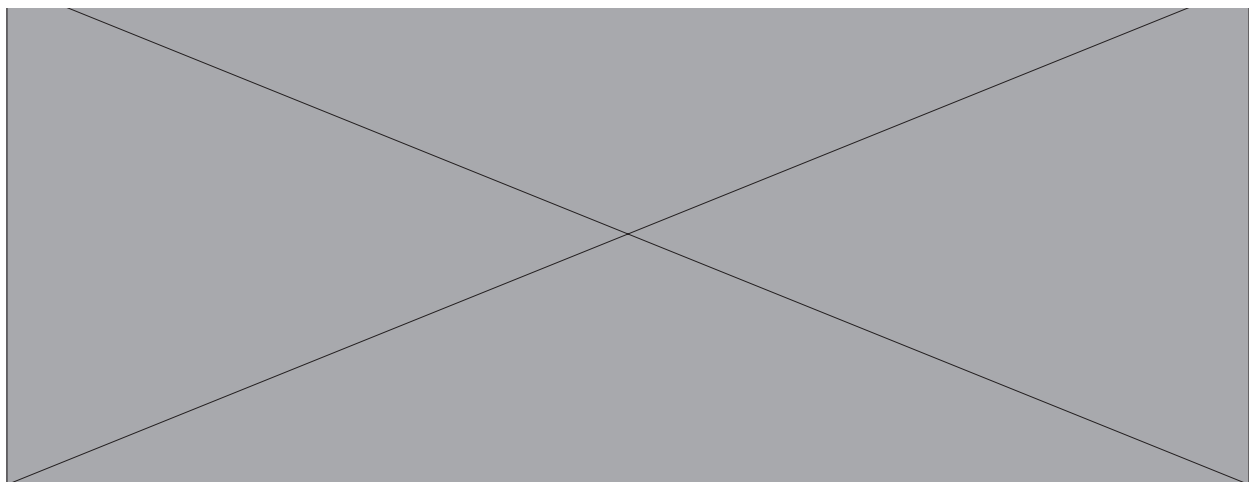
HOTEL A	HOTEL B	HOTEL C	HOTEL D
Futura implantação de auxílio para a realização de cursos de idiomas.	Por meio do <i>Sechobar</i> (Sindicato dos Empregados no Comércio Hoteleiro, Bares, Restaurantes e Similares), os recepcionistas podem ter acesso à descontos em escolas de idiomas.	Contrata colaboradores que já tenham fluência em algum idioma estrangeiro e, por conta disso, não relatou nenhum incentivo.	Possui parceria com a escola de idiomas <i>Rockefeller</i> e, que dependendo do tempo de contrato do colaborador, a empresa pode oferecer uma bolsa de até 50%.

Quando perguntado aos recepcionistas, por meio dos questionários, conclui-se que apenas três, dos 31 entrevistados, teriam recebido esse auxílio. Observa-se, portanto, que os colaboradores dos hotéis abordados não deveriam ter muito tempo de contrato, no período de realização dessa coleta de dados, ou que, talvez, haja pouca busca por esse auxílio oferecido pelos meios de hospedagem. Além disso, observa-se no mercado a necessidade de oferta de cursos de idiomas, como inglês ou espanhol, que sejam voltados para o ramo da hotelaria, com um direcionamento para a atuação profissional (SILVA JÚNIOR; et al, 2018). Nos cursos de línguas estrangeiras, normalmente, são ministrados conteúdos genéricos sobre o cotidiano, entretanto, para alguém que precisa de um segundo idioma para sua profissão, esses cursos não suprem totalmente as necessidades da função empregada pela pessoa. Então, quando um profissional de turismo, como um recepcionista, precisa se comunicar com um turista estrangeiro, acaba enfrentando dificuldades devido à falta de preparo e de conhecimento em relação aos termos específicos da área em que atua (SILVA JÚNIOR, et al, 2018).

Iniciando a análise do conhecimento linguístico dos recepcionistas, vimos no gráfico a seguir (Gráfico 1), que todos possuem interesse em aprender outros idiomas. Dentre as línguas preteridas pelos recepcionistas, destacou-se o interesse no aprendizado do inglês (19 respostas), do espanhol (15 respostas), do alemão e do mandarim (ambos com 7 respostas).



gráfico 1. Idiomas nos quais os recepcionistas possuem interesse.



Pode-se analisar o interesse na língua espanhola, pelo fato da Costa Verde Mar ser uma região na qual 90% de seus turistas estrangeiros são argentinos, paraguaios e uruguaios (COSTA VERDE E MAR, 2019), por esse motivo, o espanhol possui tanta importância para um atendimento de qualidade. Já o inglês, por ser o idioma de comunicação internacional, é utilizado quando o colaborador não fala a língua materna do hóspede, ou vice versa, além de ser usado nas terminologias da área do turismo, como *check-in*, *check-out* e *overbooking* (RITTER, 1997). Observando o interesse no aprendizado da língua alemã (7 respostas), podemos relacionar à proximidade dos hotéis pesquisados com a região do Vale Europeu e pelo fato da cultura alemã exercer influência na região, por conta dos imigrantes e da culinária. Entretanto, há também a questão do interesse individual, que pode ser expresso por curiosidade ou por vontade de ter um maior contato com essa comunidade cultural catarinense (MEIRELES, 2002).

Quanto ao interesse no mandarim (7 respostas), foram contabilizadas respostas apenas nos hotéis B e C, localizados em Itajaí (cidade portuária), onde há grande fluxo de turistas de negócios vindos de países da Ásia. Tendo em vista os comentários deixados pelos recepcionistas nesta pesquisa, “*nem sempre há compreensão total, principalmente com falantes de mandarim que não são fluentes em inglês*” (QUESTIONÁRIO HOTEL C) e “*é muito difícil atender os chineses e japoneses em inglês, pois a pronúncia é muito ruim de compreender*” (QUESTIONÁRIO HOTEL B). Nota-se, nesses excertos, que o interesse em aprender línguas como o mandarim e o japonês, é uma questão de necessidade para ter um atendimento de maior qualidade com esse público que movimenta o setor hoteleiro da região, principalmente fora de temporada. Algo que corrobora com a entrevista feita por MACHADO (2019), pois os chineses demonstram muito interesse em investimentos comerciais em Santa Catarina. Nesse sentido, a região da Costa Verde Mar é uma das que oferece maior estrutura para ser



encarregada desses novos empreendimentos da China, o que fará com que esse público movimente cada vez mais o setor hoteleiro do local.

Em relação a formação linguística, vimos no gráfico abaixo (Gráfico 2) que há um grande número de recepcionistas que possuem formação em língua inglesa (22 respostas), por conta de cursos de idiomas, o que nos evidencia a importância dessa língua e sua versatilidade. Segundo a entrevistada do HOTEL D, os hotéis da rede abordada usam um sistema operacional que é inteiramente em inglês, por isso esse idioma é tão importante para todos os colaboradores dos hotéis pesquisados, sendo uma exigência aos recepcionistas o entendimento da língua inglesa. Além disso, de acordo com os dados coletados quanto ao contato com outros idiomas, observou-se que os colaboradores se comunicam com turistas alemães (3 respostas), italianos (5 respostas), franceses (4 respostas) e chineses (2 respostas). Entretanto, esse mesmo grupo de recepcionistas não possui fluência ou formação, em geral, para a comunicação na língua materna desses hóspedes, logo, por meio da formação na língua franca (inglês), os colaboradores dos hotéis da rede internacional da Costa Verde Mar dispõem de uma ferramenta para o diálogo com estrangeiros de diversas nacionalidades (LANZMASTER, et al; 2018).

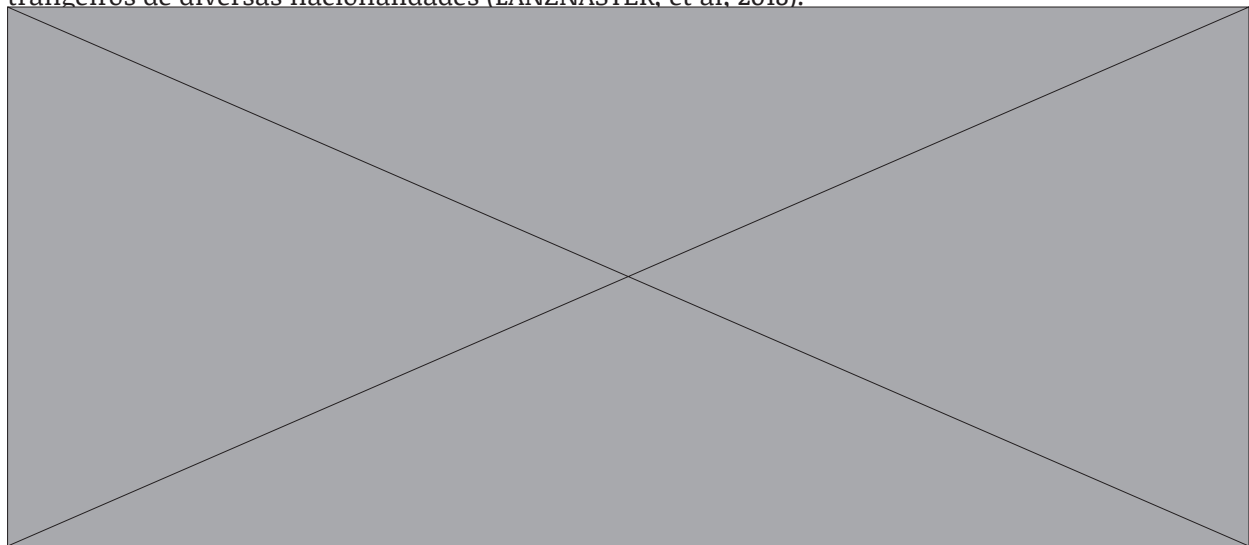


gráfico 2. Idiomas nos quais os recepcionistas possuem formação.

Quanto a formação em língua espanhola (10 respostas), é notável a diferença, se comparado com a formação em língua inglesa (22 respostas). Isso ocorre por conta do conhecimento obtido por meio da vivência com a língua, o que resulta na mescla do português com o espanhol (portunhol), e pela familiaridade da língua espanhola com a portuguesa (OLIVEIRA; et al, 2011). Entretanto, o uso do “portunhol”, por mais que possa, de certa forma, alcançar o entendimento entre o recepcionista e o turista, não garante uma comunicação satisfatória (OLIVEIRA; et al, 2011), pois mesmo o português e o espanhol sendo semelhantes em alguns aspectos, eles podem ser muito distintos em outros, provocando desencontros no atendimento (OLIVEIRA; et al, 2011).

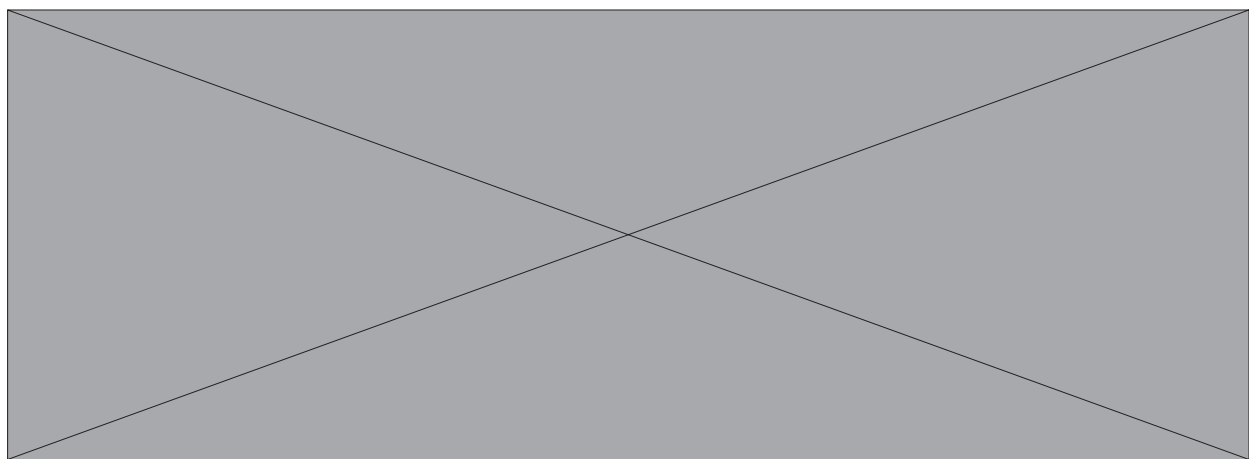




Um dos dados, que nos mostra a capacidade dos atendimentos em língua estrangeira desses recepcionistas, é quanto a fluência em língua estrangeira, em que 87% dos recepcionistas possuem fluência em mais de dois idiomas além da língua materna. Segundo SANCHEZ (1997) aprender um segundo idioma já não é mais um diferencial, mas sim uma necessidade básica para o mercado de trabalho atual, principalmente na hotelaria. Esse conhecimento do grupo de recepcionistas estudados nos mostra seu preparo para o recebimento de turistas de todo o mundo, dando maior comodidade a esses hóspedes e proporcionando atendimento mais satisfatório. De acordo com Ritter (1997), os recepcionistas precisam possuir fluência oral, dominando as habilidades de fala e entendimento, para atuar em situações tanto rotineiras como extraordinárias.

A fala é o mecanismo de comunicação mais utilizado pelos colaboradores estudados (27 respostas), o que é explicado pelo fato da maioria dos recepcionistas terem fluência em mais de 2 idiomas. Entretanto, ainda é necessário o uso de outras formas para alcançar entendimento em um diálogo com hóspedes estrangeiros. Diante disso, percebe-se, por meio do gráfico em seguida (Gráfico 3), que quase todos os mecanismos já foram utilizados pelos recepcionistas (apontar, escrever, misturar idiomas ao falar, chamar outro colaborador, gesticular e usar tradutores *online*), em que apenas o *desenhar* foi o menos aplicado. Isso mostra, que mesmo o grupo abordado estando bem preparado, com cursos de idiomas e fluência em língua estrangeira, ainda há muitas barreiras idiomáticas que impedem esses recepcionistas de terem uma comunicação ampla com os turistas estrangeiros, o que provoca o uso de outros mecanismos.

gráfico 3.  
Mecanismos  
utilizados para a  
comunicação em  
língua estrangeira.



De acordo com o gráfico, o uso de tradutores *online* (19 respostas) se mostra um dos mecanismos mais práticos e rápidos, depois da fala, para evitar desentendimentos no diálogo. Ele pode ser utilizado pelo hóspede ou pelo recepcionista para a tradução da fala, além de não possuir grande limitação idiomática, o que é uma versatilidade para ambos os



locutores. O emprego de tradutores *online* no atendimento ao hóspede também é notado na pesquisa de LANZMASTER et al (2018), em que os participantes afirmaram utilizar todas as ferramentas possíveis para atender aos hóspedes, inclusive os tradutores *online*. Em relação ao chamar outro colaborador (20 respostas), infere-se que nas recepções dos hotéis estudados, sempre há algum colaborador que possui maior fluência na língua que está sendo utilizada, e que, portanto, será requisitado em um momento de interação com hóspedes estrangeiros.

Para conhecedores da região Costa Verde Mar, principalmente em época de alta temporada (novembro à fevereiro e julho), já devem ter presenciado alguma situação de um prestador de serviços utilizando de gestos, escrita, mistura de idiomas ou apenas apontar, para tentar entendimento com pessoas que falavam outros idiomas, que não o português. Segundo um recepcionista do hotel C, um dos motivos para o uso desses mecanismos mencionados é que “*nem sempre há compreensão total, principalmente com falantes de mandarim que não são fluentes em inglês* (QUESTIONÁRIO HOTEL C). Portanto, em algumas situações, a qualidade do entendimento depende não somente do colaborador, mas também na qualidade da fala do hóspede na língua estrangeira utilizada.

#### 4 CONCLUSÃO

Por meio desse estudo, pode-se identificar o perfil geral dos recepcionistas contratados pelos hotéis de uma rede internacional, na região Costa Verde Mar. Esse perfil é composto por mulheres brasileiras, entre 18 e 30 anos, com formação no ensino superior e fluência em mais de duas línguas estrangeiras, além da língua materna. O único dos critérios de contratação, que é pouco atendido pelos colaboradores, é quanto a formação em Turismo e Hotelaria, pois apenas um sexto deles é formado na área.

Em relação a qualificação profissional, todos os colaboradores passam por cursos de aprimoramento da função e conhecimento da marca. Contudo, no que se refere ao incentivo para capacitação em comunicação em língua estrangeira, não há cursos específicos oferecidos pelos hotéis, entretanto, três dos quatro entrevistados informaram de futuros planos de auxílio, de descontos oferecidos pelo sindicato local e também oferecimento de bolsas na escola de idiomas *Rockefeller*.

A maior parte dos recepcionistas possuem fluência em mais de 2 idiomas estrangeiros, o que faz com que a fala e a escrita sejam os mecanismos de comunicação mais utilizados. Todavia, ainda há o uso de outras formas, para quando a aptidão em línguas estrangeiras não é suficiente. Destaca-se o uso de tradutores *online* pela eficiência e chamar outro colaborador, por haver tantos recepcionistas com a competência de



dialogar em outros idiomas.

Todos os recepcionistas mostraram interesse em aprender outros idiomas, dando destaque ao inglês e ao espanhol, aquele por ser o idioma de comunicação internacional e esse pela grande quantidade de turistas falantes de espanhol, que se hospedam na Costa Verde Mar. O interesse no mandarim é visto como ambição na melhoria do atendimento, tendo em vista os comentários deixados pelos recepcionistas, que dizem que a comunicação em língua inglesa com hóspedes chineses, e também japoneses, tem, na maioria das vezes, pouco entendimento. Acerca do interesse em outros idiomas, pode ser entendido que possuem interesse pessoal em aprender diversos idiomas, o que facilitaria também no atendimento a hóspedes estrangeiros.

Em suma, é percebido o grande fluxo de turistas estrangeiros que passam pelos hotéis da rede estudada, na região Costa Verde Mar, o que faz com que seja necessário recepcionistas capacitados para recebê-los. Com isso, o grupo de colaboradores, que atuam nas recepções dos hotéis abordados, possuem a competência necessária para um bom atendimento, além de almejar o aperfeiçoamento na área de línguas. Em relação a aos hotéis, embora a rede hoteleira abordada (na Costa Verde Mar) não possua uma política (formalizada) voltada para a área de idiomas, eles tendem a contratar pessoas que possuam boa fluência em outros idiomas, além de se preocuparem em oferecer auxílio na aprendizagem de língua estrangeira para seus colaboradores. É importante ressaltar também, que os hotéis pesquisados visam contratar colaboradores pró ativos na busca por este conhecimento, porque percebem em seu dia a dia a necessidade de diversos idiomas para melhor atender aos hóspedes.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELO, E. R. B. **Métodos e técnicas de pesquisa em turismo**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2012.

A HOTELS. **A Hotels**, 2019. Hotéis em Santa Catarina. Disponível em: [encurtador.com.br/hjtu7](http://encurtador.com.br/hjtu7). Acesso em: 24 jul. 2020.

A HOTELS. Santa Catarina: todos os nossos hotéis. **A Hotels**, 2020. Disponível em: [encurtador.com.br/boqrZ](http://encurtador.com.br/boqrZ). Acesso em: 25 maio 2020.

COSTA VERDE MAR. Pesquisa aponta índice expressivo de turistas e quase 100% pretendem retornar para a costa verde & mar. **Costa Verde Mar**, 2018. Disponível em: <https://costaverdemar.com.br/novo/>



[pesquisa-aponta-indice-expressivo-de-turistas-e-quase-100-pretendem-retornar-para-a-costa-verde-mar/](#). Acesso em: 20 maio 2020.

COSTA VERDE MAR. Costa Verde e Mar presente no Meeting Brasil 2019. **Costa Verde Mar**, 2019. Disponível em: <https://costaverdemar.com.br/novo/costa-verde-mar-presente-no-meeting-brasil-2019/>. Acesso em: 13 maio 2020.

COSTA VERDE MAR. Sobre. **Costa Verde Mar**, [201-?]. Disponível em: <https://costaverdemar.com.br/novo/sobre/>. Acesso em: 26 maio 2020.

FECOMÉRCIO. Temporada de Verão 2019: participação de estrangeiros vem avançando nos dois últimos anos. **Fecomércio**, 2020. Disponível em: <https://www.fecomercio-sc.com.br/noticias/temporada-de-verao-2019-registra-maior-percentual-de-turistas-brasileiros-no-litoral-catarinense-mas-participacao-de-estrangeiros-vem-avancando-nos-dois-ultimos-anos/>. Acesso em: 26 maio 2020.

HOTÉIS X. Nossa história. **Hotéis X**, [201-?]. Disponível em: [encurtador.com.br/axJM0](http://encurtador.com.br/axJM0) . Acesso em: 26 maio 2020.

LANZMASTER, L.; SILVA, M. da. “A gente dá um jeito!”: percepções do setor de recepção sobre a língua inglesa em hotéis de grande porte em Florianópolis. **Caderno Virtual de Turismo**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 223-237, abr. 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/326220635\\_A\\_gente\\_da\\_um\\_jeito\\_percepcoes\\_do\\_setor\\_de\\_recepcao\\_sobre\\_a\\_lingua\\_inglesa\\_em\\_hoteis\\_de\\_grande\\_porte\\_em\\_Florianopolis](https://www.researchgate.net/publication/326220635_A_gente_da_um_jeito_percepcoes_do_setor_de_recepcao_sobre_a_lingua_inglesa_em_hoteis_de_grande_porte_em_Florianopolis). Acesso em: 04 ago. 2019.

MACHADO, P. Agenda de executiva abre caminho para investimentos chineses em Santa Catarina. **NSC Total**, 02 de fev. de 2019. Disponível em: <https://www.nscotal.com.br/colunistas/pedro-machado/agenda-de-executiva-abre-caminho-para-investimentos-chineses-em-santa>. Acesso em: 18 set. 2019.

MEIRELES, S. M. Língua estrangeira e autonomia: um exemplo a partir do ensino de alemão no contexto brasileiro. **Educar**, Curitiba, n. 20, p. 149-164, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/er/n20/n20a13.pdf>. Acesso em: 16 set. 2019.

OLIVEIRA, L. C. WILDNER, A. K. HAEMING, W. K. A língua espanhola no contexto turismo, hospitalidade e lazer. **Publicação do IF-SC**, 2011. Disponível em: [https://www.ifsc.edu.br/documents/30701/523474/miolo\\_espanhol\\_corrigido.pdf/0ed75dfb-ff3b-f85b-1e7e-699cc98f12a7](https://www.ifsc.edu.br/documents/30701/523474/miolo_espanhol_corrigido.pdf/0ed75dfb-ff3b-f85b-1e7e-699cc98f12a7). Acesso em: 04 maio 2020.

RITTER, R. K. R. **As necessidades dos profissionais de hotelaria em relação à língua inglesa**. 1997. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 1997.



- SANTA CATARINA. Santa Catarina é o Estado brasileiro com maior capacidade de hospedagem. **Governo de Santa Catarina**, 2017. Disponível em: <https://www.sc.gov.br/noticias/temas/turismo/santa-catarina-e-o-estado-brasileiro-com-maior-capacidade-de-hospedagem>. Acesso em: 25 maio 2020.
- SANCHEZ, P. P. Dominar outro Idioma é uma Necessidade Profissional. **Bird**, mar./abr. de 1997. Disponível em: <https://birdgei.com/2010/07/18/dominar-outro-idioma-e-uma-necessidade-profissional/>. Acesso em: 23 jul. 2020.
- SANTUR. Santa Catarina recebe pela 12ª vez o título de "Melhor estado para viajar". **Santur**, 2020. Disponível em: <http://santur.sc.gov.br/index.php/informacoes/noticias/5186-santa-catarina-e-eleito-pela-12-vez-o-melhor-estado-para-viajar-no-brasil>. Acesso em: 25 maio 2020.
- SARAIVA, A. L. O. A importância e a valorização da formação em turismo/hotelaria no mercado hoteleiro de Ribeirão Preto. **Docplayer**, [201-?]. Disponível em: <http://docplayer.com.br/13419483-A-importancia-e-a-valorizacao-da-formacao-em-turismo-hotelaria-no-mercado-hoteleiro-de-ribeirao-preto-ana-lucia-olegario-saraiva-1.html>. Acesso em: 24 jul. 2020.
- SERAFINI, M. Aeroporto Internacional de Florianópolis é eleito o melhor do Brasil. **NSC Total**, 14 de maio de 2020. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/noticias/aeroporto-internacional-de-florianopolis-e-eleito-o-melhor-do-brasil>. Acesso em: 25 maio 2020.
- SIDOSKI, E.; GOVEIA, E. de F. A necessidade de profissionais bilíngues no mercado turístico do município de fernandes pinheiro – PR. **IX Fórum internacional de turismo do Iguassu. Foz do Iguaçu**, p. 1-21, 17-19 jun. 2015. Disponível em: <http://festivaldeturismodascataratas.com/wp-content/uploads/2015/12/3.-A-Necessidade-de-Profissionais-Bil%C3%ADngues-no-Mercado-Tur%C3%ADstico-do-Munic%C3%ADpio-de-Fernandes-Pinheiro-PR.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2019.
- SILVA JÚNIOR, A. F. da; CASTELLAR, T. M. Uso de línguas estrangeiras por recepcionistas e mensageiros de uma rede hoteleira de Nova Iguaçu-RJ. **Revista C@lea**, Santa Cruz, n. 7, p. 40-59, dez 2018. Disponível em: <https://periodicos.uesc.br/index.php/calea/article/view/2084>. Acesso em: 04 ago. 2019.
- TOMELIN, C. A. **Mercado de agências de viagens e turismo: como competir diante das novas tecnologias**. São Paulo: Aleph, 2001.



#### **ANDRÉA CRISTINA GOMES MONTEIRO**

É graduada em Letras (Português e Inglês) pela Universidade da Região de Joinville (2008) e especialista em Metodologia do ensino de língua portuguesa e estrangeira (2010) pela FACINTER. Atualmente é professora de ensino médio e técnico do Instituto Federal Catarinense e mestre em Educação pelo Programa de Pós graduação em Educação da FURB, onde participa do grupo de pesquisa GEPES- FURB -GRUPO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM EDUCACAO SUPERIOR. Entre seus temas de interesse, estão: Língua inglesa, Comunicação, Formação docente.

#### **ANA BEATRIZ FRANZOI**

É técnica em Hospedagem, pelo Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú (2021). Bolsista de pesquisa pelo IFC-Campus Camboriú no ano de 2020. Acadêmica de Letras Português/Inglês da Universidade Regional de Blumenau e estagiária do FURB Idiomas da Universidade Regional de Blumenau (2021). Entre seus temas de interesse, estão: Linguagens, Comunicação, Turismo, Hotelaria.

**Contribuição de autoria.** Ana Beatriz Franzoi: concepção, implementação do experimento, coleta e análise de dados, elaboração e redação do manuscrito. Andréa Cristina Gomes Monteiro: orientação, análise dos dados, redação e revisão do manuscrito.

Este trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense - Campus Camboriú com bolsa de pesquisa proveniente do edital interno de pesquisa 046 para a acadêmica.

Agradecemos à técnica em Hospedagem Stephannye Camille Cohls pela sua colaboração na coleta dos dados que originou este estudo.

**Licença de uso.** Este trabalho está licenciado sob uma licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

submetido  
30.07.2020

reapresentado  
25.11.2020

aprovado  
11.01.2021

## TURISMO CULTURAL NO MUNICÍPIO DE BOMBINHAS (SC): PROPOSTAS PARA A VALORIZAÇÃO DA RENDA DE CRIVO

**GIULIANA MARIA DA CONCEIÇÃO VILCHE VARELA** 

*Instituto Federal Catarinense, Camboriú, SC, Brasil, 88340055,  
giulianamariavvarela@gmail.com*

**SABRINA FARIAS GRANJA** 

*Instituto Federal Catarinense, Camboriú, SC, Brasil, 88340055,  
sabrínagranja@gmail.com*

**IVAN CARLOS SERPA** 

*Instituto Federal Catarinense, Camboriú, SC, Brasil, 88340055,  
ivan.serpa@ifc.edu.br*

### RESUMO

A renda de crivo (ou labirinto) é um dos tipos de renda tradicionais verificados ao longo do litoral do estado de Santa Catarina, no Sul do Brasil, onde as tradições predominantes são de base açoriana. Nesta região são registradas, até o presente, manifestações de caráter fragmentado, que sofreram influências de outras culturas. Assim, a renda de crivo foi adotada no município de Bombinhas como um saber tradicional local. A presente pesquisa buscou identificar possíveis estratégias para sua valorização, transformando tal tradição em um atrativo de turismo cultural para o município sob análise. A motivação essencial para tanto é a de preservar parte da história e identidade da comunidade regional. Foram realizadas entrevistas com as rendeiras ativas e com profissionais da Fundação de Cultura e da Secretaria de Turismo e Desenvolvimento Econômico de Bombinhas.

**Palavras-chave:** Renda de crivo. Turismo. Cultura. Turismo Cultural. Tradições.



## CULTURAL TOURISM IN BOMBINHAS CITY: PROPOSALS FOR CRIVO EMBROIDERY APPRECIATION

### ABSTRACT

Crivo embroidery (also referred to as “labirinto”), is a kind of handicraft work inherited by the people of Santa Catarina coast from the Azorean culture. In the city of Bombinhas it is recognized as a local tradition. The present research aimed to investigate the economic viability of making crivo embroidery a cultural and tourist attraction for Bombinhas. Artisans who are currently working and teaching this kind of handicraft, professionals from the Culture Foundation and from the Department of Tourism and Economic Development of Bombinhas were interviewed. The intention here is to demonstrate that this knowledge can be considered a tourist attraction and may become a source of income for the local community.

**Keywords:** Crivo embroidery. Tourism. Culture. Cultural tourism. Traditions.

### 1 INTRODUÇÃO

O crivo (ou renda de labirinto) é uma herança da colonização açoriana que foi adotada como saber tradicional pelo litoral de Santa Catarina (FARIAS, 1998), localizado na região Sul do Brasil. A pouco mais de 50 quilômetros da capital do estado e integrante da importante região turística “Costa Verde e Mar”, junto com municípios como Balneário Camboriú e Itapema (CONSÓRCIO), Bombinhas (SC), emancipada em 1992 de Porto Belo, é uma das localidades do litoral que a possuem (SOUZA, 2018).

Motivada pela diminuição da confecção dessa renda e orientada no critério de Beuren et al. (2006), que classificam pesquisa exploratória como o processo em que há pouco conhecimento sobre a temática abordada, a presente pesquisa teve por base entrevistas realizadas com moradores e funcionários da Prefeitura de Bombinhas e do Núcleo de Estudos Açorianos (NEA), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Com ela, procurou-se confirmar a viabilidade de sugerir tornar a renda de crivo um atrativo de turismo cultural<sup>1</sup> para Bombinhas, sendo este uma ferramenta de valorização de patrimônios imateriais (MTUR, 2006).

A proposta se alinha aos objetivos municipais instituídos no Art. 2o da Lei nº 1.437, de 17 de dezembro de 2014, os quais englobam a proteção e a

---

<sup>1</sup> Segundo o MTUR (2006, p.15), “Turismo Cultural compreende as atividades turísticas relacionadas à vivência do conjunto de elementos significativos do patrimônio histórico e cultural e dos eventos culturais, valorizando e promovendo os bens materiais e imateriais da cultura”;





promoção do patrimônio cultural material e imaterial do município de Bombinhas, bem como o incentivo à formação de parcerias entre o setor público e privado com esse mesmo fim.

Foi deixado, então, para a comunidade bombinense, um referencial acadêmico que justifique a introdução do crivo ao turismo do município, contribuindo no combate ao principal obstáculo da criação de um planejamento estratégico das políticas públicas de cultura (FMCB, 2014) e abrindo portas para seu desenvolvimento e aplicação.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na atualidade, existem comunidades que não valorizam nem se preocupam em manter viva a cultura local, fato que culmina na perda da história e da identidade. Torna-se, assim, indispensável promover a preservação destes valores culturais locais.

Sendo os saberes tradicionais um conjunto de informações, modos de criar e saber, que são transmitidos oralmente entre os participantes de determinado grupo através de gerações (CARVALHO; LELIS, 2018), eles podem ser oficializados como patrimônios culturais, de acordo com sua relevância para a comunidade (IPHAN, 2014).

Um desses saberes tradicionais é a feitura do bordado ou renda, momento em que a mulher pode ser dona de seu tempo, sendo um hiato das responsabilidades femininas com a família e a casa. Bordar significa na essência um tempo para si ou de convivência com as companheiras de trabalho. Sendo esse momento tão, ou talvez mais importante, do que a renda para a venda (QUEIROZ, 2011).

O crivo (ou renda de labirinto), é uma herança da colonização açoriana (ocorrida em 1747) que foi adotada como saber tradicional pelo litoral de Santa Catarina (FARIAS, 1998), a qual ocorreu em 1747. Os homens se dedicavam principalmente à pesca e às pequenas lavouras, e as mulheres se dedicavam aos bordados e rendas, que complementavam a renda familiar (MAIA, 1980 apud CUNHA 2009).

Caracteriza-se a renda de crivo pelo fio desfiado preliminarmente de um tecido que depois é trabalhado com agulha e linha segundo desenhos preestabelecidos. Trata-se de um artesanato considerado simultaneamente bordado e renda de agulha (CUNHA, 2009).

Dentre os municípios de Santa Catarina colonizados pelos açorianos que possuem a renda de crivo, encontra-se Bombinhas, emancipada em 1992 do município de Porto Belo (SOUZA, 2018). Ali, esta prática vem sendo realizada como uma das atividades do grupo da Terceira Idade, no bairro de Canto Grande, em 1989 (FERREIRA, 2018).



O município de Bombinhas reverencia dona Helena Luíza da Silva, intitulada Mestra da Cultura Tradicional de Bombinhas em 2014, que aprendeu o crivo em 1952, e até hoje mantém vivo este saber, transmitindo-o por meio de oficinas à comunidade (FERREIRA, 2016).

O turismo cultural compreende as atividades turísticas relacionadas à vivência do conjunto de elementos dos patrimônios históricos e culturais, valorizando-os e promovendo-os (MTUR, 2006). Desta forma, o crivo como saber tradicional, precursor de patrimônio, classifica como potencial para turismo cultural, o qual pode ser um forte aliado em sua preservação.

Diante disso, a presente pesquisa fundamentou-se na problemática de investigar a viabilidade da utilização da renda de crivo como um atrativo turístico para o município.

### **3 METODOLOGIA**

Orientando-se no critério de Beuren et al. (2006), que classificam pesquisa exploratória como o processo em que há pouco conhecimento sobre a temática abordada, realizaram-se os seguintes processos: primeiramente, com o intuito de identificar as rendeiras ativas no município e sua receptividade para com a proposta do trabalho, foi realizada uma visita à oficina de crivo do projeto *Vô Sabe, Vô Ensina* e uma entrevista com a Mestra de Cultura Lena (Helena Luíza da Silva) e suas alunas do ano de 2018, após o desenvolvimento de uma revisão de literatura sobre o assunto. Alinhado com este objetivo também foram realizadas visitas aos Museu Etnográfico Casa dos Açores e Museu de Arqueologia e Etnologia da UFSC, onde há peças de crivo em exposição. No mais, compareceu-se à formatura da turma aprendiz de renda de crivo e bilro de 2018 do projeto *Vô Sabe, Vô Ensina*.

Profissionais da área de cultura e turismo foram entrevistados ao longo deste projeto. O posicionamento da Fundação Municipal de Cultura de Bombinhas sobre esta pesquisa foi obtido em uma entrevista realizada pessoalmente com a sua presidente, Nívea Maria da Silva Bucker. Também foram realizadas entrevistas por email com o turismólogo Luiz Antônio Patrício, da Secretaria de Turismo e Desenvolvimento Econômico de Bombinhas, e por áudio de WhatsApp com Joi Cletison, coordenador do Núcleo de Estudos Açorianos, que forneceram pontos de vista mais ligados à área profissional de turismo.

Uma vez finalizadas as atividades de campo, as entrevistas gravadas passaram por transcrições *ipsis litteris*, de acordo com a abordagem metodológica da História Oral de Thompson (1992), sendo usadas como base para a discussão do trabalho.



#### 4 RESULTADOS

Através do material coletado, pôde-se observar a procedência e o valor antropológico do crivo para Bombinhas e a posição dos entrevistados para com a proposta da inclusão deste no turismo do município e os processos sugeridos para sua concretização.

Durante a colonização açoriana, o que hoje se conhece como artesanato era um meio de subsistência. Fabricava-se tudo para a utilização cotidiana, e o caso do crivo não foi diferente: inicialmente uma forma de completar e embelezar o lar, mais tarde tornou-se uma fonte de renda (entrevistado Cletison). Era parte da dinâmica cotidiana dos colonizadores, sendo o pano de fundo para histórias de vida e cultura.

Tradicionalmente, era comum casais de Bombinhas e da Comunidade de Ganchos, município também de colonização açoriana hoje denominado Governador Celso Ramos, casarem-se, e assim o saber foi reforçado entre as comunidades de ambos os municípios, afirma o entrevistado Patrício.

Observou-se que o crivo é ainda pouco explorado pela atividade turística, não está com facilidade ao alcance do turista. Sugere-se, pois, a inserção do crivo em mapas, roteiros turísticos e eventos culturais. Existe, também, interesse da hotelaria em criar uma vitrine cultural dos produtos, que seriam expostos nas recepções dos meios de hospedagem, divulgados no Portal de Turismo de Bombinhas e poderiam ser comercializados com tags conscientizadoras.

Algumas rendeiras como Alessandra Gruszkowska de Lacerda, aprendiz de crivo, já usam seu trabalho como fonte de renda individual comercializando-o em eventos e feiras municipais que celebram a cultura local, e estariam dispostas a dar-lhe uma abordagem turística. Ressaltam, porém, a importância de aumentar o interesse das gerações mais novas pelo crivo.

Para promover o turismo cultural, a Fundação de Cultura de Bombinhas reuniu Mestres da Cultura Tradicional (personalidades muito conhecidas e queridas que têm profundo conhecimento acerca do assunto), como a mestra do crivo, dona Helena Luíza da Silva, em um projeto denominado Vê Sabe, Vê Ensin para transmitirem gratuitamente esse conhecimento a todos os interessados. Inicialmente, o público-alvo eram adolescentes, mas os maiores adeptos foram adultos (entrevistada Bucker).

A fim de realizar a proposta de inclusão do crivo no turismo bombinense, é necessário tomar uma série de medidas, a saber: valorizar o saber tradicional, formalizar o processo revendo a legislação de incentivo, profissionalizar o produto com etiqueta, registrar as rendeiras como microempreendedoras individuais, qualificar o atendimento, unir-se para



buscar soluções em conjunto ou por inclusão em alguma associação, como o Costa Esmeralda, e o Grupo de Artistas e Artesãos de Bombinhas (entrevistado Patrício).

Estas iniciativas valorizariam a identidade cultural local, divulgando Bombinhas para o exterior não somente como destino de sol e mar, mas também pela sua cultura tão expressiva (entrevistado Patrício).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fundamentar uma visão diferente para o turismo do município de Bombinhas, evidenciando mais os saberes tradicionais da região, como o crivo, pode ampliar o público-alvo e estender ou intensificar o fluxo de turistas. Essa ação também cria um ciclo de contribuição em que, por meio da geração de renda, é fortalecido o interesse da população local em disseminar novamente a renda de crivo, garantindo-lhe, assim, continuidade.

Portanto, investir e amparar inicialmente a abordagem turística da renda de crivo em Bombinhas, assim como a construção de um interesse comercial sólido e organizado, requer mobilização social, dedicação e investimento por parte do Poder Público, mas é carregada de potencial, de forma que o retorno positivo é sobrepujante aos obstáculos.

Em retrospectiva, a mesma falta de dados mencionada na introdução, que se manifestava como empecilho para o desenvolvimento de uma estratégia de políticas públicas de cultura para o município, também agiu como fator debilitante da pesquisa: ainda não há suficiente coleta formal de informações. Por outro lado, o legado do presente artigo é justamente sinalizar um ponto de partida e a possibilidade de novas investigações, estas com um viés mais prático e com uma metodologia que explore mais profundamente o papel do setor público do município de Bombinhas na valorização do saber tradicional local fazendo uso do turismo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEUREN, I. M. et al. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade**. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas SA, 2006.

BOMBINHAS. Lei nº 1.437, de 17 de dezembro de 2014. Institui o Plano Municipal de Cultura de Bombinhas e dá outras providências. Disponível em: [http://snc.cultura.gov.br/media/lei\\_plano\\_cultura/Lei-ordinaria-1437-2014-Bombinhas-SC.pdf](http://snc.cultura.gov.br/media/lei_plano_cultura/Lei-ordinaria-1437-2014-Bombinhas-SC.pdf). Acesso em: 09 nov. 2020.



CARVALHO, F. R.; LELIS, A. G. S. **Conhecimento Tradicional:** saberes que transcendem o conhecimento científico. In: XXIII CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI/UFPB, 23., 2014, João Pessoa. Anais eletrônicos... João Pessoa: CONPEDI, 2014. v. 3. p. 261-281. Disponível em: <http://publicadireito.com.br/artigos/?cod=44b4596c7a979aa7>. Acesso em: 03 nov. 2020.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE TURISMO DA COSTA VERDE & MAR. **Mapa.** Disponível em: <<https://costaverdemar.com.br/novo/mapa/>>. Acesso em: 02 nov. 2020.

CUNHA, T. B. da. Entre o bordado e a renda: condições de trabalho e saúde das labirinteadoras de Juarez Távora/Paraíba. **Psicol. Cienc. Prof.**, Brasília, v. 29, n. 2, p.258-275, jun. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pcp/v29n2/v29n2a05.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2020.

FARIAS, V. F. de. **Dos Açores ao Brasil Meridional Vol1:** Uma Viagem no tempo. Florianópolis: Edição do Autor, 1998.

FERREIRA, M. C. A rendeira Piana e seus amores: um homem chamado Pedro, os filhos e o crivo. **Tu Visse?!**, Bombinhas, v. 20, n. 1, p.6-7, jan. 2018. Disponível em: [https://issuu.com/tuvisse/docs/tuvisse\\_20\\_\\_\\_edi\\_\\_\\_o\\_final](https://issuu.com/tuvisse/docs/tuvisse_20___edi___o_final). Acesso em: 02 nov. 2020.

FERREIRA, M. C. Bombinhas se curva diante de seus Mestres: intitulação dos Mestres de Cultura. **Tu Visse?!**, Bombinhas, v. 19, n. 1, p.3-7, mar. 2016. Disponível em: [https://issuu.com/tuvisse/docs/scan\\_20160302\\_131349](https://issuu.com/tuvisse/docs/scan_20160302_131349). Acesso em: 31 out. 2020.

FMCB. **Plano municipal de cultura de Bombinhas.** 2014. Disponível em: [https://static.fecam.net.br/uploads/476/arquivos/86153\\_Plano\\_Municipal\\_de\\_Cultura\\_.pdf](https://static.fecam.net.br/uploads/476/arquivos/86153_Plano_Municipal_de_Cultura_.pdf). Acesso em: 07 nov. 2020.

IPHAN. INSTITUTO DO PATRIMÔNIO IMATERIAL, ART PATRIMÔNIO imaterial. 2014. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/234>>. Acesso em: 05 nov. 2020.

MTUR. MINISTÉRIO DO TURISMO (BRASIL). (2006). Marcos Conceituais. Disponível em: [http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/o\\_ministerio/publicacoes/downloads\\_publicacoes/Marcos\\_Conceituais.pdf](http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/o_ministerio/publicacoes/downloads_publicacoes/Marcos_Conceituais.pdf). Acesso em: 01 nov. 2020.

QUEIROZ, K. G. **O Tecido Encantado:** o cotidiano, o trabalho e a materialidade no bordado. 2011. 26 p. Tese (Doutorado em Pós-colonialismos e Cidadania Global) - Centro de Estudos Sociais/faculdade de Economia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011. Disponível em: [https://cabodostrabalhos.ces.uc.pt/n5/documentos/5\\_KarineQueiroz.pdf](https://cabodostrabalhos.ces.uc.pt/n5/documentos/5_KarineQueiroz.pdf). Acesso em: 06 nov. 2020.



SOUZA, D. C. de M. de. **Bombinhas... Um pouco de história!** 2018. Disponível em: <https://www.bombinhas.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaItem/35569>. Acesso em: 07 nov. 2020.

THOMPSON, P. **História oral: a voz do passado**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

#### **GIULIANA MARIA DA CONCEIÇÃO VILCHE VARELA**

Giuliana Varela nasceu em Tijucas, Santa Catarina, em 2002. É formada no Técnico em Hospedagem Integrado ao Ensino Médio do IFC Camboriú. Venceu a etapa municipal do concurso de redação e desenho, campanha “Ao redor da Ibero-América”, com o tema “Cidades Sustentáveis” e a etapa nacional do concurso de redação “Construindo um novo planeta” do Instituto Ayrton Senna, ambos em 2012. Entre 2016 e 2018, trabalhou como Aprendiz Legal na Pousada Vila do Farol (Bombinhas), fazendo o curso da empresa GERAR. Estagiou na Pousada Ilha Bella, em Bombinhas. Foi avaliadora na IX Semana Acadêmica de Turismo, Hospitalidade e Lazer (IFC).

#### **SABRINA FARIAS GRANJA**

Sabrina Farias Granja, nasceu em Recife, Pernambuco, em 2000. Possui o ensino fundamental nas escolas, José Antônio Navarro Lins e Educar. Participou do programa escolar Jovens de atitude: contra álcool e drogas e da VIII conferência Municipal dos Direitos da Criança e do Adolescente. cursou o ensino médio no Instituto Federal Catarinense juntamente com o técnico em Hospedagem. Estagiou na pousada Terra do Sol.

#### **IVAN CARLOS SERPA**

Ivan Carlos Serpa nasceu em Itajaí, Santa Catarina, em 1966. É graduado em História (Universidade do Vale do Itajaí, Univali) com mestrado na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e cursa doutorado no Programa de Educação Científica e Tecnológica da UFSC. Lecionou em escolas municipais e estaduais e na Univali (1995-2003). É autor dos livros: *Os Engenhos de Limeira: História e Memória da imigração italiana no Vale do Itajaí* (2000); *Entre o Rio e o Mar: História da Administração Pública de Itajaí entre 1950 e 2000* (2010) e *Os Índios Xokleng em Santa Catarina* (2015). Atualmente leciona no Instituto Federal Catarinense.



submetido  
30.07.2020

reapresentado  
11.11.2020

aprovado  
19.03.2021

**Contribuição de autoria.** Giuliana Maria da Conceição Vilche Varela, Sabrina Farias Granja participaram da elaboração do estudo, da investigação de dados, do levantamento bibliográfico e da redação do artigo. Ivan Carlos Serpa orientou todas as etapas e participou da revisão final e da edição do artigo.

**Apoio.** Edital n. 037/2018 do IFC Campus Camboriú - Apoio a projetos de pesquisa.

**Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

## DESENVOLVIMENTO DE MICROPARTÍCULAS MAGNÉTICAS ASSOCIADAS À QUITOSANA RETICULADA PARA RECUPERAÇÃO DE ÍONS $\text{Ni}^{2+}$ DE EFLUENTES INDUSTRIAIS

**ISADORA FERRER DO NASCIMENTO** 

Escola Técnica Estadual Irmã Agostina, São Paulo, SP, Brasil, 04815-240, isadoraferrerlima@gmail.com

**IZABELLY FELIPE SANTOS** 

Escola Técnica Estadual Irmã Agostina, São Paulo, SP, Brasil, 04815-240, izabellyfelipe2010@gmail.com

**MARCOS VINÍCIUS CAETANO** 

Escola Técnica Estadual Irmã Agostina, São Paulo, SP, Brasil, 04815-240, marcoscaetano.mvc@gmail.com

**VICTÓRIA CAVALCANTE SOUSA** 

Escola Técnica Estadual Irmã Agostina, São Paulo, SP, Brasil, 04815-240, victoriacsetec@gmail.com

**KLAUSS ENGELMANN** 

Escola Técnica Estadual Irmã Agostina, São Paulo, SP, Brasil, 04815-240, klauss.engelmann@etec.sp.gov.br

### RESUMO

Texto Desde 2016, os estoques mundiais de níquel vêm sendo reduzidos. A falta deste metal será intensificada com a inserção maciça de carros elétricos na sociedade, resultando no aumento de sua extração, gerando resíduos que são armazenados inadequadamente e descartados sem obter futura reutilização. Como possível solução ao problema descrito, é proposto a utilização de micropartículas de quitosana-magnetita para recuperação de  $\text{Ni}^{2+}$ . Efetuaram-se testes de adsorção e dessorção com três tipos de partícula: magnetita, quitosana e quitosana-magnetita, no intuito de comparar suas eficiências. As micropartículas de quitosana-magnetita, após 50 minutos em contato com a solução, alcançaram grau máximo de adsorção de 96,51 mg de  $\text{Ni}^{2+}$  por grama de partícula, representando que cerca de 47,05 % deste íon foi removido da solução. Ademais, em média 58,54 % do íon foi recuperado das partículas pela dessorção. Portanto, conclui-se que, o uso das micropartículas na recuperação de metais é promissor.

**Palavras-chave:** Níquel. Micropartículas. Adsorção.





## **SYNTHESIS OF MAGNETIC CHITOSAN RETICULATED MICROPARTICLES FOR RECOVERING NI<sup>2+</sup> IONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATERS**

### **ABSTRACT**

Since 2016, world's nickel resources have been reduced. The lack of this metal will be intensified by the massive insertion of electric cars in the society, which will lead to the increase of its extraction and will generate waste that is improperly stored and discarded without obtaining future reuse. As a possible solution to the problem, it is proposed the use chitosan-magnetite microparticles for recovery of Ni<sup>2+</sup>. Adsorption and desorption tests were performed with three types of particles: magnetite, chitosan and chitosan-magnetite to compare their efficiencies. The chitosan-magnetite particles, after 50 minutes in contact with the solution, reached the maximum degree of adsorption of 96.51 mg of Ni<sup>2+</sup> for each gram of particle, representing that approximately 47.05 % of this ion was removed from the solution. In addition, an average of 58.54 % of the ion was recovered from the microparticles by desorption. Therefore, it is concluded that the recovery of metal ions through microparticles has a promising future.

**Keywords:** Nickel. Microparticle. Adsorption.

### **1 INTRODUÇÃO**

Segundo o alemão Klaus Schwab, diretor e fundador do Fórum Econômico Mundial, o planeta está vivenciando a Quarta Revolução Industrial, caracterizada pelas tecnologias de ponta que trouxeram diversos benefícios, como o aprimoramento dos meios de produção (SCHWAB, 2016). Entretanto, todo esse desenvolvimento acarretou também em inúmeras consequências, como a degradação do meio ambiente devido a sua excessiva exploração e poluição, como é o caso do níquel (Ni).

O níquel é um metal pesado que possui diversas características de interesse para a indústria, uma vez que é levemente duro, maleável e resistente à oxidação e corrosão (BROCATO; COSTA, 2017). Quando presente em baixos níveis, é considerado essencial para plantas e para alguns microrganismos e vertebrados, que não conseguem completar seus ciclos de vida em sua ausência (FILIPEK; HARASIM, 2015). Todavia, em altas concentrações, pode ser prejudicial não só para esses seres, como também para os seres humanos, visto que o níquel foi classificado pela International Agency for Research on Cancer como carcinogênico (DENKHAUS; SALNIKOW, 2002).



De acordo com dados do United States Geological Survey (2019), o Brasil possui a 3ª maior reserva mundial de níquel, além de ser seu 9º maior produtor mundial. Entretanto, a problemática deste metal reside no fato de que sua demanda ultrapassa a oferta disponível no mercado. Cenário que, segundo previsões de analistas, se intensificará devido à inserção maciça de carros elétricos no mercado automobilístico a partir de 2020, pois esses veículos possuem baterias que contêm o níquel como um de seus componentes (BURTON, 2018). Conseqüentemente, mineradoras estudam a possibilidade de aumentar a exploração deste metal para o suprimento do mercado. Porém, a intensificação das atividades de mineração irá retirar ainda mais recursos não renováveis do meio ambiente - incluindo o níquel - afetando a fauna, a flora e as comunidades locais, como ocorrido em 2015, na tragédia de Mariana, e em 2019, na tragédia de Brumadinho, Minas Gerais (MUNHOZ, 2019).

Dentre os diversos procedimentos que utilizam o níquel, destaca-se a niquelagem, uma técnica galvanoplástica de deposição de níquel com objetivos funcionais e estéticos, que acaba por gerar águas residuais contaminadas, já que durante o processo são realizadas inúmeras lavagens do material revestido (JIMÉNEZ et al., 2021).

Conforme descrito pelo Instituto Estadual do Ambiente (2014), o atual tratamento utilizado para esses e os demais efluentes galvanoplásticos, consiste no ajuste do pH em tanques de agitação até que ocorra a máxima precipitação dos metais presentes na forma de hidróxidos insolúveis. Forma-se uma lama, denominada “lodo galvânico” que, por conter metais, é classificada como resíduo perigoso (Classe I) e deve ser armazenada em aterro industrial por tempo indeterminado. Contudo, nem todas as indústrias realizam esse procedimento, o que se mostra contrário à Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), cujo limite máximo permitido é de 2,0 mg de Ni/L de efluente.

Diante desse panorama, torna-se necessária a implementação de métodos eficientes e viáveis para a recuperação do níquel, sendo proposto por este trabalho o desenvolvimento de micropartículas magnéticas associadas a quitosana reticulada, que apresentam como vantagem perante outros métodos estudados atualmente, como a filtração por membrana (YUREKLI, 2016) e a troca iônica em resina (RIBEIRO; RODRIGUES, 2010), maior facilidade de serem separadas do líquido residual após a adsorção do níquel, por serem susceptíveis a atração por um campo magnético externo.



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) é um mineral magnético formado por óxido de ferro (II) ( $\text{FeO}$ ) e óxido de ferro (III) ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), o que a permite ser classificada como um óxido misto de ferro, que possui um caráter fortemente magnético, mantendo-se magnetizada mesmo após a remoção do campo magnético externo (HENRIQUES, 2012). Este mineral também possui grande capacidade adsorvedora de metais, o que atrelado a sua elevada magnetização, o torna um meio eficaz para a recuperação de íons metálicos, principalmente, quando associado a materiais orgânicos também adsorventes, como é o caso da quitosana.

A quitosana é um polímero natural classificado como aminopolissacarídeo, cuja obtenção se dá pelo processo de desacetilação da quitina em meio alcalino, processo que consiste na substituição de grupos acetila ligados a substituintes  $-\text{NH}$  por átomos de hidrogênio, formando grupos amino (AZEVEDO et al., 2007). De acordo com Rolim et al. (2018), a quitosana é o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza, ficando atrás somente da celulose. Sua estrutura corresponde a um copolímero que possui grupos aminos e hidroxilas em partes da cadeia (SOBREIRA et al., 2020), como mostra a Figura 1.

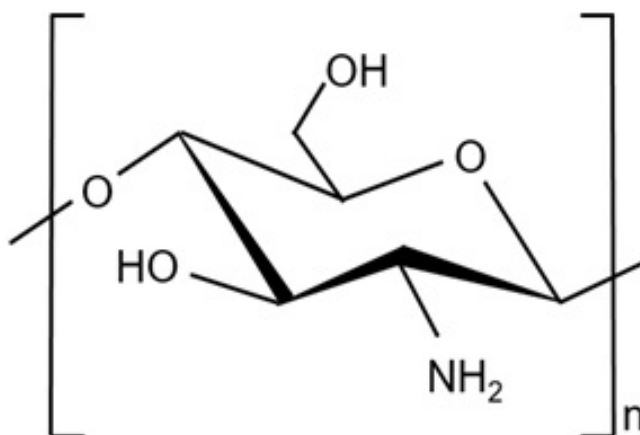


figura 1. Fórmula estrutural do monômero da quitosana.

Fonte: Adaptado de Assis e Silva (2003).

Muitos metais iônicos podem ser adsorvidos pela quitosana através dos grupos aminos por quelação em soluções neutras. Entretanto, para ânions em solução ácida, esta ocorre devido a forças eletrostáticas geradas pelos grupos amino (GUIBAL, 2004). Um dos fatores que interfere em suas propriedades de adsorção é o Grau Médio de Desacetilação (GMD), que mede o percentual de grupos amino disponíveis na cadeia, tendo em vista que quitosanas são obtidas pela substituição de 70% a 95% das acetilas presentes na cadeia de quitina. Sendo que, para reações de desacetilação menos extensivas, o polissacarídeo ainda é considerado



quitina (FATIBELLO-FILHO *et al.*, 2007). Este também é um dos principais interferentes no grau de cristalinidade e de hidrofobicidade da quitosana, devido às mudanças nas interações hidrofóbicas (VIEIRA, 2008).

De modo que, para aumentar a eficiência da quitosana em suas diferentes aplicações, podem ser realizadas a inserção de grupos funcionais nas cadeias do polímero. Estas modificações químicas, como a reticulação, têm por objetivo inviabilizar sua dissolução em meios ácidos (DIMA *et al.*, 2015) e melhorar as propriedades de adsorção e seletividade de íons metálicos (GONSALVES *et al.*, 2011), adquirindo a fórmula estrutural representada pela Figura 2 quando reticulada com 1,5-pentanodial, também denominado glutaraldeído.

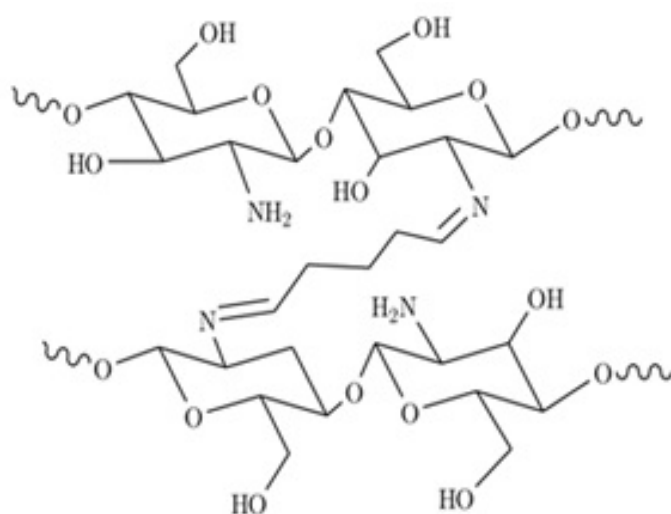


figura 2. Estrutura da quitosana reticulada com 1,5-pentanodial.

Fonte: Adaptado de Luk *et al.* (2014).

A associação da quitosana reticulada com magnetita faz-se preferível na forma de micropartículas, pois esta organização minimiza as limitações hidrodinâmicas que acarretam uma cinética de adsorção bastante lenta e ineficiente, além de fornecer uma maior relação entre área superficial e massa (VIEIRA, 2008).

As micropartículas são partículas cujo diâmetro pertencem à escala micrométrica (do 1 ao 1000  $\mu\text{m}$ ), e são obtidas pelo processo de microencapsulação, que consiste em revestir ou incorporar materiais ativos em camadas poliméricas. Conforme descrito por Matté e Rosa (2013), este processo resulta em estruturas que podem ser classificadas em duas subdivisões de acordo com suas morfologias: microcápsula, formada quando o material ativo compõe um núcleo que é revestido por uma membrana composta pelo agente de parede; ou microesfera, formada quando o material ativo está disperso por toda a matriz polimérica composta por uma matriz homogênea, na qual o material encapsulado pode ser incorporado, como mostra a Figura 3.

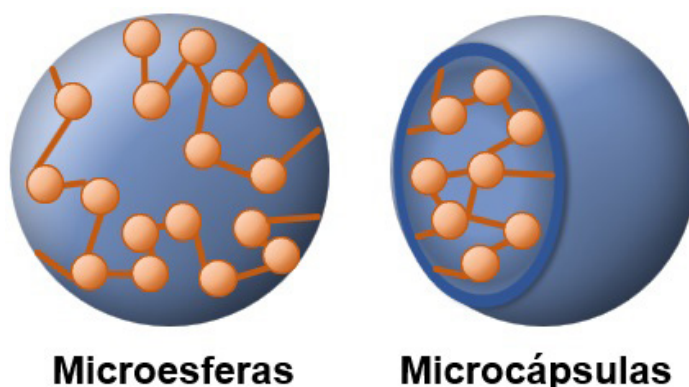


figura 3. Esquema ilustrativo diferenciando os tipos de micropartículas.

O processo de microencapsulação se faz extremamente eficiente, uma vez que possibilita a manutenção de características ideais de determinadas substâncias, pois estabiliza o produto, protegendo-o de meios adversos e aumentando sua vida útil, tornando assim, possível aplicar micropartículas no processo de adsorção de metais (MATTÉ; ROSA, 2013).

Segundo Vieira (2008), a adsorção é um fenômeno de superfície que ocorre devido a interações químicas entre o adsorvato e o adsorvente. No sistema de adsorção, é designado adsorvente o material sobre o qual ocorre o processo, enquanto é intitulado adsorvato as moléculas dissolvidas no meio que se ligam a superfície desse material (NOOROOZI; SORIAL, 2013).

A dessorção representa o inverso do processo de adsorção, podendo ser definida como a liberação do adsorvato de uma interface entre uma superfície adsorvente e uma solução (VINHAL-FREITAS *et al.*, 2010). Além disso, agentes quelantes bidentados, como a dimetilglioxima, e polidentados, como o EDTA, podem atuar na dessorção de metais (VALENTINI *et al.*, 2000).

Dessa forma, o uso de micropartículas de quitosana-magnetita é uma possível solução para que o níquel possa ser adsorvido de resíduos, recuperado por meio da dessorção e reinserido no mercado, consequentemente aliviando sua demanda. E, assim, diminuindo a necessidade de intensificar sua exploração e trazendo uma redução dos custos para as indústrias que o utilizam, além de contribuir com a preservação do meio ambiente, já que esses efluentes são tóxicos e corriqueiramente não tratados.

### 3 METODOLOGIA

Os reagentes utilizados durante os procedimentos, seguidos de suas purezas e fornecedores, estão descritos a seguir: ácido clorídrico (36,5 - 38,0 %) (Synth); ácido etilenodiamino tetra-acético (99,0 - 101,0 %) (Synth); ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico (ácido cítrico) (mínimo 99,5



%) (Merck); cloreto de ferro (III) hexahidratado (97,0 - 102,0 %) (Synth); hidróxido de sódio (mínimo 98,0 %) (Merck); nitrato de níquel hexahidratado (97 %) (Dinâmica Ltda); pentano-1,5-dial (25 %) (EMS); propanona (mínimo 99,5 %) (Synth); quitosana (Polymar) e sulfato de ferro (II) heptahidratado 99,0 % (Synth).

Para a realização das etapas foram utilizados os seguintes equipamentos: centrífuga, marca Nova Instruments® (São Paulo, Brasil); balança analítica, modelo AG200, marca Gehaka® (São Paulo, Brasil); Espectrofotômetro UV/Visível, modelo NI-1600 UV, marca Nova Instruments® (São Paulo, Brasil); agitador magnético, marca IKA® Color Squid; pHmetro digital, modelo PG1800, marca Gehaka® (São Paulo, Brasil) e Zetasizer Nano Series, marca Malvern Panalytical®.

### 3.1 DETERMINAÇÃO DO GRAU MÉDIO DE DESACETILAÇÃO DA QUITOSANA

No intuito de averiguar as características da quitosana a ser utilizada, realizou-se a determinação do GMD através de titulação potenciométrica. Para tal, adicionou-se 0,8113 g de quitosana seca em um béquer e 200 mL de HCl 0,05 mol.L<sup>-1</sup>. Deixou-se a mistura em agitação magnética por 24 horas. Em seguida, retirou-se três frações de 30 mL da solução obtida, as quais foram diluídas a 50 % (v/v) e tituladas com NaOH previamente padronizado, (Eq. 1) possibilitando a obtenção de dados para o cálculo da porcentagem de grupos amino da quitosana.

O GMD da quitosana (% NH<sub>2</sub>) é determinado através de volumetria de neutralização, contabilizando a diferença entre o volume de NaOH utilizado para neutralizar o excesso de quitosana protonada, em litros (V<sub>2</sub>), e o volume de NaOH utilizado para neutralizar o excesso de HCl, em litros (V<sub>1</sub>). A essa diferença, multiplica-se a concentração da solução de NaOH em mol.L<sup>-1</sup> (M<sub>NaOH</sub>) e a massa molar da unidade monomérica de quitosana (161 g.mol<sup>-1</sup>). O produto é então dividido pela massa, em gramas, da amostra de quitosana (m) conforme a Equação 1.

$$\% NH_2 = M_{NaOH} \times \frac{(V_2 - V_1) \times 161}{m} \times 100$$

### 3.2 PREPARO DAS MICROPARTÍCULAS

#### 3.2.1 SÍNTESE DAS MICROPARTÍCULAS DE MAGNETITA

Para a síntese das micropartículas de magnetita, utilizou-se o método de co-precipitação descrito por Tomás, Silva e Condomitti (2016), realizando-se todo o procedimento a temperatura ambiente.

Adicionou-se, sob agitação magnética, 50 mL de uma solução de FeCl<sub>3</sub> 2,00 mol.L<sup>-1</sup> em um béquer contendo 50 mL de uma solução de FeSO<sub>4</sub> 1,00



mol.L<sup>-1</sup> e deixou-se o sistema em agitação por 5 minutos. Em seguida, aumentou-se a velocidade de agitação, adicionou-se, rapidamente, 100 mL de uma solução de NaOH 0,75 mol.L<sup>-1</sup> e deixou-se o sistema em agitação por 15 minutos e, então, ajustou-se o pH para 12 com a adição de NaOH sólido. Após esse processo, o sistema foi deixado em decantação magnética sobre um ímã por 24 horas.

Passado esse período, retirou-se o sobrenadante e adicionou-se 100 mL de uma solução de propanona a 50 % (v/v) para a lavagem das partículas, deixando o sistema novamente em decantação magnética por 24 horas. Para que essa lavagem se desse de maneira efetiva, repetiu-se esse processo três vezes.

Finalizado o último ciclo, retirou-se o sobrenadante, transferiram-se as partículas de magnetita para uma placa de Petri e colocou-a em estufa a 70 °C por 24 horas para a completa secagem das partículas, que foram transferidas para um almofariz e maceradas suavemente com um pistilo para separar os agregados formados durante o aquecimento. Por fim, armazenou-se a magnetita em um flaconete de vidro.

### 3.2.2 PREPARO DAS MICROPARTÍCULAS DE QUITOSANA RETICULADA

Para o preparo das micropartículas de quitosana reticulada, utilizou-se o método *spraying*. A quitosana foi solubilizada em ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico 5% (m/v) na proporção de 2,5% (m/v). Em seguida, aproximadamente, 120 mL desta solução foram transferidos para o interior de um borrifador e, então, pulverizados em um béquer contendo 200 mL de uma solução de NaOH 2,00 mol.L<sup>-1</sup>.

O sistema foi mantido em agitação por 24 horas e, posteriormente, as micropartículas foram submetidas à filtração simples. Após pesagem das micropartículas, adicionou-se 1,5 mL de pentano-1,5-dial 3,5 % (v/v) para cada 1 g de micropartícula, e deixou-se o béquer em repouso por 24 horas. Após esse período, realizou-se novamente uma filtração simples, lavando as micropartículas já tratadas pelo processo de reticulação com água destilada. As micropartículas foram secas em estufa a 60 °C e armazenadas para os testes de adsorção.

### 3.2.3 PREPARO DAS MICROPARTÍCULAS DE QUITOSANA RETICULADA ASSOCIADAS ÀS PARTÍCULAS DE MAGNETITA

Para o preparo das micropartículas magnéticas de quitosana, repetiu-se o mesmo procedimento descrito em 3.2.2, acrescentando-se 3 g de magnetita à solução de quitosana em ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico.



### 3.3 ENSAIOS DE ADSORÇÃO DE NÍQUEL

Para a análise de adsorção, pesou-se 0,5 g de cada micropartícula individualmente em três béqueres diferentes e, sob agitação, adicionou-se o volume de 30 mL da solução de  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  3400 ppm em cada béquer. Essa concentração foi definida com base nos estudos de Hritcu, Dodi e Popa (2012) que observaram que esta concentração inicial foi a que permitiu uma maior adsorção pelas micropartículas.

O sistema foi mantido em agitação por 1 hora e foram recolhidas, com uma pipeta Pasteur, alíquotas de 1,5 mL nos intervalos de 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos de cada béquer. As alíquotas foram centrifugadas imediatamente e foram recolhidos, com uma pipeta automática, alíquotas de 700  $\mu\text{L}$  do sobrenadante que foram transferidas a balões volumétricos de 5 mL. Em todos os balões foram adicionados 1400  $\mu\text{L}$  de EDTA  $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  e completados com água até o menisco. Após os 60 minutos, a agitação foi interrompida e as micropartículas decantadas para posterior filtração.

As concentrações de  $\text{Ni}^{2+}$  nas diferentes alíquotas foram determinadas por espectrofotometria de absorção molecular no comprimento de onda de 598 nm. Assim, determinou-se o intervalo de tempo necessário para a adsorção máxima de íons  $\text{Ni}^{2+}$ .

### 3.4 ANÁLISE DIMENSIONAL, ÍNDICE DE POLIDISPERSÃO (IPD) E POTENCIAL ZETA ( $\zeta$ )

Para análise dimensional e índice de polidispersão, as micropartículas foram analisadas através da técnica de espalhamento de luz dinâmico (DLS), utilizando um (Eq. 2) equipamento Malvern Zetasizer Nano Series pertencente à Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP).

O procedimento consistiu primeiramente em eliminar aglomerados de partículas, onde 0,05 g das partículas foram dispersas em 1,5 mL de água destilada em tubos cônicos tipo Eppendorf e centrifugadas. Em seguida, as leituras foram realizadas com o sobrenadante, em temperatura ambiente, em cubeta de vidro com 1 cm de caminho óptico. Quando o feixe de luz laser entra em contato com as micropartículas, há o espalhamento da luz em intensidades que variam de acordo com o movimento browniano das partículas. A velocidade do movimento browniano pode ser obtida por esta variação de intensidade, dada pelo coeficiente de difusão translacional. Através da relação de Stokes-Einstein, demonstrada na Equação 2, é possível calcular o diâmetro hidrodinâmico médio das partículas.

$$d(H) = \frac{kT}{6\pi\eta D}$$





Onde:

$d(H)$ : diâmetro hidrodinâmico

$k$ : constante de Boltzmann

$T$ : temperatura

(Eq. 3)

$D$ : coeficiente de difusão translacional

$\eta$ : coeficiente de viscosidade

Já para o Potencial Zeta, os dados foram obtidos através de medidas da sua mobilidade eletroforética também pelo Malvern Zetasizer, conforme citado. A amostra passou pelo mesmo procedimento descrito acima para eliminação dos aglomerados de partículas. O sobrenadante foi acondicionado em uma cubeta de plástico, onde foi acoplado um eletrodo do tipo *Dip Cell* com duas placas de paládio (Pd). Todos os procedimentos foram realizados a temperatura ambiente. As medidas de mobilidade eletroforéticas são convertidas para valores de potencial zeta utilizando a equação de Helmholtz-Smoluchowski, demonstrada na Equação 3.

$$\zeta = \frac{\eta \cdot U_{\epsilon}}{\epsilon}$$

Onde:

$\zeta$ : Potencial Zeta

$\eta$ : coeficiente de viscosidade dinâmica

$\epsilon$ : permissividade elétrica do meio fluido

$U_{\epsilon}$ : mobilidade eletroforética

### 3.5 ENSAIOS DE DESSORÇÃO DE $\text{Ni}^{2+}$

As micropartículas utilizadas para os ensaios de dessorção de  $\text{Ni}^{2+}$  foram as mesmas utilizadas nos ensaios de adsorção, isto é, com os íons  $\text{Ni}^{2+}$  ainda adsorvidos.

Para a análise de dessorção pesou-se individualmente, em tubos de ensaio com tampa, cerca de 0,05 g de cada micropartícula e, sob agitação, adicionou-se 3 mL da solução de EDTA 0,10 mol.L<sup>-1</sup> em cada tubo. O sistema foi mantido em agitação por 72 horas e foram recolhidas, com uma pipeta Pasteur, alíquotas de 1 mL nos intervalos de 24 e 72 horas. As alíquotas foram centrifugadas imediatamente após terem sido recolhidas e, com uma pipeta automática, adicionou-se 700 µL do sobrenadante em balões volumétricos de 5 mL que foram completados com água até o menisco.



A análise da concentração de  $\text{Ni}^{2+}$  nas diferentes alíquotas foram determinadas por espectrofotometria de absorção molecular sob o mesmo comprimento de onda. Assim, determinou-se a influência do tempo para a recuperação máxima de íons  $\text{Ni}^{2+}$ .

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os dados expressos a seguir foram conduzidos a partir do *OriginLab*. Exceto o GMD, todos os tratamentos estatísticos seguem a notação: média  $\pm$  desvio padrão.

##### 4.1 DETERMINAÇÃO DO GRAU MÉDIO DE DESACETILAÇÃO DA QUITOSANA

A curva potenciométrica obtida a partir das titulações está expressa na Figura 4. Para uma melhor definição do ponto de inflexão, foi realizada a curva de segunda derivada, expressa na Figura 5.

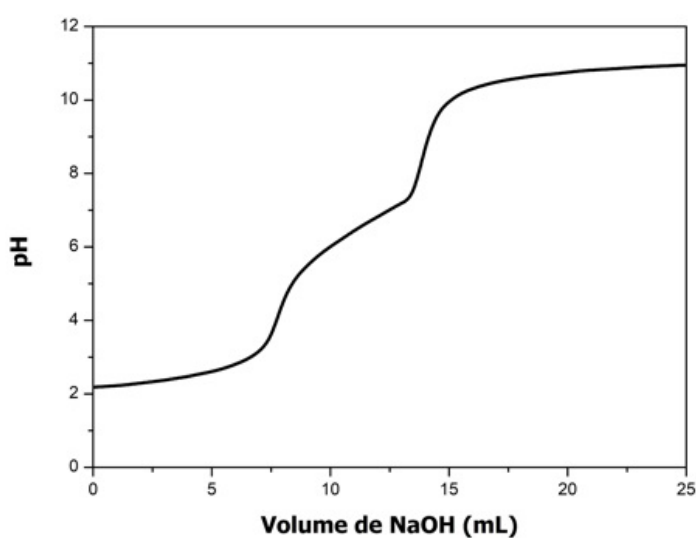


figura 4. Curva potenciométrica da quitosana.

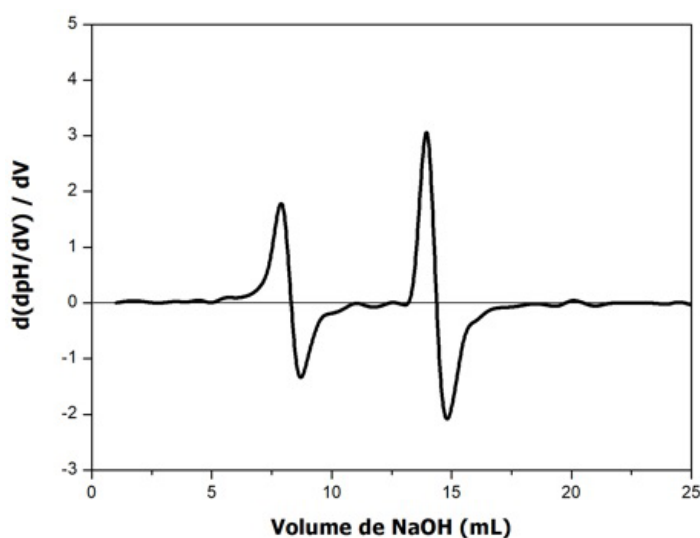


figura 5. Segunda derivada da curva potenciométrica da quitosana



Após obtenção dos gráficos, nota-se dois pontos de inflexão: o primeiro (V1) refere-se ao volume de NaOH necessário para neutralizar o excesso de HCl; o segundo (V2) refere-se ao volume de NaOH necessário para neutralizar o excesso de quitosana protonada, cujos dados estão expressos na Tabela 1.

tabela 1. Pontos de inflexão da curva potenciométrica da quitosana

Titulação	V <sub>1</sub> (mL)	V <sub>2</sub> (mL)
1	8,28	14,31
2	8,29	14,30
3	8,29	14,34

A massa de quitosana seca foi de 0,8113 g, sendo solubilizada em 200 mL de HCl 0,05 mol.L<sup>-1</sup>. A padronização, em triplicata, do NaOH mostrou que a concentração do titulante era de 0,08799 ± 0,0031 mol.L<sup>-1</sup>. Dessa forma, o GMD da quitosana está expresso na Tabela 2.

tabela 2. Grau Médio de Desacetilação da Quitosana (x=x ± IC; NC = 95%; GL = 2)

Titulação	GMD da quitosana (%)
1	70,19
2	69,96
3	70,42
Média	70,19 ± 0,57

O grau médio de desacetilação encontrado para a quitosana foi de 70,19 ± 0,57 %, (Eq. 4) demonstrando que, em média, 70 % da cadeia polimérica apresenta grupamentos amino disponíveis, o que indica que o composto é realmente quitosana e não quitina, já que seu GMD varia de 70 a 95 % (FATIBELLO-FILHO et al., 2007). Deste modo, confirmou-se a viabilidade da sua utilização no trabalho.

#### 4.2 PREPARO DAS MICROPARTÍCULAS

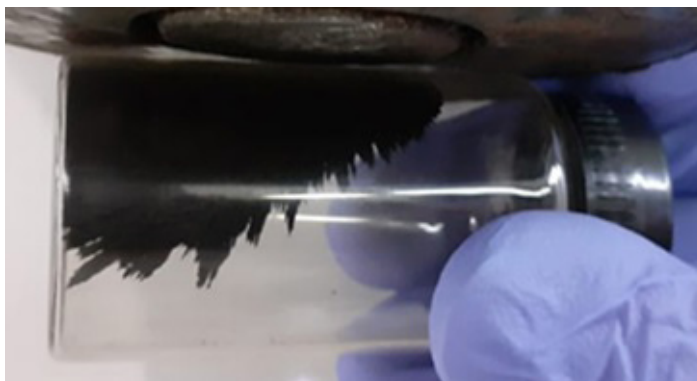
Durante a síntese das micropartículas de magnetita, ao adicionar a solução de NaOH 0,75 mol.L<sup>-1</sup> ao béquer contendo as soluções de FeCl<sub>3</sub> 2,00 mol.L<sup>-1</sup> e FeSO<sub>4</sub> 1,00 mol.L<sup>-1</sup>, observou-se uma mudança na coloração de alaranjado (devido ao cloreto de ferro III) para preto, indicando que as partículas estavam sendo formadas. Esta formação deve-se a precipitação concomitante dos óxidos de ferro (II) e (III), originários da reação entre os íons Fe<sup>2+</sup> e Fe<sup>3+</sup>, e os íons de O<sup>2-</sup> provenientes dos íons OH<sup>-</sup> dissociados, conforme mostra a Equação 4.



Após a realização dos procedimentos descritos, obteve-se 15,3263 g de magnetita. Ao aproximar as partículas obtidas de um ímã, observou-se que estas respondiam ao campo magnético externo, conforme demonstrado na Figura 6.



figura 6.  
Micropartículas  
de magnetita  
sujeitas à um ímã



Durante o preparo das demais micropartículas, ao borrifar as soluções de quitosana e de quitosana-magnetita na solução de hidróxido de sódio, foi possível observar a formação de flocos em suspensão. Após a filtração, pesagem, reticulação e secagem, obteve-se 5,9525 g de micropartículas de quitosana-magnetita que, ao serem aproximadas de um ímã, respondiam ao campo magnético externo, como mostrado na Figura 7. Obteve-se 4,1754 g de micropartículas de quitosana, que não respondiam ao campo magnético aplicado, visto que não possuem o material magnético em sua composição, como mostrado na Figura 8.

figura 7.  
Micropartículas  
de quitosana-  
magnetita  
submetidas  
a um ímã



figura 8.  
Micropartículas  
de quitosana  
submetidas  
a um ímã





### 4.3 ENSAIOS DE ADSORÇÃO DE $\text{Ni}^{2+}$

Para que fosse possível mensurar a quantidade de  $\text{Ni}^{2+}$  adsorvido pelas micropartículas, fez-se necessário a quantificação do níquel não adsorvido, de modo a realizar uma análise indireta do processo de adsorção. Embora a solução de nitrato de níquel apresente coloração esverdeada, quando as alíquotas obtidas após a adsorção foram diluídas, aquelas de menor concentração resultaram em soluções praticamente translúcidas e, portanto, inaplicáveis a análise por espectrofotometria de absorção molecular na região do UV-visível. Dessa forma, com base nos estudos de Carpani, Scavetta e Tonelli (2004), complexou-se o níquel com EDTA ( $\text{Y}^{4-}$ ) conforme a Equação 5, formando o complexo  $[\text{Ni}(\text{EDTA})]^{-2}$  de intensa coloração azul, conforme mostrado na Figura 9.

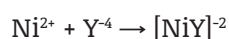


figura 9. Mudança da coloração da solução de  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  3400 ppm para o complexo  $[\text{Ni}(\text{EDTA})]^{-2}$

Após a complexação, obteve-se o comprimento de máxima absorção do complexo  $[\text{Ni}(\text{EDTA})]^{-2}$  em 598 nm, conforme expresso na Figura 10. Desta forma, foi possível efetuar a leitura das demais diluições e obter a curva de calibração, com sua respectiva equação da reta, expressa na Figura 11.

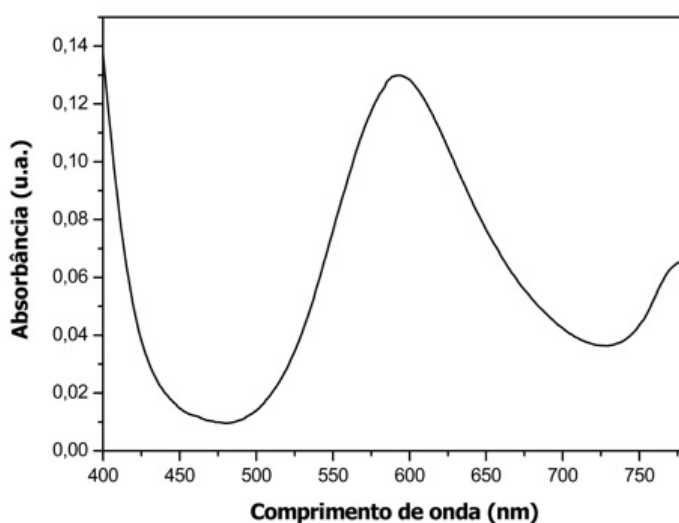


figura 10. Curva de absorção do complexo  $[\text{Ni}(\text{EDTA})]^{-2}$

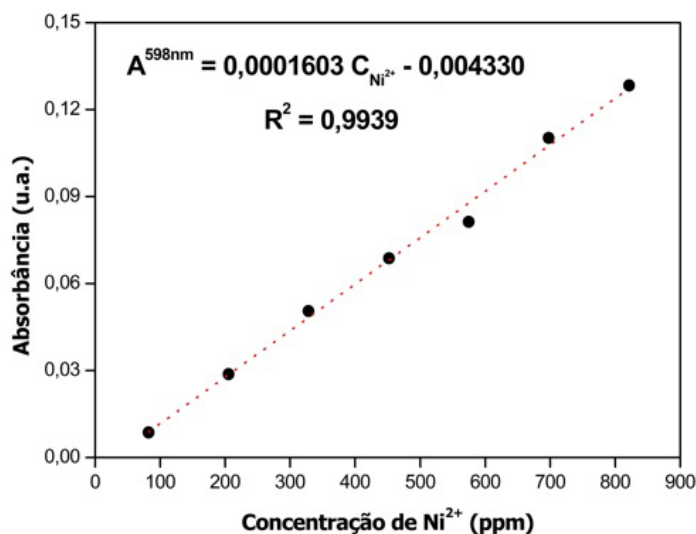


figura 11. Curva de calibração do complexo [Ni(EDTA)]<sup>-2</sup>

A partir da linha de tendência com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,9939, observa-se que a correlação entre os eixos x e y é notável, obtendo-se, então, a equação da reta, expressa por:  $A^{598nm} = 0,0001603 C_{Ni^{2+}} - 0,004330$ , fato que torna possível determinar a concentração de  $Ni^{2+}$  no sistema e, conseqüentemente, a capacidade adsorptiva das micropartículas.

Sendo assim, obteve-se o gráfico indicado pela Figura 12. Nota-se que as três micropartículas adsorvem níquel, porém, em quantidades diferentes, entre as quais se destaca a partícula de quitosana-magnetita, que apresentou uma maior capacidade adsorptiva.

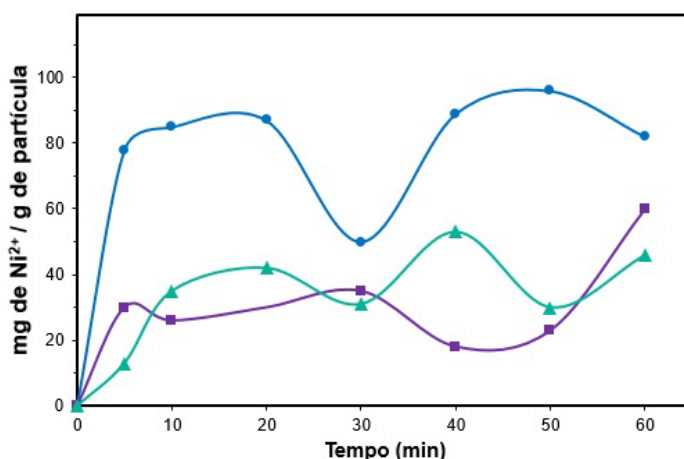


figura 12. Capacidade adsorptiva das micropartículas em função do tempo

Ao analisar o gráfico, observa-se que nos três intervalos representados a micropartícula de quitosana-magnetita apresentou-se com a maior adsorção. Sendo que, após 50 minutos do processo houve a adsorção máxima de 96,51 mg de  $Ni^{2+}$  por grama de micropartícula, representando que cerca de 47,05 % deste íon foi removido da solução. Além disso, pode-se



observar que o ponto de 30 minutos para a micropartícula de quitosana-magnetita se mostra discrepante, o que provavelmente corresponde a erros experimentais aleatórios não identificados.

Dados da literatura mostram maior adsorção pelas micropartículas de quitosana-magnetita após 100 minutos de contato com a solução de  $\text{Ni}^{2+}$  em agitação, em que 90 % dos íons são adsorvidos (RANI *et al.*, 2020). Entretanto, RANI *et al.* (2020) realizou suas análises com 0,005 g de micropartículas em 100 mL de  $\text{NiCl}_2$ , enquanto este trabalho analisou a adsorção de 0,5 g de micropartículas em 30 mL de  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  3400 ppm, o que leva a necessidade de um futuro estudo que investigue a relação entre massa de micropartículas, volume e concentração dessas soluções, em maiores intervalos de tempo, uma vez que a concentração da solução de  $\text{NiCl}_2$  não foi informada e as micropartículas possuem capacidade limite de adsorção medida por sua massa.

Quanto à análise do precipitado, após o teste de adsorção e filtração das micropartículas, notou-se uma mudança em suas colorações, conforme indica a Figura 13. A modificação mais evidente foi para a partícula de quitosana, cuja coloração passou de amarelo para esverdeado, o que comprova a ocorrência da adsorção dos íons  $\text{Ni}^{2+}$ , tendo em vista que estes apresentam coloração esverdeada. A percepção da mudança de coloração para as demais partículas é dificultada por apresentarem tonalidades mais escuras.

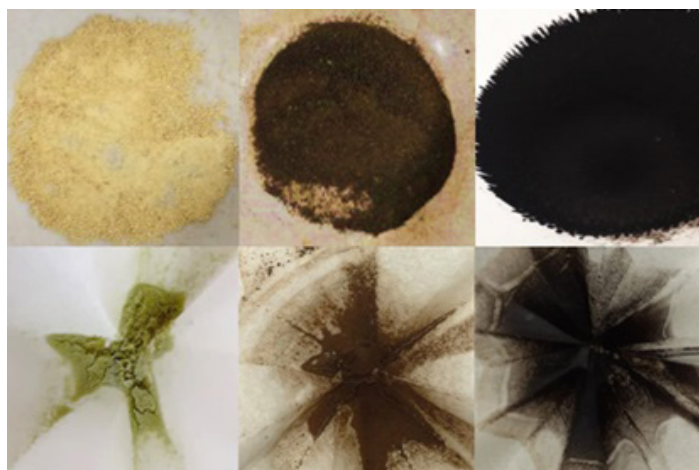


figura 13. Aspecto antes e depois da adsorção das micropartículas de quitosana, quitosana-magnetita e magnetita, respectivamente

#### 4.4 ANÁLISE DIMENSIONAL E ÍNDICE DE POLIDISPERSÃO

Através da Tabela 3, confirma-se a hipótese de que a produção das partículas resultou em associações de escala micrométrica, sendo a micropartícula de quitosana-magnetita a de menor diâmetro, desta forma fornecendo maior superfície de contato com a espécie a ser adsorvida.



tabela 3. Tamanho das partículas ( $\mu\text{m}$ ) e índice de polidispersão (IPD) das partículas antes e depois da adsorção

Leituras	Antes da adsorção de íons $\text{Ni}^{2+}$			Depois da adsorção de íons $\text{Ni}^{2+}$		
	Quitosana	Magnetita	Quitosana-magnetita	Quitosana	Magnetita	Quitosana-magnetita
1	1,525	1,421	1,006	3,646	1,439	1,031
2	1,410	1,349	1,210	4,337	1,501	1,214
3	1,364	1,460	0,719	4,222	1,437	1,123
Média	1,433 $\pm$ 0,083	1,410 $\pm$ 0,056	0,978 $\pm$ 0,247	4,068 $\pm$ 0,370	1,459 $\pm$ 0,036	1,123 $\pm$ 0,092
IPD	0,865 $\pm$ 0,073	0,576 $\pm$ 0,094	0,728 $\pm$ 0,102	1,000 $\pm$ 0,0	0,380 $\pm$ 0,196	0,563 $\pm$ 0,102

Tais dados do índice de polidispersão fornecem informações sobre a amplitude da distribuição de tamanho de uma população de partículas em uma amostra. Valores de índice de polidispersão maiores que 0,3 demonstram heterogeneidade entre os tamanhos das partículas. Diante disso, concluiu-se que as condições de realização do experimento, como pH, tempo, concentração da solução e combinação da mistura, influenciaram em uma menor estabilidade das partículas em suspensão, devido à repulsão eletrostática gerada (SOUZA, 2017).

Oposto a isso, no que concerne às partículas de magnetita, é possível averiguar um melhor grau de homogeneidade da distribuição dos tamanhos em virtude de seu arranjo, que é constituído por cristais com inúmeras e menores unidades estruturais, que estão distribuídas ordenadamente e se repetem tridimensionalmente, formando reticulados cristalinos (LEAL, 2006).

Após o processo de adsorção, os índices de polidispersão sofreram discretas alterações, possivelmente em razão de processos de agregação e desagregação de aglomerados devido à modificação da carga superficial com a adsorção de íons  $\text{Ni}^{2+}$ , desequilibrando as forças de atração e repulsão nesses aglomerados.

Ademais, após o processo de adsorção, todas as partículas tiveram seus tamanhos ampliados, sobretudo a quitosana, que praticamente triplicou de tamanho. Possivelmente, este fato ocorreu devido à alteração da carga superficial da partícula após a adsorção, fato que também acontece em seus poros, cujas forças de repulsão foram aumentadas, gerando uma expansão da partícula. Isso contribui para uma menor adsorção por obstruir sítios de adsorção em meio as partículas aglomeradas.





#### 4.5 POTENCIAL ZETA

As partículas em meio líquido apresentam duas camadas iônicas que as envolvem: a mais interna, em que os íons, chamados de íons determinantes do potencial, estão em contato com a fase sólida da partícula e, portanto, sob maior interação com a mesma; e a mais externa, chamada de camada difusa, em que os íons possuem cargas opostas as da camada anterior e estão sob menor interação com a partícula, podendo se cisalharem da mesma, quando em um campo elétrico, a partícula se movimenta, enquanto íons mais fortemente ligados a ela são movimentados como uma unidade (CHAVES, 2013).

Assim, o potencial presente no plano de cisalhamento que separa a partícula estável dos íons de menor interação é chamado de Potencial Zeta, que mede, portanto, a carga superficial da unidade da partícula (fase sólida + íons circundantes) (CHAVES, 2013).

Para as micropartículas produzidas, esperava-se que seus Potenciais Zeta fossem negativos, haja visto que a reação de reticulação da quitosana com 1,5-pentanodiol ocorre nos grupos amino da quitosana, os quais são responsáveis por sua carga positiva em seu estado natural, de modo que a quitosana reticulada apresenta carga negativa, o que se corrobora através de seus valores de Potencial Zeta, expostos na Figura 14.

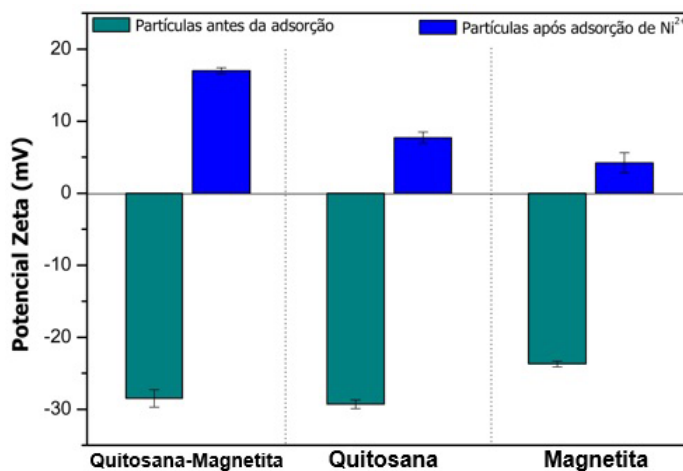


figura 14. Análise de Potencial Zeta das micropartículas antes e depois do contato com Ni<sup>2+</sup>

Contudo, após o processo de adsorção, pôde-se observar uma mudança da carga superficial das micropartículas de negativa para positiva, o que ratifica a ocorrência da adsorção, uma vez que a espécie adsorvida (Ni<sup>2+</sup>) é catiônica e, assim, responsável pelos novos valores de Potencial Zeta.

Assim, vale observar que, as micropartículas de quitosana-magnetita apresentaram o maior valor de Potencial Zeta após a adsorção, evidenciando, então, a maior quantidade de Ni<sup>2+</sup> adsorvido e, conseqüentemente, sua eficácia com relação às demais.



Como a espécie adsorvida possui carga positiva, e a adsorção ocorre por atração de cargas opostas entre os íons e as micropartículas, a micropartícula de quitosana-magnetita apresenta os melhores resultados, pois possui mais grupos negativos externos em relação às demais partículas. Tal fato pode ser explicado por uma provável organização de microcápsula, isto é, a magnetita é totalmente englobada pela quitosana que, por repulsão de cargas iguais, tem suas regiões negativas voltadas para o externo da partícula, enquanto suas regiões positivas (grupos aminos que não reagiram com o 1,5-pentanodiol) são voltadas para o lado interno da partícula, de frente com a micropartícula de magnetita em uma interação eletrostática, conforme indica a Figura 15. Com relação às micropartículas de quitosana, estas possuem sítios positivos e negativos que são aleatoriamente distribuídos entre a parede externa e interna da partícula, o que diminui as zonas de interação com o níquel e torna a adsorção menor.

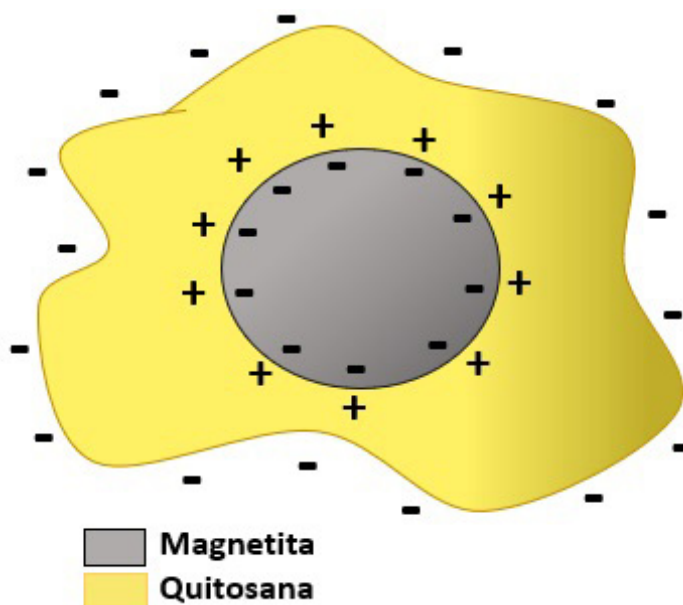


figura 15. Esquema representativo da micropartícula de quitosana-magnetita

Os resultados de Potencial Zeta para as micropartículas de quitosana e de quitosana-magnetita antes da adsorção mostram-se extremamente próximos, o que confirma a hipótese de formação de microcápsula, tendo em vista que a análise mede apenas a carga superficial e não interna e, deste modo, os resultados próximos das cargas demonstram que ambas as superfícies das partículas se constituem de quitosana. Após a adsorção, essas mesmas micropartículas apresentam valores divergentes para a análise, o que pode ser justificado pelo fato de este teste analisar estritamente a superfície da micropartícula, não alcançando a análise dos poros presentes no revestimento polimérico de quitosana.



Possivelmente são as cargas desses poros que atribuem uma maior eficiência às micropartículas de quitosana-magnetita em relação às outras, já que esta superfície porosa apresentará mais sítios negativos em que o íon adsorvido possa interagir.

#### 4.6 ENSAIOS DE DESSORÇÃO DE $\text{Ni}^{2+}$

Os ensaios de dessorção foram realizados apenas com as partículas de quitosana e quitosana-magnetita, pois a magnetita sofre desagregação e dissolução quando colocada em sistemas com agitação contínua por mais de 6 horas, como indica Ortiz *et al.* (2003). Dessa forma, os resultados obtidos estão apontados pela Figura 16, que indica a quantidade de  $\text{Ni}^{2+}$  dessorvido em miligrama de  $\text{Ni}^{2+}$  por grama de partícula.

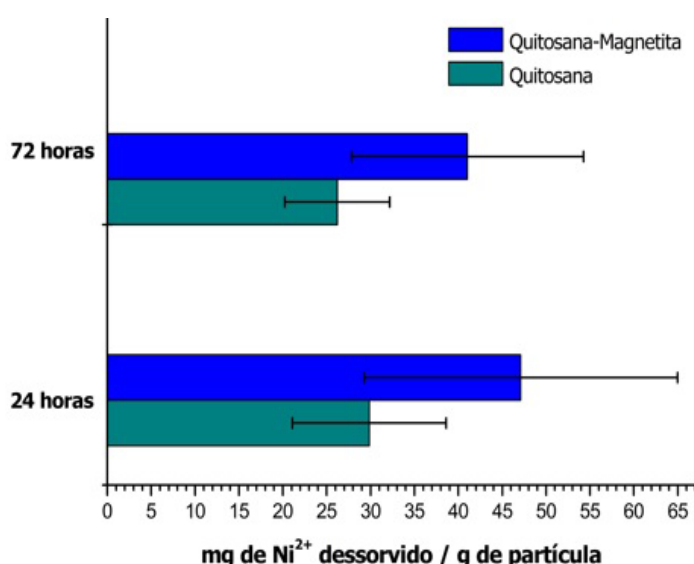


figura 16. Dessorção das micropartículas em 24 e 72 horas

Nota-se que, em 24 horas a partícula de quitosana dessorveu  $29,85 \pm 8,75$  mg de  $\text{Ni}^{2+}$  por grama de partícula, representando cerca de 65,80 %. Este valor é acima do encontrado para a partícula de quitosana-magnetita, que dessorveu  $47,11 \pm 17,87$  mg de  $\text{Ni}^{2+}$  por grama de partícula, valor correspondente a cerca de 58,54 %. Visto que a partícula de quitosana-magnetita adsorveu mais, esperava-se que o tempo para que ocorresse a dessorção do íon, na mesma extensão que ocorreu na partícula de quitosana, também fosse um pouco maior, o que demonstra concordância com os dados de adsorção. Porém, há discordância com os dados da literatura, que indicam dessorção de 90 % após contato com EDTA  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  por 24 horas (RANI *et al.*, 2020).

Conforme pode ser observado, a dessorção de ambas partículas se mostra maior no período de 24 horas do que em 72 horas, entretanto, também



pode ser observado um alto desvio padrão amostral, que pode ser explicado devido a interferências ao longo do procedimento, como a adesão das micropartículas à parede do tubo de ensaio que, conseqüentemente, não entraram em contato com o EDTA. Isto também dificultou a comparação da eficiência de dessorção entre as partículas, assim como justifica a divergência da extensão da dessorção em relação aos resultados obtidos por Rani *et al.* (2020), gerando a necessidade de futuros estudos sob controle mais rigoroso das variáveis do processo, dentre elas, a relação entre a massa de micropartículas e o volume de EDTA, uma vez que esta não foi especificada pela literatura para uma comparação confiável. Também, caberia um estudo mais aprofundado acerca da verificação do ponto de máxima dessorção, comportando menores intervalos de tempo, pois as micropartículas, atingido o seu ponto de máxima dessorção em um período, poderiam passar a adsorver novamente, havendo uma alternância entre adsorção e dessorção.

Por fim, vale ressaltar que após a dessorção, a solução com o complexo Ni-EDTA pode ser submetida ao processo de eletrólise, para obtenção do Ni<sup>0</sup>, sendo uma forma de separação e purificação do metal. Entretanto, avaliar as condições, viabilidade e parâmetros deste processo são perspectivas para futuros estudos.

## 5 CONCLUSÃO

Diante das problemáticas apresentadas e discutidas, concluiu-se que o método empregado é eficiente para a finalidade em questão, tendo em vista que a micropartícula magnética associada à quitosana reticulada adsorveu a maior quantidade de níquel (96,51 mg de Ni<sup>2+</sup> por grama de micropartícula) em comparação com as partículas constituídas apenas do polímero em questão ou somente de magnetita. A recuperação dos íons de Ni<sup>2+</sup>, por sua vez, mostrou-se possível, já que após 24 horas em contato com EDTA foi dessorvido 47,11 ± 17,87 mg de Ni<sup>2+</sup> por grama de partícula, sendo uma recuperação média de 58,54 %. Ademais, a vantagem do material magnético como método de separação comprovou-se eficaz durante todo o processo.

Portanto, este projeto possui grande relevância quanto as urgências ambientais e industriais decorrentes do novo quadro comercial mundial de níquel, posto que perante as conseqüências do futuro automobilístico iminente, se faz necessário a criação de métodos e tecnologias que recuperem o níquel já utilizado, entre os quais o uso de micropartículas mostra-se com um futuro promissor na recuperação de níquel e outros metais pesados.

Assim, dentre as perspectivas do trabalho, estão realizar mais análises de adsorção e dessorção em diversos intervalos de tempo no intuito de



verificar o momento exato do ápice destes processos. Espera-se também realizar diversos ciclos de adsorção-dessorção com a mesma micropartícula para avaliar quantos ciclos o adsorvente possibilita fazer sem diminuir sua capacidade adsorptiva. Além disso, pretende-se utilizar as micropartículas de quitosana-magnetita para a adsorção e recuperação de outros metais pesados, que também são de extrema importância para a sociedade atual e exigem responsabilidade ambiental sobre sua extração e descarte.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, V. V; CHAVES, S. A; BEZERRA, D. C; FOOK, M. V; COSTA, A. C. F. M. Quitina e Quitosana: aplicações como biomateriais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 2, n. 3, p. 27-34, 2007. Disponível em: [https://www2.ibb.unesp.br/Museu\\_Escola/4\\_diversidade/alimentacao/Textos/Quitina\\_Quitosana.pdf](https://www2.ibb.unesp.br/Museu_Escola/4_diversidade/alimentacao/Textos/Quitina_Quitosana.pdf). Acesso em: 31 maio 2021.
- ASSIS, O.; SILVA, V. Caracterização estrutural e da capacidade de absorção de água em filmes finos de quitosana processados em diversas concentrações. **Polímeros: Ciência e Tecnologia, São Carlos**, v. 13, n. 4, p. 223-228, dez. 2003. DOI <https://doi.org/10.1590/S0104-14282003000400006>. Acesso em: 15 maio 2019.
- BROCATO, J.; COSTA, M. Nickel Toxicity and Carcinogenesis. In: ZAMBLE, D.; ROWIŃSKA-ŻYREK, M; KOZŁOWSKI, H. (ed.). **The Biological Chemistry of Nickel**. London: Royal Society of Chemistry, 2017. p. 27-42. ISBN 978-1-78262-498-1.
- BURTON, M. Nickel Is New Headache for Automakers as Cobalt Fears Abate. **Bloomberg**, London, 24 July. 2018. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-07-24/nickel-is-new-headache-for-automakers-as-cobalt-fears-abate>. Acesso em: 1 maio 2019.
- CARPANI I.; SCAVETTA, E.; TONELLI, D. Spectrophotometric determination of aluminium and nickel. **Annali Di Chimica**, v. 94, n. 5-6, p. 365-372, May-June. 2004. DOI <https://doi.org/10.1002/adic.200490046>. Acesso em: 15 maio 2019.
- CHAVES, L. **Nanopartículas de quitosana e carragenanas: produção, caracterização e avaliação preliminar como sistema de liberação controlada de 5-fluorouracil**. 2013. 136 p. Tese (Doutorado em Bioquímica) - Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2013.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008**. Diário Oficial da União, n. 66, 7 abr. 2008, p. 68-69.



- DENKHAUS, E; SALNIKOW, K. Nickel essentiality, toxicity, and carcinogenicity. **Critical Reviews in Oncology/Hematology**, v. 42, n. 1, p. 35-56, Apr. 2002. [https://doi.org/10.1016/s1040-8428\(01\)00214-1](https://doi.org/10.1016/s1040-8428(01)00214-1)
- DIMA, J. B; SEQUEIROS, C; ZARITZKY, N. E. Hexavalent chromium removal in contaminated water using reticulated chitosan micro/nanoparticles from seafood processing wastes. **Chemosphere**, v. 141, p. 100 - 111, dez. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.06.030>
- FATIBELLO-FILHO, O. et al. Desenvolvimento de um método empregando quitosana para remoção de íons metálicos de águas residuárias. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 879-884, jul./ago., 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000400022>
- FILIPEK, T.; HARASIM P.; Nickel in the environment. **Journal of Elementology**. Olsztyn, v. 20, n. 2, p. 525-534, 2015. <http://dx.doi.org/10.5601/jelem.2014.19.3.651>.
- GONSALVES, A. d; ARAÚJO, C. R; SOARES, N. A; GOULART, M. O; ABREU, F. C. Diferentes estratégias para a reticulação de quitosana. **Química Nova**, v. 34, n. 7, p. 1215-1223. 1 abril 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/k3GqvpJJx4jqmNzNQZQV3Mw/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 29 abr. 2021.
- GUIBAL, E. Interactions of metal ions with chitosan-based sorbents: a review. **Separation and purification technology**, v. 38, p. 43-74. 15 July. 2004. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2003.10.004>
- HENRIQUES, A. **Caracterização e estudo das propriedades eletrocinéticas dos minerais de ferro: hematita, goethita e magnetita**. 2012. 208 p. Tese (Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2012.
- HRITCU, D.; DODI, G.; POPA, M. Heavy Metal Ions Adsorption on Chitosan-Magnetite Microspheres. **International Review of Chemical Engineering (I.RE.CH.E.)**, v. 4, n. 3, p. 364-368, 2012. ISSN 2035-1755. Disponível em: [http://www.hristov.com/jordan/pdfs/Heavy%20Metal%20Ions%20Adsorption%20on%20Chitosan-Magnetite%20Microspheres-IRECHE\\_VOL\\_4\\_N\\_3-17.pdf](http://www.hristov.com/jordan/pdfs/Heavy%20Metal%20Ions%20Adsorption%20on%20Chitosan-Magnetite%20Microspheres-IRECHE_VOL_4_N_3-17.pdf). Acesso em: 15 maio 2019.
- INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Rio de Janeiro (Estado). Perez, I.; Corrêa, R.; Pires, J. (org.). **Galvanoplastia: Orientações para o controle ambiental**. 2. ed. Rio de Janeiro: INEA, 2014.



- JIMÉNEZ, V. A.; HERNÁNDEZ-MONTOYA, V.; RAMÍREZ-MONTOYA, L. A.; CASTILLO-BORJA, F.; TOVAR-GÓMEZ, R.; MONTES-MORÁN, M. A. Adsorption of impurities from nickel-plating baths using commercial sorbents to reduce wastewater discharges. **Journal of Environmental Management**, v. 284, 15 abril 2021. <https://doi-org.ez69.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.jenvman.2021.112024>
- LEAL, R. **Estudo da magnetita como material adsorvedor de íons uranilo**. 2006. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Autarquia associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- LUK, C. *et al.* A Comprehensive Study on Adsorption Behaviour of Direct, Reactive and Acid Dyes on Crosslinked and Non-crosslinked Chitosan Bead<<https://search.proquest.com/docview/2309268276?accountid=14643>>s. **Journal of Fiber Bioengineering and Informatics**, v. 7, n. 1, p 35-52, July. 2014. <https://doi.org/10.3993/jfbi03201404>
- MATTÉ, G.; ROSA, S. A tecnologia da microencapsulação através das microesferas de quitosana. **Revista Ibero-americana de Polímeros**, [s. l.], v. 14, n. 5, p. 206-219, ago. 2013. Disponível em: <https://reviberpol.files.wordpress.com/2019/07/2013-matte.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2019.
- MUNHOZ, L. The Brazilian Brumadinho Mining Disaster: Environmental Regulation on Debate. **Natural Resources & Environment**, Chicago, v. 34, ed. 2, p. 37-41, 2019.
- NOOROOZI, B; SORIAL, G. A. Applicable models for multi-component adsorption of dyes: A review. **Journal of environmental sciences**, v. 25, p. 419 - 429. 1 março 2013. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez69.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1001074212601946?via%3Dihub>. Acesso em: 29 maio 2021.
- ORTIZ, N. *et al.* Estudo da estabilidade química da magnetita utilizada como adsorvedor na remoção de compostos orgânicos de soluções. **Cerâmica**, São Paulo, v. 49, n. 312, p. 216-222, dez. 2003. <https://doi.org/10.1590/S0366-69132003000400004>
- RANI, P.; JOHAR, R.; JASSAL, P. Adsorption of nickel (II) ions from wastewater using glutaraldehyde cross-linked magnetic chitosan beads: isotherm, kinetics and thermodynamics. **Water Science e Technology**, v. 82, ed. 10, p. 2193-2002, 15 nov. 2020. <https://doi.org/10.2166/wst.2020.459>. ]
- RIBEIRO, K.; RODRIGUES, S. Uso de Zeólitas na Redução do Teor do Cátion Níquel de Efluentes Galvânicos. **Cerâmica Industrial**, p. 42 - 46, dez. de 2010. Disponível em: <http://host-article-assets.s3.amazonaws.com/ci/587657447f8c9d6e028b4797/fulltext.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2021



ROLIM, A. *et al.* Arcabouços de Quitosana - Propriedades Físico-Químicas e Biológicas para o Reparo Ósseo. **Revista Virtual de Química**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 211-228, abr. 2018. <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20180018>

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. 1. ed. São Paulo: Edipro, 2016. 160 p.

SOBREIRA, T. G.; SILVA, L. A.; MENEZES, F. D.; FRANÇA, E. J.; AQUINO, K. A. Aspectos estruturais de esferas de quitosana/PVA reticuladas com glutaraldeído submetidas a diferentes tratamentos térmicos. **Química Nova**, v. XY, n. 00, p. 1 - 7, 20 agosto 2020. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/AR2020-0211.pdf> Acesso em: 28 maio 2021.

SOUZA, J. R. **Estudo da desacetilação da quitosana e obtenção de suas nanopartículas para aplicação em Engenharia de Tecidos**. 2017. 144 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 2017.

TOMÁ, H.; SILVA, D.; CONDOMITTI, U. **Nanotecnologia Experimental**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2016. 168 p.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Mineral Commodity Summaries 2019**. Reston, U.S. Geological Survey, 2019. *E-book* (200 p.). DOI <https://doi.org/10.3133/70202434>. Disponível em: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries>. Acesso em: 20 maio 2019.

VALENTINI, A; LARANJEIRA, M. C; FIORI, S; FÁVERE, V. T; KLUG, M. Processo alternativo para remoção de cobre (II) e níquel (II) de soluções aquosas utilizando cápsulas de quitosana - Álcool Polivinílico. **Química Nova**, v. 29, p. 12-15. fev. 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/5pftCP7vGzSbLj3N-QkTt7WF/?lang=pt>. Acesso em: 29 maio 2021.

VIEIRA, R. **Adsorção competitiva dos íons cobre e mercúrio em membranas de quitosana natural e reticulada**. 2008. 162 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Estadual De Campinas, Campinas, São Paulo, 2008.

VINHAL-FREITAS, I. *et al.* Adsorção e dessorção de metais no solo e coeficientes de isotermas de Freundlich e Langmuir. **Agropecuária Técnica**, [s. l.], v. 31, n. 2, p. 153-163, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/at/article/view/4516>. Acesso em: 10 abr. 2019.

YUREKLI, Y. Remoção de metais pesados em águas residuais usando membranas de polissulfona impregnadas de nanopartículas de zeólita. **Journal of Hazardous Materials**. v. 309, p. 53-64, 15 de maio de 2016. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez69.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0304389416300644>. Acesso em: 23 maio 2021.





#### **ISADORA FERRER DO NASCIMENTO**

Formada no Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química pela Escola Técnica Estadual Irmã Agostina (2017-2019). Participou da III Semana de Ciência, Educação e Tecnologia Junior do Instituto Federal de São Paulo (2019). Atualmente é graduanda em Química pela Universidade Federal de São Paulo.

#### **IZABELLY FELIPE SANTOS**

Formada no Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química pela Escola Técnica Estadual Irmã Agostina (2017-2019). Participou da III Semana de Ciência, Educação e Tecnologia Junior do Instituto Federal de São Paulo (2019). Atualmente é graduanda em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo.

#### **MARCOS VINÍCIUS CAETANO**

Formado no Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química pela Escola Técnica Estadual Irmã Agostina (2017-2019). Participou da III Semana de Ciência, Educação e Tecnologia Junior do Instituto Federal de São Paulo (2019) e foi finalista nacional do Prêmio Jovem da Água de Estocolmo (2020). Atualmente é graduando em Ciências Fundamentais para a Saúde na Universidade de São Paulo.

#### **VICTÓRIA CAVALCANTE SOUSA**

Formada no Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química pela Escola Técnica Estadual Irmã Agostina (2017-2019). Participou da III Semana de Ciência, Educação e Tecnologia Junior do Instituto Federal de São Paulo (2019) e foi finalista nacional do Prêmio Jovem da Água de Estocolmo (2020). Atualmente é graduanda em Farmácia pela Universidade de São Paulo.

#### **KLAUSS ENGELMANN**

Bacharel e Licenciado em Química pelo Centro de Ciências e Humanidades da Universidade Presbiteriana Mackenzie (2008) e Técnico em Química pela Escola Técnica Walter Belian (2002). Mestre em Ciências – Tecnologia Nuclear/ Materiais pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/USP (2013). Doutor em Biologia Molecular pela Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina - UNIFESP/EPM (2018). Atualmente é Professor do curso Técnico em Química no Centro Paula Souza (ETEC Irmã Agostina). Com experiência em Química, com foco em Nanotecnologia, Polímeros, Química Analítica e Bioquímica.

**Contribuição de autoria.** Isadora Ferrer do Nascimento, Izabelly Felipe Santos, Marcos Vinícius Caetano e Victória Cavalcante Sousa participaram da elaboração do estudo, da investigação de dados, do levantamento bibliográfico e da redação do artigo. Klaus Engelmann orientou todas as etapas e participou da revisão final e da edição do artigo.



submetido  
29.07.2020  
reapresentado  
19.07.2021  
aprovado  
10.09.2021

**Agradecimentos.** A Lais Andrade, por sua contribuição fundamental ao desenvolvimento deste trabalho; à Escola Técnica Estadual Irmã Agostina (ETEC Irmã Agostina) pela infraestrutura e recursos fornecidos, assim como a todo o corpo docente do curso Técnico em Química, em especial às professoras Dra. Aline Alves Ramos e Thais Taciano dos Santos pelo auxílio durante toda execução deste estudo. Por fim, ao Departamento de Biofísica da Escola Paulista de Medicina (EPM) da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) por nos conceder o uso de seus laboratórios e equipamentos para análises específicas.

**Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

## ANÁLISE DIAGNÓSTICA DO SISTEMA ZEER POT PARA O APRIMORAMENTO DA EFICÁCIA DE EVAPORAÇÃO

**PEDRO KLEINSCHMITT KRAUSE** 

*Colégio Novaescola, Campo Grande, MS, Brasil, 79032261,*

*pedrokrausec@gmail.com*

**WANGHLEY SOARES MARTINS** 

*Watson Institute, Boulder, CO, Estados Unidos, 80302,*

*wanghley.soares@watson.is*

### RESUMO

Os sistemas de refrigeração, em sua maioria, são equipamentos de alto custo cujo funcionamento depende do uso de energia elétrica, o que leva à sua inacessibilidade para cerca de um bilhão de pessoas ao redor do mundo. O presente trabalho objetiva o aprimoramento do sistema *Zeer Pot* ou *Pot-in-Pot*, um sistema de refrigeração de baixo custo composto por vasos de cerâmica e por areia, dependente da evaporação do líquido nele inserido para sua eficiência. Na metodologia foram utilizados diferentes granulações de areia por vias experimentais e teóricas em simulações computacionais, assim como pelo apontamento de modelos com maior área superficial, visando propor alternativas para o aumento da evaporação do sistema. Nos resultados constatou-se a possibilidade de aprimoramento do sistema a partir do controle do nível de água e do aumento da área superficial em até 26,4%, aumentando o potencial de evaporação, dissipação de calor e, conseqüentemente, conservação de alimentos.

**Palavras-chave:** Zeer pot. Pot-in-Pot. Evaporação. Índice de compactação. Análise de dados.

### DIAGNOSTIC ANALYSIS OF THE ZEER POT SYSTEM FOR IMPROVING EVAPORATION EFFECTIVENESS

#### ABSTRACT

Most refrigeration systems are expensive equipment whose operation depends on the use of electricity,



which leads to their inaccessibility for about a billion people around the world. The present work aims to improve the *Zeer Pot* or *Pot-in-Pot* system, a low-cost cooling system composed of ceramic vessels and sand, dependent on the evaporation of the liquid inserted in it for its efficiency. As for the methodology, different sand granulations are used by experimental and theoretical means in computer simulations, as well as by pointing models with greater surface area, aiming to propose alternatives for increasing the evaporation of the system. Thus, it is possible to improve the system by controlling the water level and increasing the surface area up to 26.4%, increasing the potential for evaporation, heat dissipation and, consequently, food preservation.

**Keywords:** Zeer pot. Pot-in-Pot. Evaporation. Packing density. Data analysis.

## INTRODUÇÃO

Apesar do desenvolvimento de tecnologias voltadas à melhor preservação e refrigeração de alimentos e produtos, tais dispositivos permanecem, em sua maioria, dependentes de fontes elétricas de alimentação, condições essas inviabilizadas em regiões periféricas e populações de baixa renda, prejudicando a qualidade de vida dessas comunidades tanto na sua alimentação quanto na saúde (*Sustainable Energy for All*, 2019). Ratificando essa situação, o relatório publicado pela organização *Sustainable Energy for All (2020)* demonstra que cerca de 1 bilhão de pessoas, em regiões urbanas e rurais, não possuem acesso adequado à refrigeração, encontrando-se em situação de alto risco neste contexto.

Em vista de tais adversidades, o professor nigeriano Mohammed Bah Abba desenvolveu o sistema de refrigeração a baixo custo *Zeer Pot* ou *Pot-in-Pot*. Desenvolvido em 1995, esse dispositivo funciona através da evaporação do líquido nele inserido, com o uso de materiais de fácil acesso. Nesse contexto, o sistema consiste em dois potes de cerâmica de medidas (escalas) diferentes, estando o menor na região interna do maior e areia úmida na área entre ambos. Devido à estrutura porosa da cerâmica, o líquido contido na areia se infiltra pelo material, absorvendo no processo o calor interno do vaso e evaporando ao atingir a superfície externa, levando à redução da temperatura interna, que é mantida e auxiliada pela cobertura de um pano úmido na parte superior (ROLEX, 2000).

Dessa maneira, o sistema *Zeer Pot* tem sua eficiência dependente das condições externas, tais como temperatura e umidade relativa do ar (ODESOLA; ONYEBUCHI, 2009), e de fatores internos associados à sua estrutura (NUAYED, 2017), tais como o material utilizado no espaço entre os vasos de cerâmica (DUTT; GOWDA, 2015), possibilitando a alteração da



eficácia do sistema variando tais características.

Logo, o presente trabalho tem por objetivo aprimorar o sistema *Zeer Pot* por meio da melhora de sua taxa de evaporação e alteração da granulação da areia interna a fim de permitir quantidades ideais de água no sistema, tendo em vista que o volume disponível para a inserção de líquido no *Zeer Pot* está, também, associado ao índice de compactação do material interno. Tal abordagem tem por propósito, principalmente, verificar a redução do grau de compactação da areia que pode, *a priori*, comportar um volume de água superior ao convencional ao aumentar os espaços vazios entre as partículas do material.

Tendo isso em vista, o objetivo deste trabalho é aprimorar a eficiência de refrigeração do sistema *Zeer Pot* por meio da utilização de diferentes granulações de areia e formatos de recipiente para o sistema. Como objetivos específicos, elenca-se:

- Estabelecer a densidade absoluta e aparente das granulações de areias do tipo fina, média e grossa, a fim de determinar seus respectivos índices de compactação;
- Determinar a taxa de evaporação média do sistema *Zeer Pot*, com o uso das granulações de areia utilizadas, em ambiente externo;
- Determinar o tempo de conservação de amostras de alface (*Lactuca sativa*) no interior do sistema *Zeer Pot*;
- Determinar a variação do grau de compactação do material granulado no interior do sistema *Zeer Pot* conforme o diâmetro das partículas utilizadas a partir de simulações computacionais;
- Determinar a variação do grau de compactação do material granulado no interior do sistema *Zeer Pot* conforme o tipo de recipiente ou vaso utilizado por meio de simulações computacionais;
- Definir a área superficial de cada modelo do vaso utilizado nas simulações computacionais.

## **METODOLOGIA**

Para a execução do trabalho, as experimentações e análises foram separadas em 4 etapas conforme seu respectivo enfoque: (1) Determinação da densidade absoluta e aparente do material granulado no interior do *Zeer Pot*; (2) Determinação da taxa de evaporação do sistema *Zeer Pot*; (3) Análise da conservação de *Lactuca sativa* (alface); e (4) Análise da compactação de partículas e área superficial dos recipientes em simulação. Nesse sentido, as etapas encontram-se descritas a seguir.

### **DETERMINAÇÃO DAS DENSIDADES ABSOLUTA E APARENTE**



De acordo com Abu-Lebdeh et al. (2019), denomina-se como índice ou grau de compactação ( $\eta$ ) de um material granulado como sendo a razão entre o seu volume absoluto ( $V_{abs}$ ), ocupado pelo material, e seu volume aparente ( $V_{ap}$ ), que leva em consideração os espaços vazios entre as partículas do material, isto é, a razão entre sua densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ) e absoluta ( $\rho_{abs}$ ), conforme Equação (1).

$$\eta = \frac{\rho_{ap}}{\rho_{abs}} \quad (1)$$

Além disso, o módulo de finura (MF) de um agregado, utilizado para a caracterização das areias neste trabalho, é definido conforme Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003 como a soma das porcentagens retidas acumuladas em massa de um agregado, nas peneiras da série normal, dividida por 100.

A fim de realizar o cálculo do índice de compactação das areias utilizadas, sendo estas do tipo fina (MF 1,54), média (MF 1,70) e grossa (MF 2,30), determinou-se o valor de suas respectivas densidades estabelecendo-se a razão entre sua massa e seu volume. Para isso, ao menos 5 experimentos foram realizados para cada tipo de densidade das areias por meio do método de deslocamento de água, fazendo-se uso da balança *Mini Digital Platformscale* do tipo I-2000 com capacidade máxima de 500g e resolução de 0,01g, de proveta da marca *Phox*<sup>®</sup> com capacidade de 250±2ml calibrada à 20°C, um recipiente para a transferência de água e um recipiente para a de areia, e um sensor termo-higrômetro *Incoterm*<sup>®</sup> (7666.02.0.00). Os experimentos foram conduzidos à temperatura de uso da proveta (20±1°C), umidade relativa de 50±5%, em ambiente fechado sem fluxo perceptível de ar, prevenindo interferências no funcionamento da balança, e com as areias secas, evitando-se o fenômeno de inchamento do agregado miúdo.

Para a determinação da densidade absoluta, a espécie de areia utilizada foi coletada por meio de um dos recipientes de transferência, tendo sua massa inicial ( $m_i$ ) mensurada. A proveta foi preenchida com um volume inicial ( $V_i$ ) de água (100ml) com auxílio de outro recipiente. A utilização do recipiente de transferência para a água objetiva que o líquido possua a temperatura do ambiente de experimentação, visto que nele o recipiente foi deixado em repouso até a estabilização de sua temperatura. Em seguida, a areia é distribuída no interior da proveta, até que atinja o nível de 250ml, e a massa final ( $m_f$ ) do recipiente é mensurada. Dessa forma, a areia presente na proveta possui uma massa de valor igual à variação da massa do recipiente de transferência, e o deslocamento do volume equivalente à variação do volume mensurado pela proveta. Assim, pela definição de densidade (MAZALI, 2020), a densidade absoluta é então determinada pela Equação (2):



$$\rho_{\text{rel}} = \frac{m_f - m_i}{250 \text{ ml} - V_i} \quad (2)$$

Nesse aspecto, para a determinação da densidade aparente, o tipo de areia utilizada é coletado pelo recipiente de transferência, e sua massa inicial ( $M_i$ ) mensurada. Após essa etapa, a areia é despejada no interior da proveta até o nível de 250ml, sendo submetida à vibração e agitação manual por 60 segundos em sentido horizontal e vertical para maior compactação do material. Visto que a compactação reduz o volume aparente, mais material é despejado na proveta até o nível de 250ml. Tal processo é repetido até o momento em que o aumento da compactação não é mais perceptível. Neste ponto, a massa final ( $M_f$ ) do recipiente com areia é mensurada. Nesse sentido, a densidade aparente, de modo equivalente ao cálculo da densidade absoluta, é dada pela Equação (3):

$$\rho_{\text{ap}} = \frac{M_f - M_i}{250 \text{ ml}} \quad (3)$$

De forma a efetuar o cálculo do erro da densidade com base nos dados obtidos em cada experimento, utilizou-se a raiz quadrada do erro médio ( $S$ ), em conformidade com Holmes (2004), descrito pela Equação (4):

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x_i)^2}{n}} \quad (4)$$

Em que  $x_i$  é um dos valores obtidos para a densidade nas experimentações,  $\bar{x}$  a média de tais densidades, e  $n$  o número de experimentos efetuados ou densidades obtidas.

Para a propagação do erro no cálculo do índice de compactação, utilizou-se a fórmula de incerteza padrão combinada (GALLAS, 2004), resultando na seguinte pela Equação (5):

$$\sigma_{\eta} = \frac{\sqrt{\sigma_{\text{ap}}^2 + (\eta \cdot \sigma_{\text{abs}})^2}}{\rho_{\text{abs}}} \quad (5)$$

Em que  $\sigma_{\eta}$  é a incerteza do grau de compactação,  $\sigma_{\text{ap}}$  a incerteza da densidade aparente e  $\sigma_{\text{abs}}$  a da densidade absoluta.

#### DETERMINAÇÃO DA TAXA DE EVAPORAÇÃO NO SISTEMA ZEER POT

Três vasos de cerâmica pequenos e grandes de mesmo modelo foram adquiridos em floricultura local para a montagem manual de três sistemas



*Zeer Pot* (Figura 1), cada um com uma espécie diferente de areia, sendo o primeiro com granulação fina (MF 1,54), o segundo com granulação média (MF 1,70) e o terceiro, grossa (MF 2,30). Os três foram posicionados ao ar livre equidistantes entre si, sem contato direto com a luz solar, e preenchidos inicialmente com água na capacidade máxima da areia (843ml para a areia fina, 863ml para a média, e 865ml para a grossa). Suas massas foram registradas diariamente em intervalos médios de 4 horas, e a variação delas caracterizadas como sendo a taxa de evaporação dos *Zeer Pots*, visto que outros fatores não foram relevantes para a redução da massa. Tal medição da massa foi realizada com o uso de uma balança digital do tipo SF-400, com capacidade máxima de 10kg e resolução de 1g. Ademais, o reabastecimento de cada sistema ocorreu, em média, a cada 2 dias, em que eram novamente reabastecidos até a capacidade completa da areia.



figura 1. Fotografia dos sistemas de *Zeer Pot* utilizados.

#### ANÁLISE DA CONSERVAÇÃO DE LACTUCA SATIVA (ALFACE)

As verificações referentes à conservação de alface deram-se ao longo do tempo, com três amostras separadas para os *Zeer Pots* (Figura 2), todas no interior de um copo de poliestireno para evitar o contato direto com a cerâmica úmida do sistema. A classificação da qualidade das alfaces ocorreu por via qualitativa e organoléptica, sendo separada em 5 categorias: ótimo (5), bom (4), mediano (3), ruim (2), impróprio (1).





figura 2. Fotografias das condições iniciais das alfaces nos Zeer Pots de areia, fina, média e grossa, respectivamente.



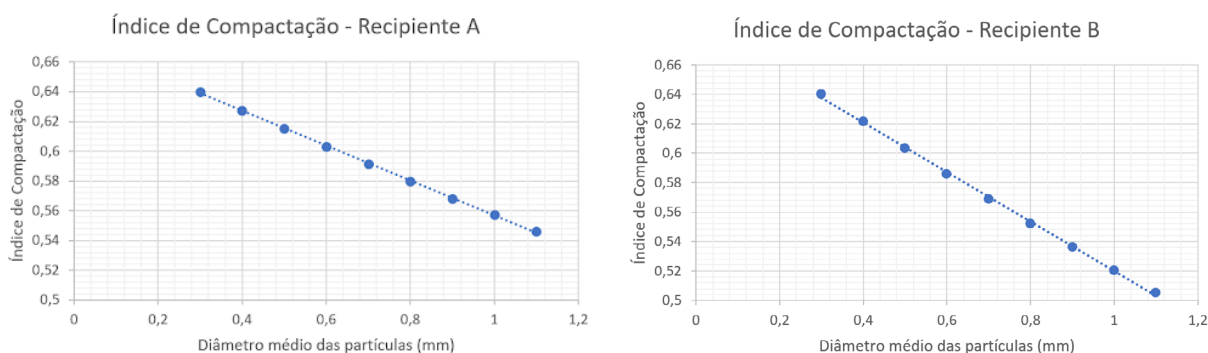
## ANÁLISE DA COMPACTAÇÃO DE PARTÍCULAS E ÁREA SUPERFICIAL DOS RECIPIENTES EM SIMULAÇÃO

Para as simulações computacionais, utilizou-se o software *Blender 2.82* (BLENDER, 2020), com a adição do *Molecular Script* e *3D-Print Toolbox*, para a simulação efetiva de quantidades significativas de partículas e a visualização do volume e área de objetos, respectivamente. Dessa forma, torna-se possível a contagem das partículas ( $n$ ) e a mensuração exata do volume ( $V_p$ ) destas e dos recipientes utilizados ( $V_{ap}$ ), viabilizando a determinação das densidades aparentes e absolutas para cada tamanho de partícula e, por conseguinte, seu índice de compactação em cada recipiente usado, conforme Equação (6).

$$\eta = \frac{n \cdot V_p}{V_{ap}} \quad (6)$$

Nesse sentido, tem-se em vista o uso de partículas de diâmetros entre 0,125mm e 2mm, com espaçamentos de 0,1mm, a partir da escala *Udden-Wentworth* para o padrão de areia fina à grossa (BLAIR, 1999). Além disso, objetiva-se a modelagem de três vasos/recipientes de diferentes formatos, mas de dimensões iguais e compatíveis com Rinker (2014), buscando-se apontar o índice de compactação das partículas no intervalo mencionado para cada recipiente, assim como verificar aquele com maior área superficial, conforme simulação de compactação na Figura 3.

figura 3. Exemplo de gráficos para o índice de compactação conforme diâmetro da partícula e recipiente.



## ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

De forma a validar e analisar os dados coletados nas etapas citadas anteriormente, foram utilizadas técnicas de análise e ciência de dados para a



extração de resultados quantitativos das informações obtidas. Para isso, a primeira etapa desse processo consiste na mineração, padronização e preparação dos dados coletados de forma a gerar uma base de dados de fácil entendimento e compreensão, gerando um quadro de dados de nove dimensões, sendo: Data e hora da coleta, Tipo de granulação da areia utilizada (dividido em 1. fina, 2. média e 3. grossa), massa (g) do sistema, volume de líquido (mL) no sistema, taxa de evaporação (mL), temperatura ambiente (°C), umidade relativa (%) e compactação da areia no sistema, conforme na Tabela 1.

<b>Data e hora</b>	09/07/20 10:30	10/07/2020 13:15	...
<b>Tipo</b>	1	2	...
<b>Massa (g)</b>	6440	6778	...
<b>Volume líquido (mL)</b>	814,50	922,00	...
<b>Evaporação (mL)</b>	0	-43	...
<b>Temperatura (°C)</b>	17,1	26,95	...
<b>Umidade (%)</b>	62	55	...
<b>Conservação</b>	Ótimo	N/A <sup>1</sup>	...
<b>Compactação</b>	0,664628	0,677434	...

tabela 1. Quadro de dados minerados e padronizados.

Os dados obtidos, conforme as metodologias supracitadas, foram analisados com o auxílio da linguagem de programação *Python*, utilizando a metodologia *Z-score* para o cálculo estatístico do número de desvios padrão acima ou abaixo da média da população baseado na distribuição normal dos dados. Nesse sentido, fez-se uso das bibliotecas *SciPy*, para ciência de dados e tratamento de sinais digitais, *Numpy*, para a realização de cálculos matemáticos, *Pandas*, para manipulação e análise estatística, e *Matplotlib* e *Seaborn* para a geração de gráficos e plotagens.

Dessa forma, gerou-se a matriz de correlação entre os dados, assim como a produção dos gráficos de dispersão e de linhas para relacionar a taxa de evaporação, compactação e volume líquido associados aos sistemas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### DENSIDADE ABSOLUTA E APARENTE

Por meio da coleta e tratamento dos dados, todas as areias tiveram suas

<sup>1</sup> Não se aplica



densidades aparentes e absolutas determinadas, bem como seus índices de compactação, conforme evidenciado na Tabela 2.

Tipo de areia	Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Densidade absoluta (g/cm <sup>3</sup> )	Índice de compactação (%)	Quantidade de experimentos realizados
Areia fina	1,726±0,007	2,60±0,01	66,5±0,4%	12
Areia média	1,770±0,006	2,61±0,02	67,7±0,7%	14
Areia grossa	1,718±0,006	2,625±0,006	65,4±0,3%	11

tabela 2. Dados experimentais de compactação e densidades das areias.

Observa-se uma maior compactação da areia fina em relação à grossa, dentro das expectativas iniciais. Entretanto, a areia média apresentou-se com um grau de compactação superior ao de ambas, divergindo dos resultados esperados. Nesse sentido, acredita-se que ela, possuindo uma composição variável de partículas grossas e finas, teve uma presença notável de partículas de diâmetro inferior à média da areia fina utilizada, preenchendo os vazios entre as partículas de maneira mais efetiva. Tal hipótese é ratificada pela compactação da areia grossa, que, mesmo também possuindo composição variável, não possuía partículas que fossem perceptivelmente menores que as da areia fina, possivelmente resultando em sua compactação menor.

#### TAXA DE EVAPORAÇÃO

A matriz de correlação evidenciou uma perceptível relação entre a evaporação e o volume líquido presente no sistema de modo inesperado, apontando uma relação inversamente proporcional entre ambos ao exibir um índice de correlação negativo. Além disso, os dados obtidos entre o índice de compactação e a evaporação não se demonstraram suficientemente significativos, apresentando um índice de correlação de -0,02, fato este compatível com a baixa variação da compactação entre as areias.

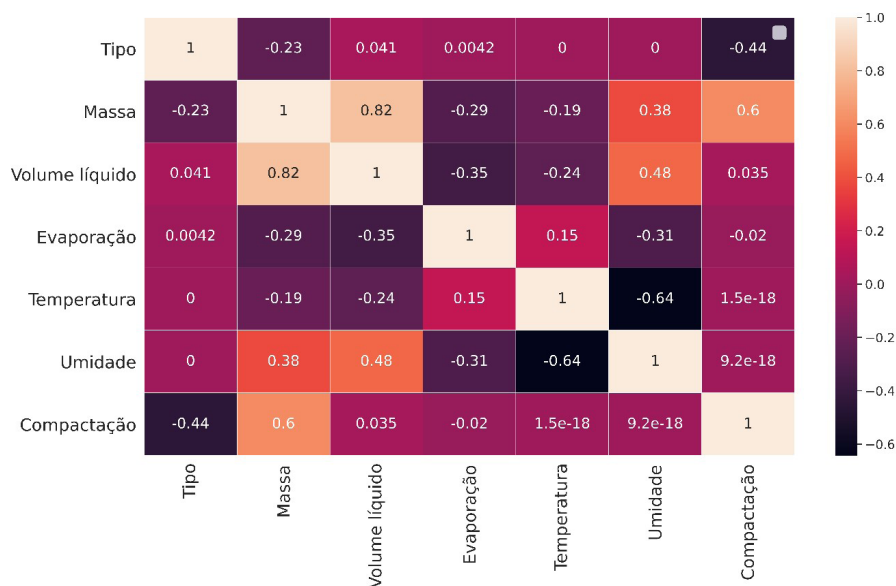


figura 4. Matriz de correlação dos dados obtidos.

Nesse sentido, seguiu-se então a análise dos outros gráficos de linhas e de dispersão produzidos.

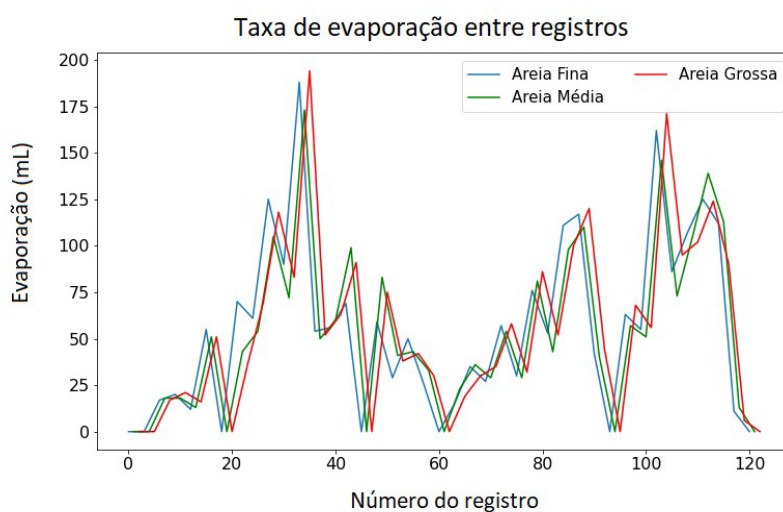


figura 5. Taxa de evaporação conforme os registros.

Na Figura 5, constata-se que os comportamentos da evaporação foram significativamente similares, sem distinções relevantes dentro dos dados observados, indicando mínima variação com o aumento da granulação das areias, cujo desvio padrão foi de aproximadamente 0,01 em suas compactações.

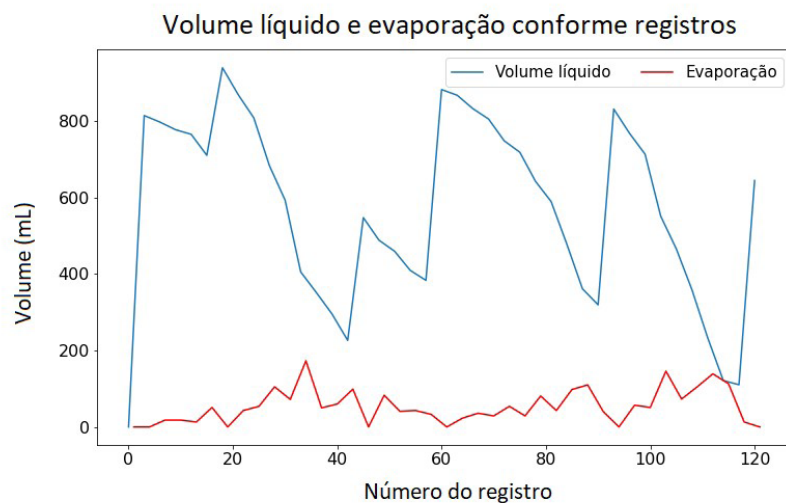


figura 6. Taxa de evaporação e volume líquido dos Zeer Pots conforme os registros.

Verifica-se pelos dados demonstrados na Figura 6 que a evaporação e o volume líquido seguem padrão similar, entretanto, defasado. Nesse sentido, observa-se decaimento na evaporação nos picos de volume líquido, momentos em que os sistemas foram reabastecidos com água. Após tais abastecimentos, evidencia-se que a evaporação torna a elevar-se somente quando o volume líquido torna a atingir a faixa entre 362 ml e 577 ml, isto é, cerca de 42% a 67% da capacidade máxima de líquido dos *Zeer Pots*, indicando a possibilidade de ponto ótimo em tal valor.

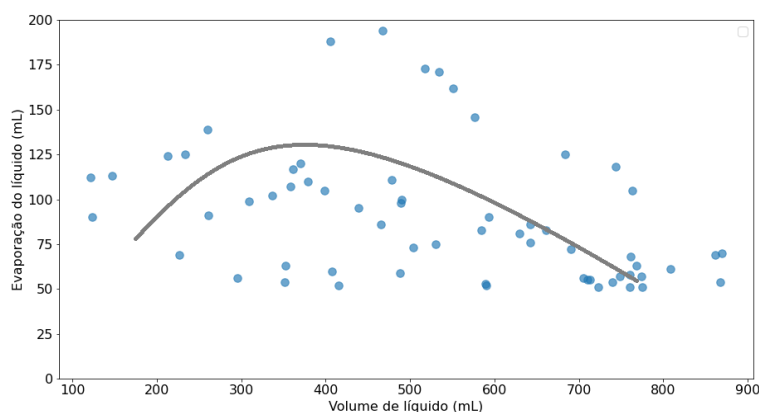


figura 7. Gráfico de dispersão da taxa de evaporação em função do volume líquido (mL).

Por meio do gráfico de dispersão apresentado na Figura 7, evidencia-se a ratificação dos resultados anteriormente abordados, em que a taxa de evaporação se concentra em valores menores conforme o aumento significativo do volume líquido, e em maiores no intervalo entre 300 ml e 500 ml, tal como observado na curva de tendência. Assim, tal intervalo encontra-se entre 35% e 58% da capacidade máxima de líquido nos *Zeer Pots*.



Dessa forma, os dados revelam-se divergentes das expectativas, tornando perceptível a pouca mudança na taxa de evaporação para pequenas alterações na compactação, mas a relevância notável do volume de água para ela.

#### ANÁLISE DA CONSERVAÇÃO DE LACTUCA SATIVA (ALFACE)

As amostras de alface foram analisadas periodicamente, suas qualidades registradas e apresentadas na Tabela 3. A amostra de controle, ao ar livre, demonstrou-se imprópria para consumo após 1,5 dias.

Tipo de areia para conservação da <i>Lactuca sativa</i>	Classificação de qualidade (3º dia)	Classificação de qualidade (4º dia)
Areia fina	Boa (4)	Impróprio (1)
Areia média	Médio (3)	Impróprio (1)
Areia grossa	Médio (3)	Ruim (2)
Ao ar livre	Impróprio (1)	Impróprio (1)

tabela 3. Classificação da qualidade das alfaces (*Lactuca sativa*) para o 3º e 4º dias registrados.

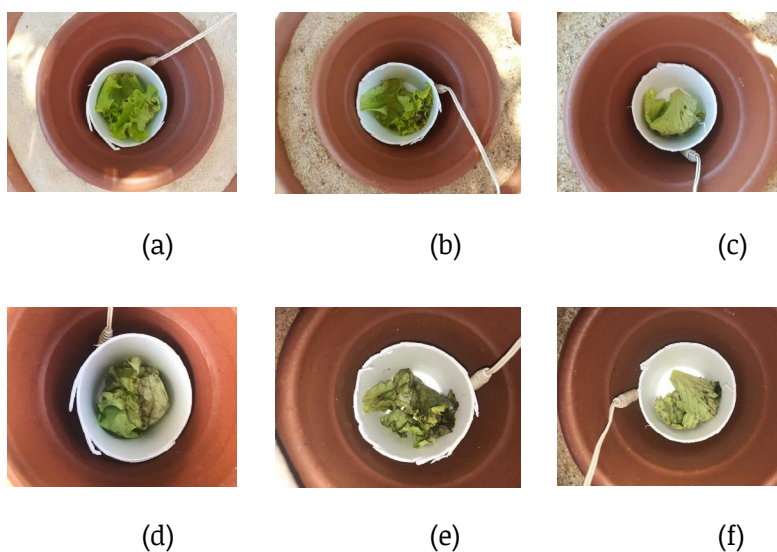


figura 8. Alface na areia fina no 3º dia (a) e 4º dia (d); alface na areia média no 3º dia (b) e 4º dia (e); e alface na areia grossa no 3º dia (c) e 4º dia (f).

Dessa forma, evidencia-se boa conservação das alfaces no sistema *Zeer Pot* em comparação à que permaneceu em exposição ao ar livre, conforme Figura 8. Ademais, observa-se em tal experimentação a melhor conservação da alface no interior do sistema com areia grossa em relação aos outros tipos.

#### ANÁLISE DA COMPACTAÇÃO DE PARTÍCULAS E ÁREA SUPERFICIAL DOS RECIPIENTES EM SIMULAÇÃO



Em primeira instância, a modelagem dos vasos/recipientes deu-se de maneira efetiva, com a produção de três modelos de formatos distintos (Figura 9). O primeiro, cônico, e o segundo, cilíndrico e esférico, trata-se de dois amplamente utilizados na confecção de *Zeer Pots*, enquanto o terceiro, ondulado, teve em vista a adição de sinuosidades ou ondulações em sua estrutura não comumente presentes no sistema tradicional.

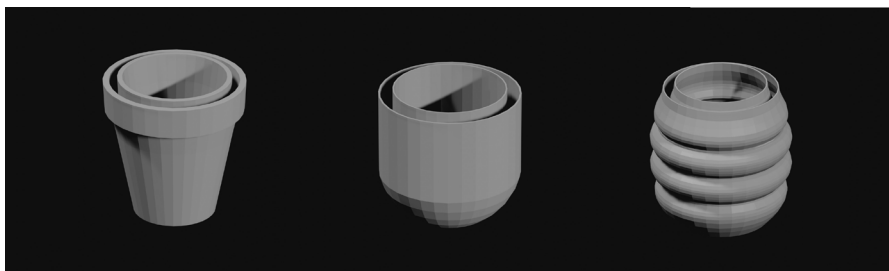


figura 9. Modelos da estrutura do Zeer Pot.

Tendo os modelos de vasos finalizados, suas áreas superficiais tiveram seus valores calculados conforme a utilização do *3D-Print Toolbox* (BARTON, 2019).

Modelo de vaso	Área superficial
Cônico	6641,5419 cm <sup>2</sup>
Cilíndrico e esférico	7952,5496 cm <sup>2</sup>
Ondulado	8395,0381 cm <sup>2</sup>

tabela 4. Classificação da qualidade das alfaces (*Lactuca sativa*) para o 3º e 4º dias registrados.

Conforme Tabela 4, evidencia-se uma notável diferença nas áreas superficiais dos vasos utilizados, com o terceiro possuindo o maior valor. O segundo possui uma área cerca de 19,74% maior que a do primeiro, enquanto o terceiro, 26,4%, e superior em aproximadamente 5,56% a do segundo.

Apesar de testes terem sido efetuados para a simulação de partículas no sistema junto aos vasos, estes foram afetados pela pouca quantidade de *substeps*<sup>2</sup>, o que caracteriza a redução no tempo de processamento investido em cada etapa da simulação e, assim, a sobreposição das partículas, impossibilitando a determinação acurada da compactação. Dessa maneira, testes com maior tempo de processamento são necessários para tal, objetivo este tido como enfoque para as próximas etapas do presente trabalho.

## CONCLUSÃO

<sup>2</sup> Substeps são passos utilizados para reduzir as lacunas na emissão de fluidos/partículas provenientes de fontes de movimento rápido. Quanto mais substeps maior o poder computacional necessário e maior a precisão da simulação (BLENDER, 2020).



No que se refere às análises por meio das simulações, evidenciou-se que vasos ou recipientes com ondulações ou sinuosidades podem aumentar a área superficial dos *Zeer Pots* convencionais em 26,4%, possibilitando o aprimoramento do potencial de evaporação e dissipação de calor.

Ademais, as variações na taxa de evaporação entre diferentes *Zeer Pots* de tipos de areias diferentes não se demonstraram efetivamente significativas, tendo em vista, também, a pouca variação de compactação entre as areias utilizadas. Contudo, estas aumentaram significativamente o tempo de conservação das hortaliças utilizadas em comparação ao ambiente à céu aberto, demonstrando-se eficazes nessa via.

A quantidade de água presente no sistema influencia sua eficiência, sendo que, em média, o uso de 50,5% da capacidade máxima de volume líquido no *Zeer Pot* possibilita maior potencial de evaporação. Estas descobertas promovem a melhor compreensão da termodinâmica associada ao sistema, caracterizando as próximas etapas do presente trabalho em uma área pouco explorada em tal contexto.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABU-LEBDEH, Taher et al. Powder Packing Density and Its Impact on SLM-Based Additive Manufacturing. **Tms 2019 148Th Annual Meeting & Exhibition Supplemental Proceedings**, [S.L.], p. 355-367, jan. 2019. Springer International Publishing. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-05861-6\\_33](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-05861-6_33). Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/331394034\\_Powder\\_Packing\\_Density\\_and\\_Its\\_Impact\\_on\\_SLM-Based\\_Additive\\_Manufacturing](https://www.researchgate.net/publication/331394034_Powder_Packing_Density_and_Its_Impact_on_SLM-Based_Additive_Manufacturing). Acesso em: 25 jul. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. 1 ed. Rio de Janeiro: Associação Mercosul de Normalização, 2003. Disponível em: [http://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosupload/17827/material/nbr\\_nm248\\_2003.pdf](http://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosupload/17827/material/nbr_nm248_2003.pdf). Acesso em: 25 jul. 2020.
- BARTON, Campbell. **3D Print Toolbox**. 2019. Disponível em: [https://docs.blender.org/manual/en/latest/addons/mesh/3d\\_print\\_toolbox.html](https://docs.blender.org/manual/en/latest/addons/mesh/3d_print_toolbox.html). Acesso em: 25 jul. 2020.
- BLAIR, T. C.; MCPHERSON, J. G.. Grain-size and textural classification of coarse sedimentary particles. **Journal Of Sedimentary Research**, [S.L.], v. 69, n. 1, p. 6-19, jan. 1999. Society for Sedimentary Geology. <http://dx.doi.org/10.2110/jsr.69.6>. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/270168746\\_Grain-size\\_and\\_textural\\_classification\\_of\\_coarse\\_sedi](https://www.researchgate.net/publication/270168746_Grain-size_and_textural_classification_of_coarse_sedi)





mentary\_particles. Acesso em: 23 jul. 2020.

BLENDER. **Home of the Blender project - Free and Open 3D Creation Software.** 2020. Disponível em: <https://www.blender.org/>. Acesso em: 23 jul. 2020.

DUTT, Prabodh Sai; GOWDA, Thamme. Experimental Study of Alternatives to Sand in Zeer Pot Refrigeration Technique. **International Journal Of Modern Engineering Research**, Mysore, Índia, v. 5, n. 5, p. 1-7, maio 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/295072664\\_Experimental\\_Study\\_of\\_Alternatives\\_to\\_Sand\\_in\\_Zeer\\_Pot\\_Refrigeration\\_Technique](https://www.researchgate.net/publication/295072664_Experimental_Study_of_Alternatives_to_Sand_in_Zeer_Pot_Refrigeration_Technique). Acesso em: 22 jul. 2020.

GALLAS, Márcia Russman. **Incerteza de Medição.** 2004. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~marcia/medidas.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2020.

HOLMES, Susan. **RMS Error.** 2000. Disponível em: <https://statweb.stanford.edu/~susan/courses/s60/split/node60.html>. Acesso em: 25 jul. 2020.

MAZALI, Italo Odone. **Determinação da Densidade de Sólidos pelo Método de Arquimedes.** LQES - Laboratório de Química do Estado Sólido – Instituto de Química – UNICAMP. Disponível em: [http://lqes.iqm.unicamp.br/images/vivencia\\_lqes\\_meprotec\\_densidade\\_arquimedes.pdf](http://lqes.iqm.unicamp.br/images/vivencia_lqes_meprotec_densidade_arquimedes.pdf). Acesso em: 25 jul. 2020.

NUAYED, Elielzer de Souza. **A TERMODINÂMICA DO REFRIGERADOR POT-IN-POT.** 2017. 43 f. Monografia (Especialização) - Curso de Licenciatura em Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017. Disponível em: <https://www.scribd.com/document/371324268/Termodinamica-Do-Refrigerador-POT-In-POT>. Acesso em: 22 jul. 2020.

ODESOLA, Isaac F.; ONYEBUCHI, Onwuka. A Review of Porous Evaporative Cooling for the Preservation of Fruits and Vegetables. **The Pacific Journal Of Science And Technology**, Ibadan, Nigeria, v. 10, n. 2, p. 935-941, nov. 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/228406788\\_A\\_Review\\_of\\_Porous\\_Evaporative\\_Cooling\\_for\\_the\\_Preservation\\_of\\_Fruits\\_and\\_Vegetables](https://www.researchgate.net/publication/228406788_A_Review_of_Porous_Evaporative_Cooling_for_the_Preservation_of_Fruits_and_Vegetables). Acesso em: 22 jul. 2020.

PETER RINKER. Movement e.V.. **The clay pot cooler:** an appropriate cooling technology. 2014. Disponível em: [https://movement-verein.org/wp-content/uploads/2015/07/informationen\\_projekte\\_clay\\_pot\\_cooler\\_2014\\_en.pdf](https://movement-verein.org/wp-content/uploads/2015/07/informationen_projekte_clay_pot_cooler_2014_en.pdf). Acesso em: 23 jul. 2020.

ROLEX. **Cool food in the desert:** Mohammed Bah Abba. 2000. Disponível em: <https://www.rolex.org/rolex-awards/applied-technology/mohammed-bah-abba>. Acesso em: 23 jul. 2020.



SUSTAINABLE ENERGY FOR ALL. **Chilling Prospects**: providing sustainable cooling for all. Viena, AUT: [s.n.], 2019. 76 p. Disponível em: <https://www.seforall.org/system/files/2019-11/CP-2019-SEforALL.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2020.

#### **PEDRO KLEINSCHMITT KRAUSE**

Estudante bolsista do Ensino Médio no Colégio Novaescola, em Campo Grande, MS. Atua como pesquisador e participante do grupo Minerva, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, desenvolvendo projetos de pesquisa e eventos voltados à divulgação científica e busca futuramente contribuir como pesquisador na área da física.

#### **WANGHLEY SOARES MARTINS**

Wanghley é técnico em informática pelo Instituto Federal de Brasília e agente de negócios no Watson Institute Accelerator. Atualmente Wanghley é pesquisador na área de doenças neurodegenerativas com enfoque em engenharia biomédica, empreendedor social, cientista e analista de dados e desenvolvedor de sistemas especialistas. Tem experiência na área de ciência da computação, engenharia biomédica, com ênfase em ciência de dados, doenças neurodegenerativas, Programação WEB, eletrônica embarcada e dispositivos wearable. Atua principalmente nos seguintes temas: matemática aplicada, programação mobile, programação web, inteligência artificial, processamento e transmissão de imagens, doença de Parkinson, empreendedorismo social e tecnologias vestíveis voltadas à área da saúde.

submetido  
31.07.2020

reapresentado  
13.08.2021

aprovado  
17.08.2021

**Contribuição de autoria.** Pedro Kleinschmitt Krause participou da elaboração do estudo, da investigação de dados, do levantamento bibliográfico e da redação do artigo. Wanghley Soares Martins orientou todas as etapas e participou da revisão final e da edição do artigo.

**Apoio.** MAIS Startup +Science.

**Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

## EFICIÊNCIA FOTOCATALÍTICA DE ÓXIDOS NA DEGRADAÇÃO DE P-NITROFENOL QUANDO EXPOSTO A DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDA DO ESPECTRO VISÍVEL

FELIPE DABBAH 

University of Southern California, Los Angeles, California, Estados Unidos da América, 90089, felipe.dabbah@gmail.com

VITOR MORAES DE ZAMARION 

Escola Beit Yaacov, São Paulo – SP, Brasil, 01139-002, vitor.zamarion@beityaacov.com.br

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo testar a eficiência de diferentes maneiras de se degradar a molécula orgânica *p*-nitrofenol (PNP), que tem um potencial tanto mutagênico quanto cancerígeno. Uma solução eficiente e acessível para efetuar a degradação desta molécula é utilizar recursos naturais, como a luz solar. Para esta investigação, avaliou-se qualitativamente e quantitativamente a eficiência da fotodegradação do PNP na presença de  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$  e  $\text{TiO}_2\text{@AuNP}$ , após exposição a 3 diferentes comprimentos de luz que fazem parte da composição da luz solar. Para este fim, foi construída uma curva de calibração, e a fotodegradação foi avaliada por espectroscopia eletrônica. Ao final da metodologia, concluiu-se que o fotocatalisador mais eficiente na degradação do PNP foi o  $\text{TiO}_2$  quando exposto à luz branca, apresentando 57% de degradação, seguido do  $\text{AuNP@TiO}_2$  exposto à uma luz verde, degradando 49% de PNP.

**Palavras-chave:** Fotocatalisadores. *p*-nitrofenol. Nanopartículas de ouro. Luzes incandescentes. Fotodegradação.



## PHOTOCATALYTIC EFFICIENCY OF OXIDES ON THE DEGRADATION OF P-NITROPHENOL WHEN EXPOSED TO DIFFERENT WAVELENGTHS OF THE VISIBLE SPECTRUM

### ABSTRACT

This study investigated the efficiency of different factors that influence the photodegradation of *p*-nitrophenol (PNP), an organic molecule that has both a mutagenic and carcinogenic potential. An efficient and affordable solution to stimulate the degradation of this molecule is the utilization of natural resources, such as sunlight. For this investigation, the photodegradation of PNP was evaluated both qualitatively and quantitatively in the presence of TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, and AuNP@TiO<sub>2</sub> after a period of exposure to 3 different wavelengths that compose sunlight. To that end, a calibration curve was constructed, and the photodegradation was analyzed through electronic spectroscopy. At the end of the methodology, it was concluded that the most efficient photocatalyst in the degradation of the molecule was the TiO<sub>2</sub> when exposed to a white light, with 57% followed by AuNP@TiO<sub>2</sub> exposed to a green light, with 49%.

**Keywords:** Photocatalysts. *p*-nitrophenol. Gold Nanoparticles. Shades of light. Photodegradation.

### 1 INTRODUÇÃO

A busca por um processo efetivo para purificar a água tem sido um dos grandes desafios da ciência. Isso ocorre porque a água é um dos recursos naturais mais importantes do mundo e, portanto, fundamental para a sobrevivência humana - uma vez que precisamos utilizar de 20 a 50 litros de água diariamente para realizar atividades básicas (WHO, 2019). Assim sendo, a ONU declarou o acesso à água potável como um direito humano essencial. No entanto, segundo a organização, mais de 785 milhões de pessoas não têm acesso a esse recurso essencial em um estado potável - afinal - a água pode estar sujeita à contaminação por diversas maneiras (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 2018). As consequências desta crise são claras: quase um milhão de pessoas morrem a cada ano por doenças relacionadas à água contaminada, saneamento e higiene (CONSERVE ENERGY FUTURE, 2007). Portanto, a ciência, reconhecendo a urgência e as consequentes implicações do que esses desenvolvimentos técnicos poderiam significar, busca uma solução para esta questão.

A utilização dos recursos naturais se apresentou como uma solução extremamente viável para o problema descrito. Inclusive, está bem documentado na literatura que a energia recebida do Sol pode ser um meio eficaz de limpar a água contaminada (WILSEY, 2020; ISMANHOTO, 2005)



- principalmente devido ao fato desta luz estar facilmente disponível para uso. Isso ocorre devido às fotorreações: reações específicas facilitadas pela luz. Para este mecanismo funcionar, essas reações utilizam fotocatalisadores, uma classe específica de catalisadores que operam quando expostos a luz (CTCN, 2019).

Na literatura, um exemplo dentre os vários desenvolvimentos que obtiveram sucesso utilizando a luz solar para desinfetar a água, é o método SODIS (Desinfecção Solar da Água). Este método foi projetado para que os indivíduos de países emergentes possam tratar a sua água potável de maneira independente (MCGUIGAN et al, 2012). Além disso, uma série desses projetos também utilizou catalisadores e fotocatalisadores para melhorar o processo de degradação de diferentes poluentes da água.

Dentre esses poluentes, estão os pesticidas e resíduos de efluentes da indústria química. Com o objetivo de aumentar a produtividade agrícola, um grande volume de pesticidas é depositado direta ou indiretamente no solo - o que conseqüentemente, faz com que resíduos destas substâncias contaminem águas superficiais ou subterrâneas. Este é um ambiente perfeito para a proliferação do *p*-nitrofenol (PNP), uma molécula tóxica que contamina o ambiente após o descarte de pesticidas - que são utilizados durante a fabricação e processamento de uma variedade de produtos industriais. É fundamental notar que o *p*-nitrofenol é um precursor e um resíduo de uma variedade de poluentes e pesticidas (TCHIENO et al, 2018). Esta molécula entra em contato com o ambiente devido a sua solubilidade e estabilidade na água (KHAN et al, 2015) - uma consequência das ligações de hidrogênio existentes (SPECTROCHIMICA ACTA PART A, 1970). A 25°C, o *p*-nitrofenol apresenta uma solubilidade na água de 16 g dm<sup>-3</sup> (PEARLMAN, 1984)

Esta molécula representa um risco significativo para a saúde pública e ambiental, devido ao seu alto potencial de bioacumulação. Afinal, o PNP pode ser considerado uma molécula mutagênica, com um potencial carcinogênico (DONG, 2019). Sabe-se que esses tipos de substâncias modificam as informações genéticas dos organismos e muitas vezes são responsáveis pelo surgimento do câncer. De acordo com um artigo de Yu e colaboradores (YU et al, 2010) concluiu-se que a molécula de *p*-nitrofenol é de fato capaz de causar as seguintes condições: distúrbios no sangue, irritação ocular, lesões nos rins e no fígado e perturbações no sistema nervoso como um todo (tanto em animais quanto em humanos).

Estas constatações a respeito do PNP certamente comprovam o risco à segurança pública desta molécula, bem como seu potencial de contaminar os recursos hídricos potáveis (que já são escassos) - o que deve ser levado em consideração principalmente devido ao envolvimento da molécula em atividades agrícolas. Assim sendo, a investigação sobre



materiais - como fotocatalisadores - que podem degradar esta molécula orgânica por meio de processos oxidativos avançados é extremamente significativa.

Os processos oxidativos avançados (POA) mostraram ser muito eficientes nas pesquisas científicas atuais, particularmente no tratamento de efluentes industriais e descontaminação ambiental (GHIME et al, 2019). O processo baseia-se na irradiação de um fotocatalisador, geralmente realizado por um semicondutor inorgânico: um material que possui uma capacidade de condutividade elétrica entre a de um metal e um isolante. O  $\text{TiO}_2$  é um semicondutor inorgânico: a sua energia de fótons deve ser maior ou igual à sua energia do *band gap* correspondente para ativar uma excitação eletrônica e, conseqüentemente, mover os elétrons para níveis ou subníveis mais energéticos.

Estes elétrons livres são bons agentes redutores, enquanto os buracos resultantes na banda de valência são fortes agentes oxidantes, e ambos podem participar de reações redox. Assim, sob irradiação, um elétron é promovido da banda de valência para uma banda de condução, que formam oxidantes e redutores capazes de catalisar diferentes substâncias químicas presentes. Portanto, o *band gap* existente entre a banda de valência e a banda de condução, é responsável por determinar a condutividade elétrica do semicondutor e a sua sensibilidade ao comprimento de onda da luz irradiada (BACCARO et al, 2017).

O fotocatalisador mais utilizado para esse tipo de tratamento de água é o dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ). Isto se dá principalmente devido à sua boa atividade fotocatalítica, sua insolubilidade na água e sua estabilidade em ácidos. Além disso, o *band gap* do  $\text{TiO}_2$  é de 3,2 eV - o que é considerado alto - e é a razão pela qual foi escolhido como o principal fotocatalisador deste estudo e de muitos outros. A atividade fotocatalítica e o mecanismo de reação do  $\text{TiO}_2$  podem ser influenciados de maneira tanto positiva quanto negativa por possíveis defeitos e impurezas presentes, e a morfologia específica da superfície do óxido (KATAOKA, 2011).

Para o trabalho em questão, outro óxido mais comum e barato, o dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), também foi testado quanto à sua eficiência fotocatalítica, para avaliar se de fato ele poderia ser considerado como uma alternativa ao primeiro óxido.

Outro fator importante quando se trata do potencial de reação de catalisadores é a escala de tamanho da partícula. Catalisadores com dimensões nanométricas podem ser denominados nanocatalisadores. Estes têm uma área superficial alta, o que aumenta o contato entre os reagentes e a superfície do catalisador e ocasiona uma alta na atividade catalítica (ASTRUC, 2019).



O interesse no uso do ouro como catalisador começou no final dos anos 80, com o trabalho de Haruta Masatake (OKUMURA et al, 2015) que indicou, pela primeira vez, que para ser um catalisador ativo, o ouro deve possuir um diâmetro menor que 10 nm - uma nanopartícula. O aprimoramento das técnicas de preparação e caracterização do mesmo, possibilitou a fabricação de nanocatalisadores de ouro (AuNP), o que proporcionou avanços significativos em termos de atividade e seletividade catalítica.

A importância desta investigação reside no fato de que o conhecimento a ser adquirido tem o potencial de ser aplicado às comunidades em desenvolvimento, de uma maneira em que seus efeitos possam refletir e adicionar aos do mecanismo SODIS, descritos anteriormente neste estudo. Isso levou à formulação da seguinte questão norteadora para o trabalho: “Como a eficiência na degradação da molécula do *p*-nitrofenol através dos óxidos  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$  e  $\text{AuNP@TiO}_2$ , pode ser aprimorada quando exposta à diferentes fontes de luz?”

A hipótese inicial para esta pergunta era de que o  $\text{SiO}_2$  iria promover a fotocatalise de *p*-nitrofenol em um grau muito menor em comparação com o outro óxido (ZHANG, 2013). Por outro lado, o  $\text{TiO}_2$  iria promover a reação da fotocatalise em uma extensão maior - principalmente quando exposto à luz negra, por conta de sua alta energia de *band gap* - 3,2 eV - que limita sua absorção de radiação à luz UV, que representa apenas cerca de 5% de todo o espectro (SKIN CANCER FOUNDATION, 2019).

Além disso, devido as nanopartículas de ouro serem vermelhas e ao fenômeno dos *plasmons de superfície* (HUANG et al, 2010), era esperado que as AuNPs aprimorassem o desempenho catalítico do dióxido de titânio quando a suspensão fosse exposta a uma luz verde, dadas as propriedades de absorção e espalhamento de luz (GOGOI et al, 2018).

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 CURVA DE CALIBRAÇÃO

O primeiro passo da investigação foi elaborar uma curva de calibração a partir de soluções de PNP (Sigma-Aldrich) de várias concentrações. Esta curva de calibração produziu um modelo matemático que relaciona a absorção de luz dessas soluções com suas respectivas concentrações. A partir da equação da reta gerada por este modelo, foi calculada a concentração de PNP restante em cada uma das amostras (após estas passarem pelos procedimentos de irradiação). Para elaborar a curva de calibração, sete soluções diluídas de PNP foram preparadas com base em uma solução mãe de  $25 \text{ mg dm}^{-3}$ . As oito soluções preparadas variaram suas concentrações de  $0,025$  a  $25 \text{ mg dm}^{-3}$ ;



A solução mãe de  $25 \text{ mg dm}^{-3}$  de PNP foi preparada utilizando um balão volumétrico, que foi posteriormente envolvido em papel alumínio para que a solução não ficasse exposta a nenhuma fonte de luz. Em seguida, pelo método de diluições sucessivas, foram obtidas as seguintes concentrações: 10; 5; 2,5; 1; 0,25; 0,1 e  $0,025 \text{ mg dm}^{-3}$ .

## 2.2 IRRADIAÇÃO DAS AMOSTRAS

O segundo passo na metodologia foi preparar as suspensões baseadas em  $\text{TiO}_2$  (P-25 - Sigma-Aldrich) e  $\text{SiO}_2$  (Merck) que posteriormente, seriam expostas a três diferentes lâmpadas incandescentes de cores distintas.

Inicialmente, foram transferidas para quatro placas petri quatro alíquotas compostas cada uma de  $10 \text{ cm}^3$  de uma solução de  $25 \text{ mg dm}^{-3}$  de *p*-nitrofenol na presença de  $5 \text{ mg}$  de  $\text{TiO}_2$ . Uma amostra foi exposta à luz do sol (luz branca), outra à lâmpada verde e outra à lâmpada preta. A última amostra foi definida como o controle do experimento: foi coberta por papel alumínio, sem exposição a qualquer fonte de luz e submetida ao mesmo período de exposição das outras amostras. A importância da amostra-controle reside na ideia de analisar se (e quanto) as outras amostras foram catalisadas por uma luz colorida.

Em seguida, foram preparadas outras quatro alíquotas compostas cada uma de  $10 \text{ cm}^3$  de uma solução de  $25 \text{ mg dm}^{-3}$  de *p*-nitrofenol e  $5 \text{ mg}$  de  $\text{SiO}_2$ . O mesmo procedimento de exposição feito às amostras de  $\text{TiO}_2$  foi realizado com as amostras de  $\text{SiO}_2$ .

Após um período de 35 minutos, um tempo suficiente para a fotocatalise ter ocorrido, foi realizada uma medição espectroscópica das oito amostras preparadas. A temperatura do local,  $24^\circ\text{C}$ , e o tempo de exposição de 35 minutos de cada amostra à uma luz (ou não, no caso do controle), foram exatamente iguais em todas as irradiações - o que eliminou a interferência de variáveis decorrentes destas questões nos resultados.

A técnica da espectrofotometria UV-Vis foi escolhida para este método, pois desejava-se obter dados de natureza quantitativa que pudessem ser utilizados para comparar até que medida a molécula foi degradada pelas combinações entre as diferentes luzes, óxidos e nanopartículas de ouro.

## 2.3 SÍNTESE DAS NANOPARTÍCULAS DE OURO NA PRESENÇA DE $\text{TiO}_2$ E $\text{SiO}_2$

A síntese das nanopartículas de ouro (AuNP) necessitou de uma solução composta por  $150 \text{ mg}$  de  $\text{TiO}_2$ ,  $70 \text{ mg}$  de polivinilpirrolidona (PVP) (Sigma-Aldrich),  $60 \text{ mg}$  de ácido ascórbico (Merck),  $12 \text{ cm}^3$  de água e  $10 \text{ cm}^3$  de ácido tetracloreto-áurico (Sigma-Aldrich).





Esta metodologia usada para sintetizar as nanopartículas de ouro foi baseada no procedimento de Turkevich - quem a descreveu pela primeira vez (TURKEVICH et al, 1951). Trata-se do procedimento mais comumente utilizado para a síntese de AuNPs esféricas na faixa de tamanho entre 10-30 nm. O método de Turkevich envolve a redução de íons de ouro ( $\text{Au}^{3+}$ )- presentes no ácido tetracloroáurico - em átomos de ouro ( $\text{Au}^0$ ) a partir da presença de agentes redutores, como o ácido ascórbico.

Em seguida, a solução de ouro na presença do  $\text{TiO}_2$ , foi aquecida até  $90^\circ\text{C}$ . Essa é uma condição necessária para a metodologia, pois a nucleação (primeiro passo de uma mudança no estado físico) deve ocorrer com rapidez suficiente para praticamente esgotar o suprimento de íons de ouro (DE FREITAS et al, 2018). Além disso, o ácido ascórbico é um agente redutor que precisa de uma alta energia de ativação para reduzir o  $\text{Au}^{3+}$  para  $\text{Au}^0$ . Como a cor da síntese muda gradualmente, é fundamental aguardar a estabilização - evidenciada pela coloração vermelha que sinaliza o final da reação, como pode-se ver pela Figura 1. A coloração vermelha observada na síntese é um indicativo de uma síntese bem-sucedida de AuNPs (POLTE, 2010).

Ao atingir a temperatura indicada, o aquecimento foi interrompido, e a suspensão obtida foi deixada sob agitação por mais 2 minutos e deixada para esfriar à temperatura ambiente.

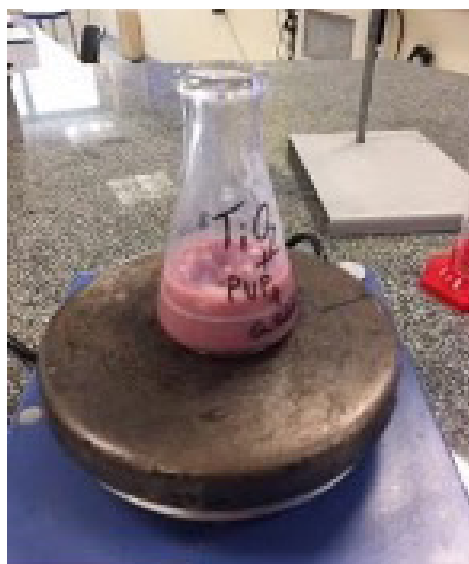


figura 1. Ilustração mostrando o final da síntese de nanopartículas de ouro na presença de  $\text{TiO}_2$ .

Após esfriar com a temperatura ambiente, as amostras foram filtradas e os sólidos obtidos contendo  $\text{AuNP@TiO}_2$  foram armazenados em uma geladeira para uso posterior. As nanopartículas sintetizadas foram caracterizadas por meio de espectroscopia UV-Visível. Esta atestou - pela cor vermelha das partículas - de que o sólido obtido era composto por AuNP (OLIVEIRA, 2009).



Após o período de resfriamento na geladeira, 5 mg de 4 amostras de AuNP@TiO<sub>2</sub> foram misturadas com 10 cm<sup>3</sup> de *p*-nitrofenol. Uma amostra foi exposta à luz do sol, outra à uma lâmpada verde, outra à lâmpada preta, e a outra foi definida como o controle.

Por fim, foi realizada uma medição espectroscópica das quatro amostras das soluções preparadas. O mesmo procedimento (TURKEVICH et al, 1951) se repetiu na presença de SiO<sub>2</sub>. É importante ressaltar que tanto o TiO<sub>2</sub>, quanto o SiO<sub>2</sub> são comerciais e foram utilizados sem prévia purificação.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 ELABORAÇÃO DA CURVA DE CALIBRAÇÃO

O gráfico da Figura 2 ilustra a absorvância de luz das 8 amostras de *p*-nitrofenol contra suas respectivas concentrações. A modelagem dessas amostras serviu como base para a elaboração da curva de calibração. A equação da reta foi definida como  $Y = 0,0705X + 0,0113$ . Assim sendo, este modelo matemático foi utilizado para calcular a concentração da molécula de *p*-nitrofenol remanescente nas amostras após a conclusão da atividade fotocatalítica - o que conseqüentemente, indicou a eficiência da combinação entre luzes e fotocatalisadores no processo de degradação da molécula.

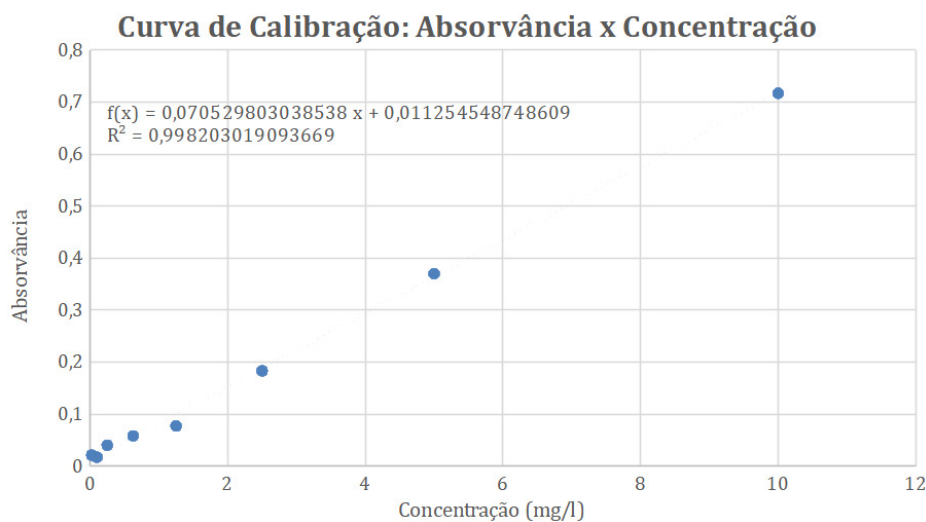


figura 2. Curva de calibração formada a partir das 8 concentrações de *p*-nitrofenol e suas respectivas absorvâncias.

#### 3.2 DADOS OBTIDOS

Em seguida, o pico de absorvância de luz de cada uma das 10 amostras foi inserido como a variável “Y” na equação da reta obtida através da curva de calibração. Para a análise, levou-se em conta o espectro de absorção do PNP, com valor máximo de absorvância em 317 nm (XIA et al,



2021). Seguindo esta linha, o valor “X” foi definido como a concentração de PNP restante em cada amostra. Os dados obtidos estão apresentados nas Tabelas 1, 2, 3.

Valores maiores que 1 de absorvância foram considerados como uma extrapolação da curva de calibração, e, portanto, tomou-se o cuidado de manter a concentração máxima como sendo a de  $25 \text{ mg dm}^{-3}$  (a concentração inicial de PNP utilizada para todos os ensaios de fotodegradação).

Embora a curva de calibração seja um modelo linear, ela só pode produzir um valor indubitavelmente preciso da concentração de um soluto caso seu valor de absorção for inferior a 1. Um valor substancialmente mais alto do que este provavelmente significa que a maior parte da luz foi absorvida pelo equipamento, e não pela amostra. Afinal, a solução estoque inicial de PNP nas amostras era de  $25 \text{ mg dm}^{-3}$ , conseqüentemente, seria impossível que esse valor fosse maior em uma determinada amostra, pois o *p*-nitrofenol não se reproduz. Assim, o valor da concentração de PNP correspondente a um valor de absorvância serve mais como um método qualitativo para ilustrar o processo de degradação da molécula.

Os valores obtidos através das três amostras controlem não estão nas Tabelas 1, 2 e 3. Contudo, as três amostras apresentaram pelo menos um valor de absorvância maior do que 1.

tabela 1. Valores de absorvância que foram inseridos na curva de calibração, e as concentrações de *p*-nitrofenol obtidas para as amostras depois de expostas à luz verde,

Amostra expostas à luz verde (500-565 nm)	Valor da absorvância no comprimento de onda 317 nm	Concentração de <i>p</i> -nitrofenol na amostra ( $\text{mg dm}^{-3}$ )
$\text{SiO}_2$	1.930	25.00*
$\text{TiO}_2$	1.931	25.00*
$\text{AuNP@TiO}_2$	0.916	12.83

\* concentração correspondente à solução inicial.

tabela 2. Valores de absorvância que foram inseridos na curva de calibração, e as concentrações de *p*-nitrofenol obtidas para as amostras expostas à luz branca,

Amostras expostas à luz branca (380-750 nm)	Valor da absorvância no comprimento de onda 317 nm	Concentração de <i>p</i> -nitrofenol na amostra ( $\text{mg dm}^{-3}$ )
$\text{SiO}_2$	1.54	21.659
$\text{TiO}_2$	0.765	10.691
$\text{AuNP@TiO}_2$	1.601	22.553
$\text{AuNP@TiO}_2$	1.343	17.94



tabela 3. Valores de absorvância que foram inseridos na curva de calibração, e as concentrações de *p*-nitrofenol obtidas para as amostras expostas à luz negra,

Amostra expostas à luz negra (320-400 nm)	Valor da absorvância no comprimento de onda 317 nm	Concentração de <i>p</i> -nitrofenol na amostra (mg dm <sup>-3</sup> )
SiO <sub>2</sub>	2.747	25.00*
TiO <sub>2</sub>	1.349	18.979
AuNP@TiO <sub>2</sub>	1.398	19.674

\* concentração correspondente à solução inicial.

#### 4 TRATAMENTO DE DADOS E DISCUSSÃO

Com os dados apresentados nas Tabelas 1, 2, e 3, em mãos, o tratamento destes consistiu em quantificar - em porcentagem - o quão eficaz foi a degradação do PNP em cada uma das 10 amostras. Esta quantificação consistiu em dividir a concentração de PNP obtida na amostra, pela concentração inicial da molécula, de 25 mg dm<sup>-3</sup>.

##### 4.1 TiO<sub>2</sub> COMO FOTOCATALISADOR

A Figura 3 compara a concentração de PNP restante em cada uma das 4 amostras baseadas em TiO<sub>2</sub>. Utilizando o método de quantificação descrito anteriormente, a amostra exposta a luz branca apresentou uma eficácia de 57%, a da luz negra de 24%, e a da luz verde de 0%.

#### Eficiência do TiO<sub>2</sub> na Fotodegradação do *p*-nitrofenol

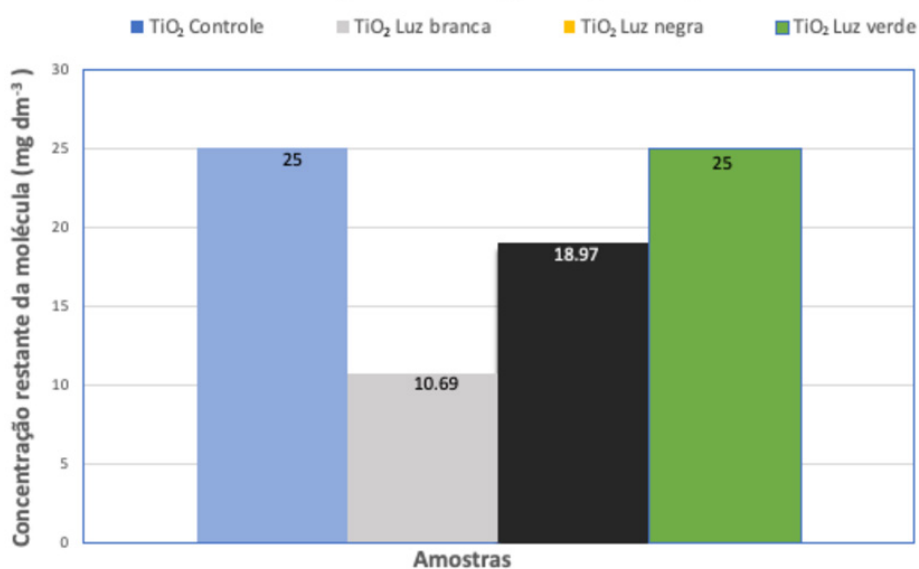


figura 3. Comparação entre os valores de concentração de PNP nas amostras contendo TiO<sub>2</sub> após irradiação com luz branca, verde e negra além da amostra controle.



Primeiramente, como se pode notar, devido à alta concentração de *p*-nitrofenol presente na amostra, a conclusão é de que o  $\text{TiO}_2$  não atuou como fotocatalisador eficiente quando exposto à luz verde.

O mesmo resultado não foi apresentado pelas amostras expostas às luzes branca e negra. É possível inferir que, de acordo com uma série de estudos descritos na literatura, o  $\text{TiO}_2$  foi o único catalisador dentre os utilizados que possui absorção na região do UV. Isso explicaria a razão pela qual as amostras baseadas nesse óxido obtiveram resultados significativos quando expostas as luzes branca e negra: existem componentes significativos da radiação UV presentes no espectro da luz branca (JONES, 2020).

Ainda assim, fica evidente que a amostra de  $\text{TiO}_2$  exposta à luz branca foi a que resultou na menor concentração da molécula de *p*-nitrofenol, e desta forma, na fotodegradação mais eficaz.

#### 4.2 AUNP@TiO<sub>2</sub> COMO FOTOCATALISADOR

O gráfico da Figura 4 compara a concentração de PNP restante em cada uma das 4 amostras baseadas em  $\text{AuNP@TiO}_2$ . A partir desses valores, foi possível calcular qual foi a variação percentual de cada uma das amostras em relação ao controle, que não foi exposto à luz. Assim, foi possível quantificar as relações descritas anteriormente. A luz negra obteve uma eficácia de 21%, a luz verde, 49%, e a luz branca de 0%, indicando que a degradação do *p*-nitrofenol não ocorreu.

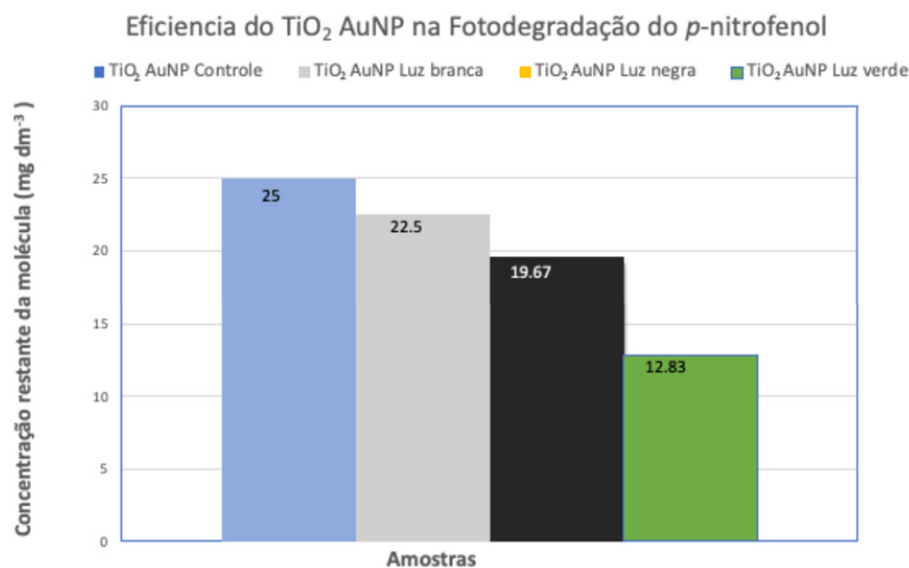


figura 4. Comparação entre os valores de concentração final de PNP nas amostras contendo  $\text{AuNP@TiO}_2$ , após irradiação com luz branca, verde e preta em comparação com a amostra controle.



A amostra de AuNP@TiO<sub>2</sub> exposta a luz verde fotodegradou uma quantidade considerável de PNP, resultando em uma concentração final - após irradiação - de 12,83 mg dm<sup>-3</sup>. Esta eficácia extremamente significativa apresentada pela amostra exposta a luz verde - de 49% - pode ser explicada pelo fato de o ouro ser vermelho, e assim, ser capaz de absorver melhor a radiação de comprimento de onda verde. Isso é justificado na literatura pela ocorrência do fenômeno de ressonância plasmônica de superfície (WILLETS et al, 2007).

Baseado no trabalho de (SUPRIYA, 2018) como a suspensão de ouro em si é vermelha, ela pode absorver a luz verde com mais facilidade, devido à sua forte ressonância plasmônica de superfície no espectro visível. Esta, provavelmente, possui mais campos elétricos intensos nas pontas da interface do semiconductor, possibilitando a geração de elétrons quentes (SUPRIYA, 2018). A molécula provavelmente será degradada devido à transferência de elétrons de um nível excitado da nanopartícula de ouro para o próximo nível de excitação das partículas TiO<sub>2</sub>, o que acarretaria a liberação de uma quantidade considerável de energia<sup>30</sup>.

Com isso em mente, há de se notar que houve uma diferença expressiva entre a eficácia apresentada pela amostra de AuNP@TiO<sub>2</sub> exposta a luz verde (de 49%) comparada com a amostra de TiO<sub>2</sub> exposta a luz verde sem as AuNPs (de 0%). É possível concluir, portanto, que a eficácia da amostra de AuNP@TiO<sub>2</sub> exposta a luz verde deve-se principalmente às nanopartículas, e não ao dióxido de titânio. Afinal, o TiO<sub>2</sub> puro, quando irradiado a luz verde, não apresentou uma eficácia na degradação do *p*-nitrofenol - como indicado na Figura 3.

Tal conclusão explicaria a eficácia relativamente baixa apresentada pelas amostras de AuNP@TiO<sub>2</sub> expostas a luz branca e negra: as eficácias destas, ao contrário da contraparte exposta a luz verde, teriam sido influenciadas fortemente pelo TiO<sub>2</sub>, e não pelas nanopartículas. Isso indicou que as AuNPs prejudicaram a eficiência do processo para a amostra de TiO<sub>2</sub>, sob essas fontes de luz. Na literatura, isso é justificado pelo fato de as AuNPs atuarem eficientemente como um catalisador somente quando expostas a certos comprimentos de onda da luz visível - e portanto, dificultando a capacidade do TiO<sub>2</sub> de absorver a luz visível para a fotocatalise (CHAISEEDA, 2017).

#### 4.3 SiO<sub>2</sub> COMO FOTOCATALISADOR

O gráfico da Figura 5 compara a concentração de PNP restante em cada uma das 4 amostras baseadas em SiO<sub>2</sub>. A partir desses valores, foi possível calcular qual foi a variação percentual de cada uma das amostras em relação ao controle, que não foi exposto a nenhuma luz de nenhuma natureza. Desta forma, foi possível quantificar as relações descritas



anteriormente. A luz branca obteve uma eficácia de 13%, e as luzes verde e negra, de 0%, indicando que estas cores de luz não degradam o *p*-nitrofenol.

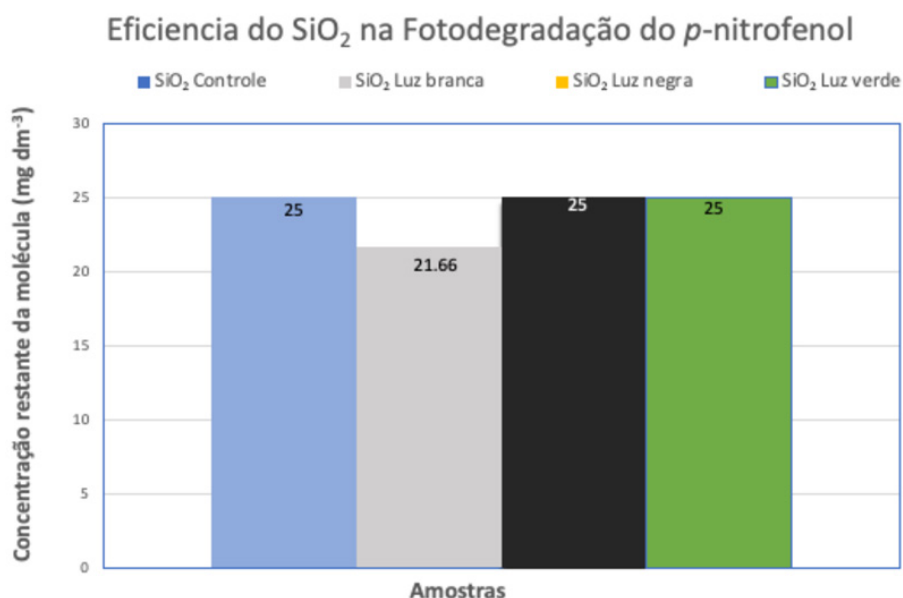


figura 5. Comparação entre os valores de concentração final de PNP nas amostras contendo SiO<sub>2</sub>, após irradiação com luz branca, verde e preta em comparação com a amostra controle.

Como se nota na Figura 5, nenhuma das amostras que continham o SiO<sub>2</sub> apresentaram uma eficácia considerável na degradação do PNP. Uma justificativa para isto é o fato de que o SiO<sub>2</sub> possui uma energia de *band gap* de 8,9 eV - que é relativamente grande para ser um fotocatalisador mais eficaz na degradação do PNP do que o outro óxido testado, o TiO<sub>2</sub> (WANG et al, 2020).

Ainda assim, as AuNPs desempenharam um papel positivo na catálise da amostra de SiO<sub>2</sub> exposta a luz branca, pois quando exposta a essa fonte de luz, a concentração de *p*-nitrofenol foi menor na amostra que continha as AuNPs. Com base nisso, foi possível concluir que a incapacidade apresentada pelas nanopartículas de ouro em absorver a luz visível na amostra de TiO<sub>2</sub> foi realmente maior do que a ineficiência apresentada pelo SiO<sub>2</sub> ao absorver essa a luz branca. Portanto, concluiu-se que as AuNPs auxiliaram na eficiência da amostra exposta a luz branca baseada em SiO<sub>2</sub>, e dificultaram na de TiO<sub>2</sub>.

Para as amostras irradiadas na luz branca, foi realizada uma amostra adicional, baseada em SiO<sub>2</sub> e contendo nanopartículas de ouro, pois foram encontradas informações na literatura de que as AuNPs poderiam interferir mais agressivamente no processo de degradação nesta cor de luz.

Isso de fato se comprovou, o que indica que o SiO<sub>2</sub> é mais propenso a degradar o PNP quando exposto a uma irradiação da luz branca em comparação às luzes verde e negra.



## 5 CONCLUSÕES

Primeiramente, como previsto, o  $\text{SiO}_2$  não demonstrou uma ampla gama de atividades fotocatalíticas; a amostra que apresentou o resultado mais significativo foi a exposta à luz verde, com 13% de eficácia em relação à concentração inicial. No entanto, ainda assim seria impreciso sua classificação como um fotocatalisador eficaz, dadas as concentrações relativamente altas da molécula que estavam presentes ao final da fotocatalise. Por outro lado, a eficiência do  $\text{TiO}_2$  como fotocatalisador foi adequada, uma vez que resultados consideráveis foram obtidos em todas as 3 amostras.

Com base nas concentrações de PNP restantes após o processo, foi possível concluir que, devido à presença de componentes de comprimento de onda no espectro ultravioleta, o  $\text{TiO}_2$  foi mais eficaz para promover a fotocatalise quando exposto à luz UV - ou pelo menos, quando exposto aos componentes desta, como demonstrado na amostra exposta à luz branca, que teve 57% de eficácia no processo de fotodegradação do *p*-nitrofenol.

Entre os fotocatalisadores testados, o  $\text{TiO}_2$  exposto à luz branca foi o que aparentemente apresentou os resultados mais promissores, dada que a concentração de *p*-nitrofenol ao final do processo foi reduzida drasticamente de  $25 \text{ dm}^{-3}$  (concentração inicial) para  $10,6 \text{ dm}^{-3}$ .

Além disso, também foi possível concluir que a presença de nanopartículas de ouro nas amostras baseadas em  $\text{TiO}_2$  aprimoraram o processo fotocatalítico no que se refere à exposição das amostras, particularmente à luz verde. Contudo, a amostra exposta à luz branca apresentou um resultado levemente contraditório a esta constatação, dado que sua presença na amostra afetou a eficiência do processo fotocatalítico em relação ao controle.

Para a luz branca, foi produzida uma amostra de  $\text{SiO}_2$  contendo as nanopartículas - com o objetivo de avaliar o efeito das mesmas durante a exposição da amostra à luz branca. Esta apresentou uma degradação muito mais eficiente do que a sua contraparte que era constituída de  $\text{TiO}_2$  e possuía as nanopartículas.

Não foi encontrado na literatura nenhum dado quantitativo que comparasse a eficácia dos óxidos testados na degradação do *p*-nitrofenol. Desta forma, uma comparação das conclusões deste presente trabalho com a literatura - de uma maneira quantitativa - é inviável. Apesar disto, a literatura de fato corrobora com as presentes conclusões.

No que diz respeito a uma possibilidade de expansão para este projeto, uma investigação que tivesse como foco em outros meios eficientes pela qual a degradação do PNP poderia ocorrer, como a eletroquímica por





exemplo, seria certamente relevante, dado os perigos associados com a molécula. Alguns projetos de tal natureza já estão sendo investigados ao redor do mundo, afinal, é importante documentar a viabilidade de outros métodos eficientes além da fotocatalise de se degradar moléculas como o *p*-nitrofenol.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Drinking-water. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>>. Acesso em 8 de março de 2020.
- NATIONAL ACADEMIES. Safe Drinking Water Is Essential. Text. Disponível em: <<https://www.koshland-science-museum.org/water/new/en/Overview/Why-is-Safe-Water-Essential.html>>. Acesso em: 8 mar. 2020.
- CONSERVE ENERGY FUTURE. 17 Critical and Grievous Diseases Caused by Water Pollution. Disponível em: <<https://www.conserve-energy-future.com/critical-and-grievous-diseases-caused-by-water-pollution.php>>. Acesso em: 8 mar. 2020.
- WILSEY, Marie. “Can the sun’s energy be used to clean water?” *HowStuffWorks Science*, HowStuffWorks, 27 Jan. 2020. Disponível em: <[science.howstuffworks.com/environmental/green-science/sun-clean-water.html](https://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/sun-clean-water.html)>. Acesso em 8 de março de 2020.
- ISMANHOTO, Wagner Aparecido. Análise comparativa da viabilidade econômica da utilização de coletores solar para aquecimento de água. 2005. viii, 94 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2005. Acesso em 5 de Junho de 2021.
- CTC. “Solar water disinfection | Climate Technology Centre & Network | Tue, 11/08/2016. Disponível em: <<https://www.ctc-n.org/technologies/solar-water-disinfection>>. Acesso em 8 de março de 2020.
- MCGUIGAN, K. G. et al. Solar water disinfection (SODIS): A review from bench-top to roof-top. *Journal of Hazardous Materials*, v. 235–236, p. 29–46, 15 out. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.07.053>
- TCHIENO, Francis Merlin Melatagua, and Ignas Kenfack Tonle. “*p*-Nitrophenol Determination and Remediation: An Overview.” *Reviews in Analytical Chemistry*, vol. 37, no. 2, June 2018. [www.degruyter.com](http://www.degruyter.com), doi:10.1515/revac-2017-0019.



- KHAN, Mohammad Mansoob, et al. "Metal Oxides as Photocatalysts". *Journal of Saudi Chemical Society*, vol. 19, no 5, setembro de 2015, p. 462–64. DOI.org (Crossref), doi:10.1016/j.jscs.2015.04.003. Acesso em 9 de Dezembro de 2019.
- "Hydrogen Bonding Interactions of P-Nitrophenol." *Spectrochimica Acta Part A: Molecular Spectroscopy*, vol. 26, no. 2, Feb. 1970, pp. 337–43. doi:10.1016/0584-8539(70)80079-4.
- PEARLMAN R.S. (1984). "Water Solubilities of Polynuclear Aromatic and Heteroaromatic Compounds" [On dithionic acid and its salts]. *Journal of Physical and Chemical Reference Data*.
- DONG, Fulu, et al. "4-Nitrophenol Exposure in T24 Human Bladder Cancer Cells Promotes Proliferation, Motilities, and Epithelial-to-Mesenchymal Transition." *Environmental and Molecular Mutagenesis*, vol. 61, no. 3, 2020, pp. 316–28. Wiley Online Library, doi:https://doi.org/10.1002/em.22345.
- YU, Shaoqing, et al. "Gamma Radiation-Induced Degradation of p-Nitrophenol (PNP) in the Presence of Hydrogen Peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) in Aqueous Solution". *Journal of Hazardous Materials*, vol. 177, no 1, 2010, p. 1061–67. doi:10.1016/j.jhazmat.2010.01.028.
- GHIME, Damodhar, and Prabir Ghosh. *Advanced Oxidation Processes: A Powerful Treatment Option for the Removal of Recalcitrant Organic Compounds*. IntechOpen, 2020. www.intechopen.com, doi:10.5772/intechopen.90192.
- BACCARO, Alexandre L. B.; GUTZ\*, Ivano G. R. FOTOELETROCATÁLISE EM SEMICONDUCTORES: DOS PRINCÍPIOS BÁSICOS ATÉ SUA CONFORMAÇÃO À NANOESCALA. *Química Nova*, v. 41, n. 3, p. 326–339, 2018. Acesso em 4 de Junho de 2021.
- KATAOKA, F.P. Estudo da eficiência fotocatalítica em função da morfologia de nanoestruturas de TiO<sub>2</sub> sintetizadas pelo método hidrotérmico. 2011, 104f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Materiais)-Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2011. Acesso em 9 de Dezembro de 2019.
- ASTRUC, Didier. "Introduction: Nanoparticles in Catalysis." *Chemical Reviews*, vol. 120, no. 2, 2020, pp. 461–63. ACS Publications, doi:10.1021/acs.chemrev.8b00696.
- OKUMURA, Mitsutaka, et al. "A Career in Catalysis: Masatake Haruta." *ACS Catalysis*, vol. 5, no. 8, 2015, pp. 4699–707. ACS Publications, doi:10.1021/acscatal.5b01122.
- ZHANG, Dongen, et al. "Efficient Photocatalytic Activity with Carbon-Doped SiO<sub>2</sub> Nanoparticles". *Nanoscale*, vol. 5, no 13, 2013, p. 6167–72. pubs.rsc.org, doi:10.1039/C3NR01314F.



- The Skin Cancer Foundation. "UV Radiation". Disponível em: <<https://www.skincancer.org/risk-factors/uv-radiation/>>. Acesso em 1 de Fevereiro de 2020.
- HUANG, Xiaohua, et al. "Gold Nanoparticles: Optical Properties and Implementations in Cancer Diagnosis and Photothermal Therapy." *Journal of Advanced Research*, vol. 1, no. 1, 2010, pp. 13–28. doi:10.1016/j.jare.2010.02.002.
- GOGOI, Nibedita, et al. "TiO<sub>2</sub> Supported Gold Nanoparticles: An Efficient Photocatalyst for Oxidation of Alcohol to Aldehyde and Ketone in Presence of Visible Light Irradiation." *Chemical Physics Letters*, vol. 692, 2018, pp. 224–31. doi:10.1016/j.cplett.2017.12.015.
- TURKEVICH, John, et al. "A Study of the Nucleation and Growth Processes in the Synthesis of Colloidal Gold". *Discussions of the Faraday Society*, vol. 11, no 0, 1951, p. 55–75. pubs.rsc.org, doi:10.1039/DF9511100055.
- DE FREITAS, Lucas, et al. "An Overview of the Synthesis of Gold Nanoparticles Using Radiation Technologies". *Nanomaterials*, vol. 8, no 11, 2018. PubMed Central, doi:10.3390/nano8110939.
- POLTE, Jörg, et al. "Mechanism of Gold Nanoparticle Formation in the Classical Citrate Synthesis Method Derived from Coupled In Situ XANES and SAXS Evaluation". *Journal of the American Chemical Society*, vol. 132, no 4, 2010, p. 1296–301. ACS Publications, doi:10.1021/ja906506j.
- OLIVEIRA, R. de L. *Nanocatalisadores de ouro: Preparação, Caracterização e Desempenho Catalítico*. USP. 2009. Acesso em 8 Junho de 2021. Acesso em 8 Junho de 2021.
- XIA, Hui, et al. "Spectrophotometric Determination of P-Nitrophenol under ENP Interference." *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2021, doi:<https://doi.org/10.1155/2021/6682722>.
- JONES, Andrew Z. "The Visible Light Spectrum Contains the Colors We See". ThoughtCo. Disponível em: <<https://www.thoughtco.com/the-visible-light-spectrum-2699036>>. Acesso em 10 de Fevereiro de 2020.
- WILLETS, Katherine A., e Richard P. Van Duyne. "Localized Surface Plasmon Resonance Spectroscopy and Sensing". *Annual Review of Physical Chemistry*, vol. 58, no 1, maio de 2007, p. 267–97. DOI.org (Crossref), doi:10.1146/annurev.physchem.58.032806.104607.
- ATTA, Supriya, et al. "TiO<sub>2</sub> on Gold Nanostars Enhances Photocatalytic Water Reduction in the Near-Infrared Regime". *Chem*, vol. 4, no 9, 2018, p. 2140–53. doi:10.1016/j.chempr.2018.06.004. Acesso em 9 de Dezembro de 2019.



CHAISEEDA, Kittichai, et al. "Gold Nanoparticles Supported on Alumina as a Catalyst for Surface Plasmon-Enhanced Selective Reductions of Nitrobenzene". ACS Omega, vol. 2, no 10, 2017, p. 7066–70. PubMed Central, doi:10.1021/acsomega.7b01248.

WANG, J. et al. Microstructure and photocatalytic activity of TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> composite materials. Journal of Physics: Conference Series, v. 1676, p. 012059, nov. 2020.

#### FELIPE DABBAH

Estudante calouro na University of Southern California (USC). Pretende cursar engenharia de produção ou engenharia química. Produziu este trabalho enquanto cursava o ensino médio na Escola Beit Yaacov, de São Paulo. Apresentou tal projeto na Feira Brasileira de Jovem Cientistas (FBJC) – 2020, na qual foi agraciado com medalha de 3º lugar na categoria das ciências naturais.

#### VITOR MORAES DE ZAMARION

Vitor de Moraes Zamarion é líder de Ciências Naturais, coordenador e professor de STEAM, e professor de Sciences e de IB-Chemistry, na Escola Beit Yaacov. Graduado em Química Bacharelado com Atribuições Tecnológicas, pela Universidade Estadual de Londrina. Mestre e Doutor pela Universidade de São Paulo (USP) com período sanduíche na University of Florida. Atuou como professor no Instituto de Química da USP e foi professor visitante na University of British Columbia. Publicou 22 artigos científicos, é autor de 3 patentes e um capítulo de livro. Orientou alunos de mestrado, doutorado e graduação com diferentes projetos científicos.

submetido

31.07.2020

reapresentado

16.06.2021

aprovado

13.09.2021

**Contribuição de autoria.** Felipe Dabbah: elaboração do estudo, investigação de dados, levantamento bibliográfico e redação do artigo. Vitor Moraes de Zamarion: orientação em todas as etapas, edição, redação, e revisão do artigo.

**Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

## CRIPTOGRAFIA PÓS-QUÂNTICA: PROTOCOLO DENTE DE LEÃO

**HENRIQUE GUERRA** 

*Colégio Dante Alighieri, São Paulo, SP, Brasil, 01420-002,*

*henrique.guerra@colegiodante.com.br*

**CRISTIANE RODRIGUES CAETANO TAVOLARO** 

*Colégio Dante Alighieri e PUC-SP, São Paulo, SP, Brasil, 02202-000,*

*cristiane.tavolaro@cda.colegiodante.com.br*

### RESUMO

Desde a invenção do computador e da internet, a transmissão de informações ganhou escalas significativas, assim como os códigos que as protegem. Atualmente, o método mais usado de criptografia é o RSA, cuja segurança é fundamentada na dificuldade de fatorar um número. Contudo, o desenvolvimento das tecnologias quânticas viabilizaria o uso do Algoritmo de Shor, que usa propriedades quânticas para realizar a tarefa muito mais rapidamente do que os algoritmos vigentes, comprometendo a segurança dos dados online. Já existem protocolos clássicos de criptografia seguros e capazes de superar esse obstáculo; o intento desse trabalho, entretanto, é fornecer uma alternativa quântica a esses protocolos, através do aprimoramento dos métodos criptográficos resistentes ao Algoritmo de Shor e que já são usados comercialmente (em pequena escala), nomeadamente BB84 e E91, e discutir maneiras de utilizá-los nas redes de fibra óptica presentes nas cidades, com alterações mínimas.

**Palavras-chave:** Física Quântica. Emaranhamento Quântico. Criptografia.



## POST QUANTUM CRYPTOGRAPHY: DANDELION PROTOCOL

### ABSTRACT

Since internet and computer's invention, information's transmission has gained significant scales, as well as the codes that protect it. Currently, the most used cryptography protocol is RSA, whose safety underlies on the difficulty of factorizing a number. However, quantum technologies' development would make the use of Shor Algorithm - which uses quantum properties to do the factorization task way faster than the current algorithms - viable, compromising online data's safety. There already exist classic protocols which are safe and able to overcome this obstacle; this work's intent, however, is to develop a quantum alternative to these protocols, through improvement of Shor-resistant cryptographic methods that are already used commercially (in small scale), namely BB84 and E91, and to discuss ways to use them in present cities optic fibre networks, with little to no modifications.

**Keywords:** Quantum Physics. Quantum Entanglement. Cryptography.

### INTRODUÇÃO

A segurança de informações privadas e/ou confidenciais é um dos principais pilares que norteia a organização de nossa sociedade, pois, segundo a ONU (1948), **privacidade é um direito humano**. Isso não pode ser diferente no âmbito virtual, de forma que é fundamental que existam sistemas de criptografia seguros e eficientes protegendo a informação, respeitando o conceito de segurança da informação, que é fracionado nos seguintes tópicos, segundo Simião (2009, apud LEITE, 2016, p.3):

1. **Confiabilidade:** para que um sistema seja confiável, é necessário que se tenha a certeza de que somente pessoas previamente autorizadas vão ter acesso às informações ali armazenadas. Assegurando dessa maneira, que não haja a possibilidade de acesso de terceiros, sem o devido consentimento.
2. **Integridade:** assegura a intangibilidade, ou seja, garante que a informação não seja modificada, seja essa modificação uma alteração, gravação ou exclusão, acidental ou não, mantendo as características originais estabelecidas pelo proprietário dela.
3. **Disponibilidade:** garante que a informação esteja sempre disponível para consulta daqueles que têm acesso a ela.



4. Autenticidade: certifica a genuinidade da informação, verificando a pessoa ou entidade que fornece a informação.
5. Auditabilidade: é a possibilidade de auditoria de um sistema, que por sua vez, deve registrar os acessos às informações.
6. Não repúdio: propriedade em que se é garantido a impraticabilidade da negação de uma transação anteriormente feita por alguém.
7. Legalidade: o sistema deve estar de acordo com as leis e regulamentos aplicáveis ao uso da informação.

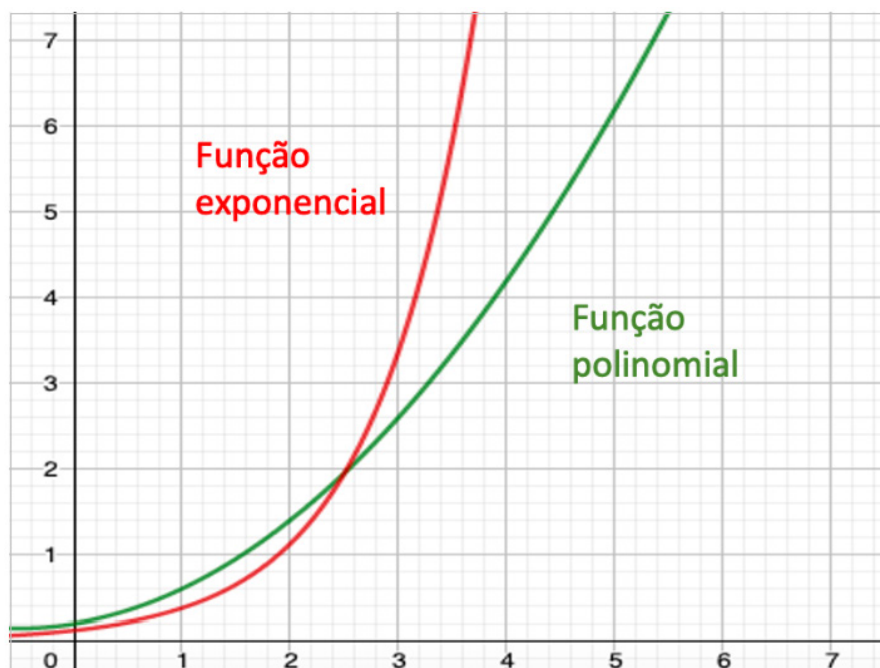
Com o desenvolvimento das tecnologias quânticas, no entanto, os sistemas de criptografia atuais perderiam sua confiabilidade em cerca de 10 anos (MOSES, 2009); estimativas utilizando a lei de Moore sugerem um prazo mais curto, entre 5,5 e 7,5 anos. Isso ocorre devido à natureza das operações por trás desses sistemas, que será exposta a seguir.

### 1.1 CRIPTOGRAFIA CLÁSSICA

Segundo Ekert (1991, p. 1, tradução nossa), “a criptografia pode ser concisamente definida como um sistema matemático de transformação de informação tal que ela é ininteligível, e conseqüentemente inútil, para aqueles que não devem ter acesso a ela”. Ela se baseia em um campo da Ciência da Computação chamado de “classe de problemas NP (Não Polinomiais)”: os problemas que podem ser verificados em tempo polinomial – ou seja, o algoritmo consome  $a_1N^{a_2}+b_1N^{b_2}+\dots+z$  tempo para verificar uma solução de  $N$  bits -, mas são resolvidos em tempo exponencial – um consumo de tempo de  $a^{N+z}$  ( $a>1$ ) - e portanto dados como intratáveis, isto é, consomem uma grande quantidade de tempo para serem solucionados. É possível visualizar a diferença entre tempo polinomial e exponencial na Figura 1.



figura 1. Gráficos de uma função exponencial (vermelho) e uma função polinomial (verde); é possível observar que, embora a função verde seja mais íngreme inicialmente, a vermelha rapidamente a passa.



Desta forma, informações podem ser codificadas de tal forma que decodificá-las pode levar anos ou até décadas – isto é, até que um algoritmo que resolva o problema em tempo polinomial seja desenvolvido.

#### 1.1.1 RSA

O RSA é um método de criptografia usado na transmissão de informação em toda a internet. Segundo Milanov (2009), ele funciona a partir do seguinte algoritmo (todas as variáveis e funções pertencem ao conjunto dos números naturais):

- Escolhem-se dois números primos  $p, q$ ;
- computa-se  $N = pq$  e  $\phi(N) = (p-1)(q-1) = 20$
- escolhe-se  $e$ , que deve ser coprimo a  $\phi(N)$  e menor que ele, além de ser maior do que 1;
- escolhe-se tal que  $de \equiv 1 \pmod{\phi(N)}$ ;
- descarta-se  $p, q, \phi(N)$ .  $d$  é mantido privado, e os demais parâmetros são anunciados publicamente.

Assim, alguém que deseja enviar uma mensagem a outra pessoa terá a mesma codificada em bits, obtendo  $m$ , e calculará  $k = m^e \pmod{N}$  que anunciará publicamente; o destinatário então calculará  $k^d = m^{ed} \equiv m^1 \pmod{N}$ , e obterá a mensagem original. A segurança do sistema reside em  $d$ , cuja obtenção exige a fatoração de  $N$  que é extremamente trabalhosa (MILANOV, 2009).



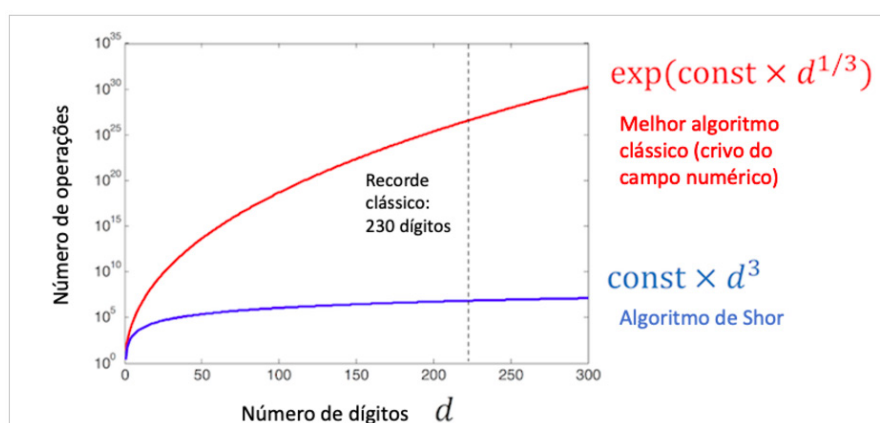


### 1.1.2 Algoritmo de Shor

O Algoritmo de Shor integra “um algoritmo probabilístico eficiente para encontrar um fator de  $N$ ” (FREITAS, 2010, p.68). Diferentemente dos demais algoritmos de fatoração atual, ele realiza a tarefa em tempo polinomial, embora com uma pequena margem de erro (pertence à classe de complexidade BQP, ou tempo polinomial quântico limitado ao erro (BERNSTEIN; VARIZANI, 1997), tornando muito mais eficiente do que seus predecessores (Figura 2).

figura 2. Gráfico comparativo entre o Algoritmo de Shor e o Crivo do Campo Numérico (o melhor algoritmo de fatoração clássico para números de mais de 100 dígitos, até 2003 (CASE, M., 2003).

Disponível em: <https://quantum-computing.ibm.com/composer/docs/iqx/guide/shors-algorithm>. Acesso em 11/06/2020.



De forma resumida, este algoritmo calcula a ordem  $r$  de um inteiro  $x$  tal que  $1 < x < N$ ; esta ordem será usada para o cálculo de  $\text{mdc}(x^{\frac{r}{2}+1}, N)$  e  $\text{mdc}(x^{\frac{r}{2}-1}, N)$  ( $\text{mdc}$  é a sigla para maior divisor comum), dos quais um deles retornará um fator de  $N$  não trivial (isto é, diferente de 1 e de  $N$ ) com probabilidade maior que  $\frac{1}{2}$  (FREITAS, 2010). Para tal, ele se apoia nos recursos oferecidos pelos computadores quânticos, que são capazes de realizar diversos cálculos ao mesmo tempo e, se manipulados de forma correta, podem produzir resultados valiosos – a ciência por trás dessas propriedades é explicada na seção 1.2. Vale ressaltar que isso não significa que os computadores quânticos são mais poderosos do que os clássicos (BERNSTEIN; VAZIRANI, 1997), mas apenas que eles nos oferecem possibilidades computacionais diferentes (DEUTSCH, 1985).

O Algoritmo de Shor já vem sendo implementado e testado em experimentos pioneiros, fazendo uso de números pequenos como 15, 21 e 35, e obtendo inclusive resultados livres de ruído (veja em 2.2.3) com versões escaláveis do algoritmo (MARTÍN-LÓPEZ *et al.*, 2012), e outros, quânticos (LI; PENG; SUTER, 2012) ou clássicos (BARBULESCU *et al.*, 2014) e capazes de resolver certos processos utilizados em criptografia assimétrica, comprometem-na ainda mais; simplesmente aumentar o tamanho da chave usada não resolveria o problema, já que a quantidade de bits adicionada à uma chave não é proporcional aos ganhos obtidos em segurança, que se torna marginal após chaves de 4096 bits (GnuPG, entre 2012 e 2018). A



Criptografia de Curva Elíptica, dada como sucessora do RSA, é ainda mais vulnerável à invenção de Shor (PROOS; ZALKA, 2004); assim, foi comprometida grande parte dos algoritmos criptográficos de chave pública (responsáveis pelo estabelecimento de uma comunicação de forma segura), conforme evidencia-se na Tabela 1.

Algoritmo Criptográfico	Tipo	Propósito	Impacto de computadores quânticos de grande escala
RSA	Chave pública	Assinaturas, estabelecimento de chave	Não mais seguro
ECDSA, ECDH (Criptografia de Curva Elíptica)	Chave pública	Assinaturas, estabelecimento de chave	Não mais seguro
DSA (Criptografia de Campo Finito)	Chave pública	Assinaturas, estabelecimento de chave	Não mais seguro

tabela 1. Impacto da Computação Quântica em algoritmos criptográficos populares.

Fonte: CHEN, L. et al., 2016. Report on Post-Quantum Cryptography. NIST.

Existem propostas criptográficas imunes a essas tecnologias (NIST, 2017); no entanto, a análise e escolha de um protocolo definitivo e sua normatização só será completa por volta de 2024, segundo Dustin Moody, do NIST (2020)<sup>1</sup>. As propostas são baseadas em três tipos de problemas, que se acredita serem da classe NP (BASU *et al.*, 2019). Ao desenvolver-se uma criptografia orientada na Física Quântica em detrimento da Matemática, pretende-se oferecer uma solução diversa das demais, dando alternativas caso as outras sejam ameaçadas, além de oferecer um tipo diferente de segurança: enquanto os protocolos clássicos oferecem segurança da chave baseada em tempo (BENNETT, 1992), os quânticos oferecem uma chave absolutamente inquebrável, uma vez implantada – embora a implantação dessa chave não seja uma certeza, diferentemente do que ocorre no análogo clássico. Alguns esforços já foram feitos nesse sentido, sendo o mais famoso deles a “competição” promovida pelo Instituto Nacional (americano) de Padrões e Tecnologia (2019); objetiva-se aqui

<sup>1</sup> E-mail recebido, na íntegra:

(nome omitido)

If you look at some of our presentations on our webpage, you'll see that we estimate the 3rd round to conclude sometime about 2022, or thereabouts. It might be a little later. That's when the algorithms that will be standardized will be announced. It will then take us a year or two to write the standard, put it out for public comment, and get it finalized.

We don't control people implementing the algorithms. That runs its own course. It can take years.

Dustin (DUSTIN, 2020)



desenvolver tal criptografia por vias quânticas em detrimento das clássicas, de forma a oferecer uma solução diversa e segura caso as demais venham a perder sua segurança. O desenvolvimento dessa criptografia, logicamente, é indissociável de seu suporte teórico e dos outros protocolos que a inspiraram.

## 1.2 FÍSICA QUÂNTICA

Física Quântica é a ciência que estuda matéria e energia em escala atômica. Uma propriedade marcante de entidades quânticas (como fótons e elétrons) é a que eles podem se comportar tanto como partículas, interagindo com a matéria de forma localizada, ou como ondas, interagindo de forma dispersa (EISBERG; RESNICK, 1983; SHANKAR, 1994). Assim, os resultados de uma medida quântica não podem ser descritos *a priori* senão por uma soma de probabilidades atribuídas a diferentes resultados potenciais (SHANKAR, 1994), conhecida como “superposição de estados”. Ao ser medida, a entidade se manifestará em um dos estados que contém, produzindo o resultado observado; isto é, a medição de uma entidade afeta suas propriedades (EISBERG; RESNICK, 1983), o que faz com que seja impossível, por exemplo, medir a polarização de um fóton sem alterar este estado de polarização.

Daqui em diante, será abordado especificamente essa entidade – fóton – visto que ela é hegemônica em se tratando de transmissão de informação quântica. Os trabalhos de Ursin e colegas (2007) e o de Kurtsiefer e colegas (2002) são dois dos muitos exemplos de artigos no campo nos quais fótons são utilizados sem muita discussão sobre os motivos para tal. Isso ocorre porque fótons, as partículas associadas às ondas eletromagnéticas, são por natureza entidades que viajam a altas velocidades e usadas para transmitir informação classicamente, através de fibras ópticas (SEARCHNETWORKING, 2019). Apesar disso, a maior parte do raciocínio desenvolvido no decorrer deste texto pode ser generalizado para as demais entidades quânticas (como, por exemplo, elétrons).

A polarização de um fóton é o ângulo no qual ele está orientado, mas esse conceito faz mais sentido quando se pensa no fóton como uma onda eletromagnética que vibra numa direção específica. O aparato de medida relativo à polarização é denominado polarizador; caso um fóton atravesse um polarizador, isso significa que a probabilidade de ele assumir a polarização medida pelo polarizador era maior do que 0 e que essa possibilidade se concretizou. A chance de um fóton atravessar um polarizador é dada pela Lei de Malus:

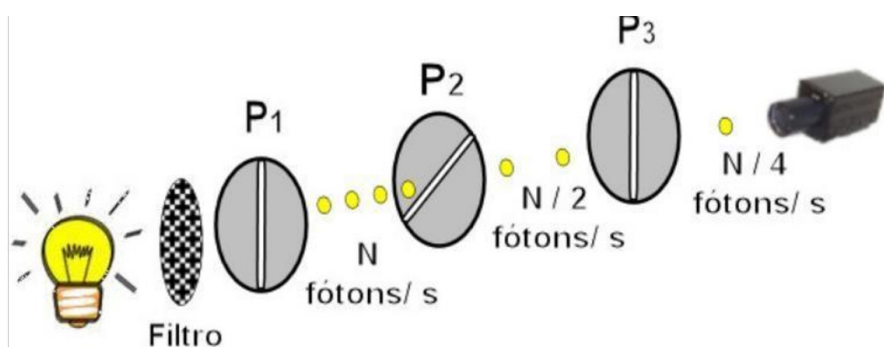
$I_s = I_e \cdot \cos^2 \theta$  (Equação 1), sendo  $I_s$  a intensidade de saída do feixe,  $I_e$  sua intensidade de entrada e  $\theta$  a defasagem entre os ângulos do polarizador e da polarização da onda.



Repare que esta lei muitas vezes contradiz a lógica clássica: um feixe de fótons orientado a 0°, por exemplo, após atravessar polarizadores 0°, 45° e 0°, por exemplo, teria ¼ de seu tamanho original (Figura 3), enquanto a lógica clássica nos diria que todo o feixe seria eliminado pelos polarizadores. Isso ocorre justamente porque, ao passar por um polarizador, o

figura 3. Intensidade de um feixe de fótons após ser submetido a polarizadores a 0°, 45° e 0°, respectivamente.

Fonte: JONATHAN, Daniel. Rumo à mecânica quântica, via fótons polarizados. Curso de Licenciatura em Física. Universidade Federal Fluminense, 2006.



fóton tem sua polarização alterada.

Esta lei, entretanto, não se aplica a uma situação específica da física quântica: quando dois fótons estão emaranhados, o comportamento de um fóton enquanto interagindo com um polarizador está diretamente correlacionado ao comportamento de seu par emaranhado no mesmo processo (BES, 2012). Um exemplo de comportamento emaranhado é: se um fóton passa por um determinado polarizador, seu par emaranhado também passará por ele, e vice-versa. Assim, a chance de dois fótons emaranhados dessa forma passarem por um polarizador a 60° é de 0,25, contra 0,0625, caso eles não estivessem emaranhados.

Pode-se testar o emaranhamento entre conjuntos de fótons a partir de testes de Bell, que foram inicialmente desenvolvidos para provar que o emaranhamento era um fenômeno real (BES, 2012), e atualmente são usados para testar a correlação entre entidades quânticas. Nesse trabalho, utilizou-se o teste CHSH de um canal, derivado da desigualdade na Equação 2:

$$|P(a, b) - P(a, c)| + P(b, d) + P(c, d) \leq 2 \quad (\text{Equação 2}) \quad (\text{CLAUSER; HORNE; SHIMONY; HOLT, 1969})$$

Experimentalmente,  $P(x, y)$  representaria o número de medições coincidentes entre polarizadores de ângulos  $x$  e  $y$ , dividida pelo número total de fótons que interagiu com cada um dos polarizadores. A dedução da Equação 2 não será explicada aqui; basta saber que ela testa se o sistema que está sendo medido pode ser descrito como dois sistemas independentes (isto é, não correlacionados) ou não (CLAUSER; HORNE; SHIMONY; HOLT, 1969); em caso negativo, as inequações serão violadas.

O emaranhamento quântico é parte chave não só desse trabalho, mas



também de grande parte da criptografia quântica. A segurança desta se deve a dois princípios quânticos: o comportamento único e probabilístico das entidades, que não está presente na física clássica (ŠUPIĆ; BOWLES, 2020) e o fato de que medir uma entidade muda seu estado (conforme explicado anteriormente). Essas características únicas criam um canal de comunicação no qual “espionagem passiva é inútil, enquanto qualquer tentativa de manipulação ativa tem alta chance de ser detectada” (BENNETT; BRASSARD, 1984, p. 1).

### 1.3 PROTOCOLO DENTE DE LEÃO

Propõe-se um método criptográfico, cunhado Dente de Leão (em alegoria ao emaranhamento quântico), no qual utilizar-se-ia o uso de feixes emaranhados para evitar que a informação caia em mãos de terceiros. Isso ocorreria através de um sistema que funcionaria seguindo o seguinte algoritmo (Figura 4):

- A cria os feixes emaranhados  $f_1$  e  $f_2$ ;
- A armazena  $f_1$  em uma memória EIT (descrita em HEINZE; HUBRICH; HALFMANN, 2013) e manda  $f_2$  a B, por um canal público;
- B mede parte de  $f_2$  em diferentes polarizações (visando realizar o teste CHSH posteriormente) e anuncia publicamente o trecho editado;
- A tira  $f_1$  da memória EIT e mede o trecho correspondente em diferentes polarizações (novamente, visando realizar o teste CHSH);
- B edita (classicamente) o trecho quanticamente incólume de  $f_2$ , e o anuncia publicamente;
- A compara  $f_1$  e  $f_2$ ; se o resultado do teste CHSH implicar em feixes

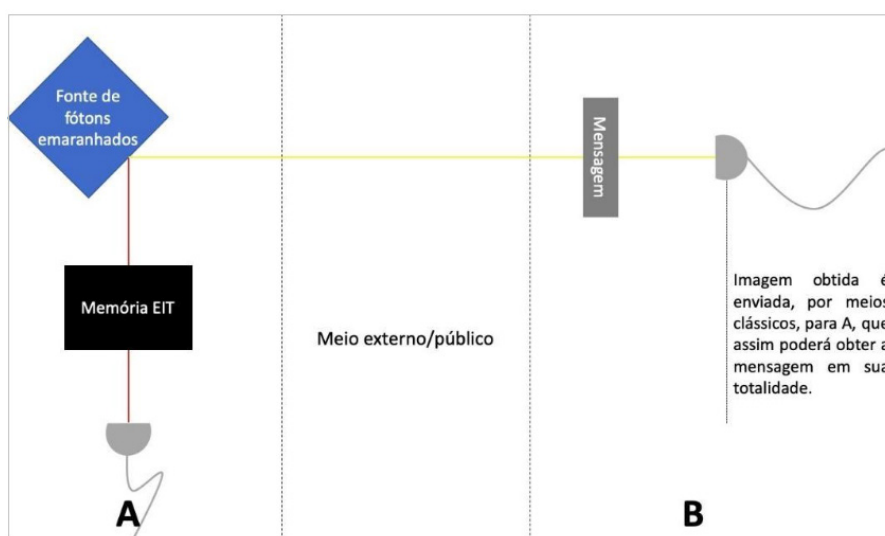


figura 4. Ilustração do protocolo.



emaranhados (para mais informações, veja o tópico 7.1), a chave é adotada; caso contrário, a chave é abortada.

Dessa forma, somente A teria acesso aos dois feixes e, portanto, à informação que foi introduzida por B neles. Isso ocorre porque, embora a informação em  $f_2$  seja totalmente aleatória, ela está diretamente correlacionada àquela em  $f_1$ , e, portanto, quaisquer modificações realizadas classicamente seriam notadas pela comparação entre os feixes.

#### 1.4 COMPARAÇÃO ENTRE PROTOCOLOS

O método neste texto configuraria uma alternativa aos protocolos BB84 e E91, que já são usados comercialmente desde 2004, mas pecam em alguns quesitos, como será visto a seguir.

##### 1.4.1 BB84

O BB84, que deve seu nome aos seus criadores Charles Bennet e Gilles Brassard, é um dos pioneiros de seu ramo (Figura 5). Nele, a informação a ser transmitida é preparada em um eixo  $0^\circ/90^\circ$  ou  $-45^\circ/45^\circ$ , e enviada ao destinatário, que medirá cada um dos *bits* em um eixo; caso o *bit* seja medido no eixo errado, sua informação se perderia, uma vez que a

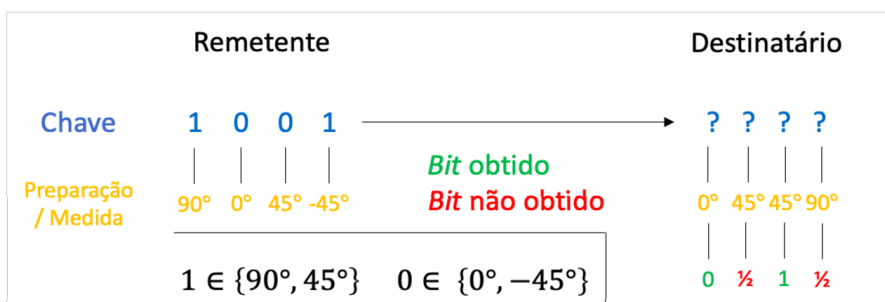


figura 5. Esquema de funcionamento do protocolo BB84

medição sempre retornaria  $\frac{1}{2}$  (de acordo com a Lei de Malus, descrita na seção 1.2).

Então, a mensagem é reenviada para que o destinatário obtenha a chave em sua totalidade; caso um terceiro esteja tentando obtê-la, a informação será deformada, o que será percebido pelo destinatário, e a preparação dos *bits* será mudada. O terceiro possui chances ínfimas de obter a informação em apenas uma interceptação (e assim poder retransmití-la, obtendo a chave sem o conhecimento de A ou B), dadas por

$$P(n) = \left(\cos \frac{\pi}{8}\right)^{2n} \approx 0,8534^n \text{ (Equação 3), para uma mensagem de } n \text{ bits.}$$

A tentativa de interceptação poderia ser evitada caso o tempo de transmissão da mensagem fosse utilizado como parâmetro, porém, as diferenças entre fibras ópticas e a quantidade de variáveis envolvidas provavelmente tornaria isso inviável.



No entanto, o protocolo desqualifica-se pela ampla margem que dá para que o terceiro interrompa a comunicação pela observação contínua dela, além de duas possibilidades de ataque: introduzindo fótons extras na preparação dos estados, fazendo com que mais de um fóton seja preparado com a mesma informação, e depois retirando o excedente, obtendo informação de forma indetectável (SPEKKENS; RUDOLPH, 2002); ou “cegando” o detector do receptor, desviando os fótons e medindo-os.

#### 1.4.2 E91

Publicado por Arthur Ekert em 1991, consiste de dois feixes emaranhados produzidos por um terceiro, que são filtrados aleatoriamente pelos interlocutores, em 3 ângulos previamente combinados. De acordo com Ekert (1991), A usaria 22,5°, 45° e 67,5°, enquanto B usaria 45°, 67,5° e 90°. Através desse padrão, alguns fótons seriam medidos por ambos os interlocutores no mesmo ângulo, e, por estarem emaranhados, produziriam a mesma medida; outros seriam medidos em ângulos diferentes – esses seriam anunciados publicamente, possibilitando a A e B realizarem o teste CHSH (descrito em 5.1.3) e concluindo se os feixes medidos foram ou não manipulados por “espiões” (em caso positivo, o emaranhamento se dissiparia).

Por mais que seja interrompível por terceiros, o E91 dá uma menor margem para tal do que o BB84, mas exige a presença de um agente externo produzindo partículas emaranhadas. Ele é mais seguro que seu predecessor, por não permitir ataques por introdução de fótons.

#### 1.4.3 B92

Proposto por Bennet em 1992, o protocolo assemelha-se ao BB84; entretanto, após a primeira medição, B declararia publicamente os fótons que conseguiu medir e descartaria os demais, juntamente a A. Esse protocolo está sujeito aos mesmos ataques de seu predecessor e possui uma chave reduzida sem reduzir a probabilidade descrita na Equação 3, além de, segundo Sasaki, Matsutomo e Uyematsu (2015), exigir uma precisão maior do que o BB84; dessa forma, sua aplicação não será sequer discutida, e sua descrição é meramente informativa.

### 1.5 DISCUSSÃO DA VIABILIDADE

A transmissão de feixes de luz pelo planeta é feita através de cabos de fibra óptica, que consistem em quatro elementos, de acordo com Byju's (201-, tradução nossa):

- O Transmissor – Ele produz os sinais de luz e codifica-os para possibilitar a transmissão.



- A Fibra Óptica – O meio de transmissão para o pulso (sinal) de luz.
- O Receptor Óptico – Ele recebe o pulso de luz transmitido e o decodifica para uso.
- O Repetidor Óptico – Necessário para transmissão de informação a longas distâncias.

De acordo com SearchNetworking (2019), a fibra óptica é comumente dividida em dois tipos primários: modo único, que transmite apenas um sinal de luz por vez por longas distâncias, e multimodo, que é capaz de transmitir múltiplos sinais, mas devido à sua grande taxa de perda de sinal, apenas em distâncias curtas. Nessa discussão, apenas o primeiro tipo será referido.

O maior obstáculo para o uso prático da criptografia pós-quântica na atualidade é a fragilidade da informação, o que impede a transmissão de dados em longas distâncias. Até 07/02/2020, a maior distância de transmissão de informação quântica já obtida era 50km (KRUTIANSKYI et al., 2020); isso ocorre porque há perda de informação durante a transmissão, devido a impurezas na fibra óptica. Para propósitos clássicos, um repetidor é usado, habilitando deslocamentos maiores, mas seu uso na informação quântica não é possível, pois a medição e retransmissão de um estado implica na perda de suas propriedades e informações. Uma possível solução seria um sistema que fizesse uso de conexões terceiras para transmitir informações, sem que fosse possível aos donos delas acessá-las; também está em desenvolvimento uma espécie de repetidor quântico, que já possibilitou transmissão de fótons entre memórias quânticas através de 22km (YU et al., 2020).

Como já discutido anteriormente, fibras ópticas imperfeitas também impedem o uso do tempo e de graus de precisão muito altos em protocolos; tais contratempos, entretanto, são inevitáveis do ponto de vista prático. Coube à metodologia desenvolvida no decorrer deste trabalho concluir se esses e outros problemas são ou não impeditivos à execução do Protocolo Dente de Leão; nela, verificou-se e mensurou-se a influência do erro prático em algumas situações distintas de processos quânticos.

## 2 HIPÓTESE

Ao invés de investir em novos códigos algébricos que poderão ser decodificados por algoritmos aliados à computação quântica ou a supercomputadores, acredita-se que seria eficaz usar sistemas quânticos para a codificação da informação. Este sistema não pode se fundamentar em nenhum algoritmo ou processo clássico, de forma a garantir sua imunidade à computação quântica e diversidade em relação aos demais protocolos, e será, portanto, baseado no sistema de *qubits*, que por





sua vez explora a polarização dos fótons, o *quanta* de energia de onda eletromagnética.

### 3 OBJETIVO

Criar um método criptográfico resistente aos novos métodos de decodificação e/ou otimizar os atuais, criando um sistema viável que possa ser utilizado a curto prazo; e analisar, a partir de comparação com rede interuniversitária parceira (RNP, 2007), as adaptações necessárias no sistema atual de fibras ópticas de São Paulo para permitir o seu uso para sistemas quânticos, procurando minimizá-las. Dessa forma, pretendemos resolver os seguintes problemas, expostos pela BBC (2017):

- Fazer computadores quânticos se comunicarem entre si;
- garantir a proteção contra hackers;
- transmitir mensagens por longas distâncias sem perder parte delas;
- direcionar mensagens por uma rede quântica.

### 4 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foram, e serão, realizados experimentos que abordam medidas de características quânticas da luz, empregando a infraestrutura do laboratório de óptica quântica da instituição de nosso coorientador, sob a sua tutela. Em paralelo a eles, será realizada a ideiação dos sistemas que visamos desenvolver, e suas qualidades serão testadas.

#### 4.1 EXPERIMENTO 1

Foram observados e analisados casos quânticos de dois sistemas de dois níveis (2 qubits), em que um laser incide em dois cristais, que os absorvem e, em uma taxa extremamente baixa, produzem pares de fótons emaranhados (Figura 6). Esses pares emaranhados foram submetidos a polarizadores de graus diferentes, de forma que cada partícula possui uma probabilidade de atravessá-lo ou não de acordo com a Lei de Malus (ver seção 1.2). Caso atravessasse o polarizador, ela é medida por um sensor, que mede o número de fótons captados em cada polarização na qual o polarizador é ajustado. Essas medidas são utilizadas por uma CPU para

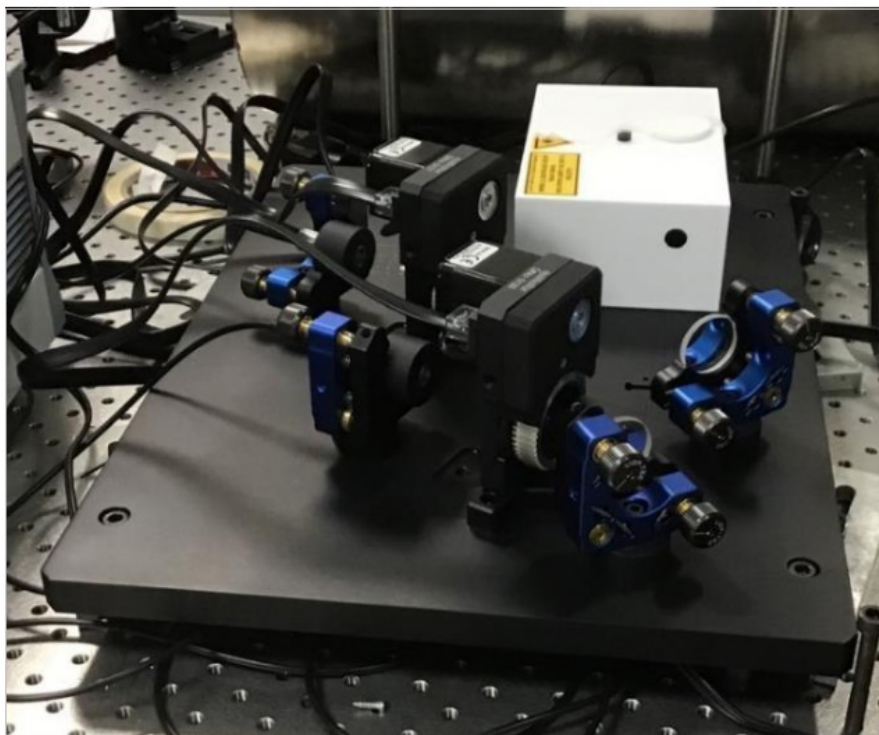


figura 6. Estrutura experimental mostrando o emissor laser, os cristais e os polarizadores (laboratório de óptica quântica – instituição parceira).

o cálculo do coeficiente de correlação entre os fótons, a partir do teste CHSH (QUINTINO; ARAUJO, 2011) e da correção dos valores observados.

#### 4.2 EXPERIMENTO 2

Comprovado o emaranhamento entre os pares de fótons (no experimento anterior), foram observados e analisados casos quânticos de um sistema simples (de 1 *qubit*), no qual fótons foram submetidos a diferentes polarizações, e a congruência dos resultados em relação a Lei de Malus foi analisada. O equipamento utilizado foi o mesmo do Experimento 1 (Figura 6).

#### 4.3 EXPERIMENTO 3

Foi realizado o teste de canal do BB84, isto é, provou-se praticamente que sua execução é plausível. Para tal, foram utilizados uma fonte de luz clássica, uma placa de onda (uma lente que determina a polarização

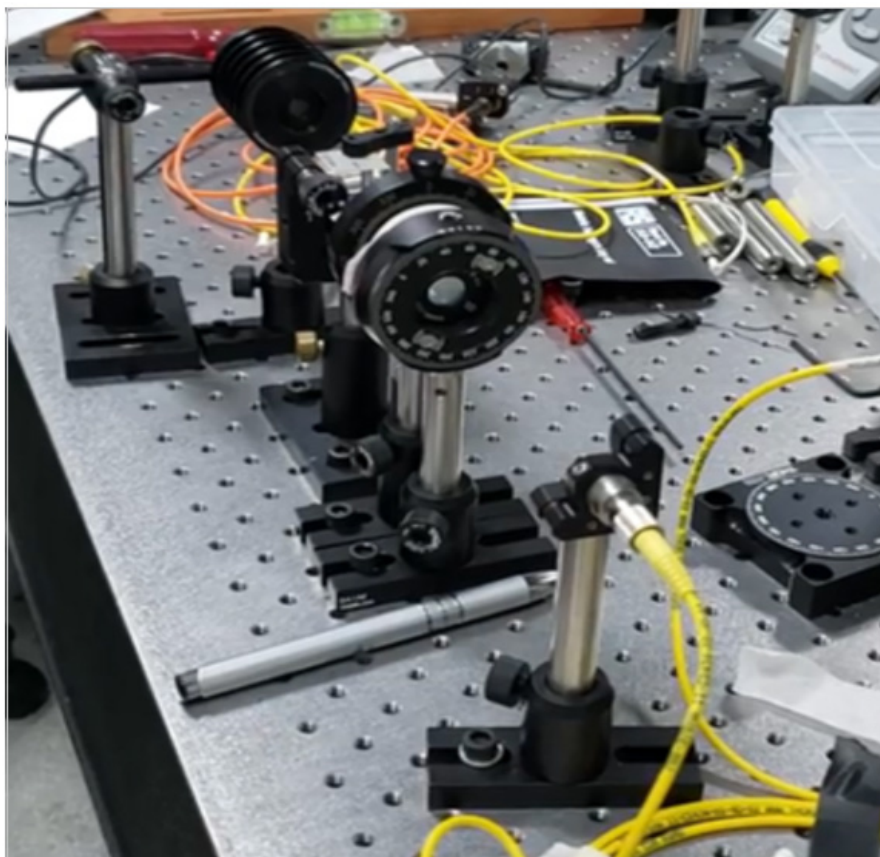


figura 7. Estrutura experimental mostrando a uma fonte de fótons, uma placa de onda, o cubo divisor polarizador e o detector (laboratório de óptica quântica – instituição parceira).

da luz sem filtrá-la), um cubo divisor polarizador (uma espécie de polarizador horizontal que reflete a luz que não o atravessa) e um detector (Figura 7).

#### 4.4 EXPERIMENTO 4

Foi realizado o teste de canal do E91. A estrutura experimental utilizada foi a mesma do experimento 1 (Figura 6).

### 5. RESULTADOS

#### 5.1 EXPERIMENTO 1

As duas primeiras colunas da Tabela 2 indicam a polarização utilizada em cada uma das lentes, e a terceira o número de coincidências.



POLARIZADOR 1 (X)	POLARIZADOR 2 (Y)	COINCIDÊNCIAS
0°	22,5°	63675
0°	112,5°	11099
90°	22,5°	16442
90°	112,5°	91337
0°	67,5°	12521
0°	157,5°	63387
90°	67,5°	90847
90°	157,5°	16906
45°	22,5°	68366
45°	112,5°	23773
135°	22,5°	9347
135°	112,5°	82321
45°	67,5°	81911
45°	157,5°	10982
135°	67,5°	24314
135°	157,5°	68678

tabela 2. Dados coletados no Experimento 1 (Os ângulos foram escolhidos visando maximizar a Desigualdade de Bell)

Ao serem submetidas ao protocolo CHSH, essas medidas retornaram um valor corrigido de 2,638 para o software que realiza o experimento e um valor “bruto” de 2,719 a partir de nossos cálculos; ambos os valores, portanto, indicam emaranhamento entre as partículas (descrito em 1.2).

Para a realização do protocolo CHSH, as medidas foram agrupadas de 4 em 4 de acordo com os ângulos utilizados nelas (tal agrupamento já foi realizado na Tabela 2); elas são somadas, cada uma delas é associada a um sinal positivo ou negativo a partir de seus ângulos (ângulos menores ou iguais a 90° recebem o sinal +, aquelas entre 90° e 180° recebem um sinal de -, e os sinais são somados) e normalizadas (divididas pela soma das medidas do grupo).

$$E = N_{++} - N_{-+} - N_{+-} + N_{--} \quad (\text{Equação 4})$$

Os valores obtidos foram aproximados em 3 casas decimais e somados; assim, cada grupo possuía um valor entre -1 e 1 associado a ele (correspondente a  $E$ , na Equação 4). Esses valores são utilizados para obter  $S$ , que é o resultado do teste CHSH:

$$S = E(a_1 b_1) + E(a_2 b_1) + E(a_1 b_2) - E(a_2 b_2) \quad (\text{Equação 5})$$

No caso, os valores obtidos pelo autor foram de 0,779, -0,68, 0,64 e 0,62, respectivamente, resultando em um valor  $S$  de 2,719. Observe que, em um sistema clássico, o seu valor máximo seria de 2, quando  $a_1 = a_2 = b_1 = b_2 = 1$ . Quanticamente, o valor máximo é  $2\sqrt{2}$  (cerca de



2,82).

## 5.2 EXPERIMENTO 2

As duas primeiras colunas da Tabela 3 indicam as polarizações às quais os

Polarizador 1	Polarizador 2	Contagens
0°	0°	62934
0°	45°	32709
0°	90°	3025
0°	135°	33149
45°	0°	32268
45°	45°	78658
45°	90°	52372
45°	135°	4529
90°	0°	2968
90°	45°	51122
90°	90°	99885
90°	135°	48729
135°	0°	32033
135°	45°	5389
135°	90°	52877
135°	135°	78855

tabela 3. Dados coletados no Experimento 2

fótons foram submetidos, e a última, o número de coincidências (quando os dois sensores detectam fótons simultaneamente) contabilizadas.

Como os pares de fótons emaranhados devem ter a mesma polarização (que não é definida, no entanto, até que seja medida), o número de contagens deve ser equivalente ao previsto pela Lei de Malus (descrita na seção 1.2). Comparando os dados experimentais com as previsões matemáticas, foi obtido um desvio-padrão médio para as medidas de  $\sigma = 13208,445$ , ou cerca de 13,2% das medidas. A distorção inviabiliza propostas que exijam grandes precisões; os resultados, no entanto, são qualitativamente condizentes com as previsões matemáticas da lei.

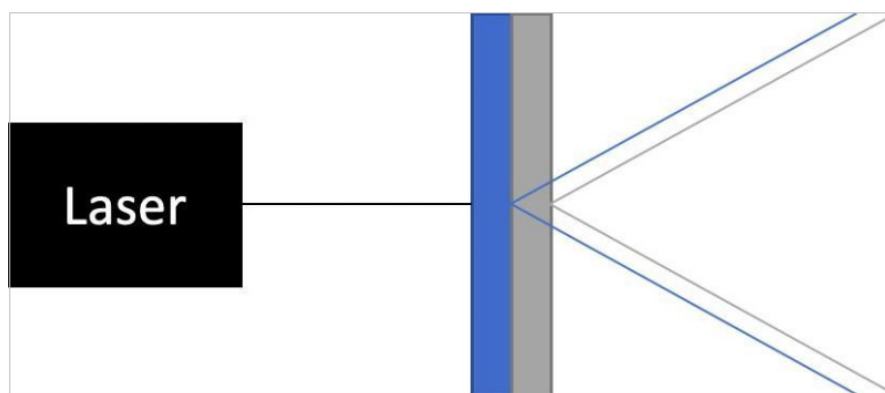
As distorções observadas se devem a diversos fatores, como a calibragem dos aparelhos, a pequena margem de entrada dos sensores, a luz ambiente e o fato de que os fótons gêmeos são produzidos em cristais diferentes (Figura 8), de acordo com o manual da fabricante (Figura 9) do equipamento (QUEDL, 2017, tradução nossa):



A informação distintiva, que pode evidenciar os processos de emissão e, conseqüentemente, reduzir sua coerência mútua, pode ser de caráter temporal ou espacial. O último caso ocorre sempre que os modos de emissão são espacialmente distinguíveis. Para evitar essa situação, os cristais não lineares devem ser suficientemente finos e a conversão dos fótons em sinais eletrônicos deve ser feita através de canais monomodo, como pares de fibra óptica monomodo. [...] [como ambas as medidas são adotadas,] não há maneira, mesmo a princípio, de distinguir espacialmente se os fótons medidos vieram do primeiro ou do segundo cristal e assim pares de fótons puramente emaranhados quanto à polarização podem ser detectados.

No domínio do tempo, a birrefringência dos cristais [isto é, um raio que atinge o cristal é dividido em dois] em combinação com a dispersão levam a um efeito indesejado. Os tempos de chegada dos fótons à face produtora de fótons do segundo cristal depende de seus comprimentos de onda e polarizações, o que revela a posição original dos fótons-pares. Isso leva a uma perda parcial de coerência entre os dois processos de emissão, e conseqüentemente a uma qualidade de emaranhamento reduzida.

figura 8. Esquema (nossa autoria) da produção dos pares de fótons gêmeos (fora de escala). A diferença de posição entre cada par (que deveria constituir um único feixe) é uma das causas das distorções nos resultados das medições.



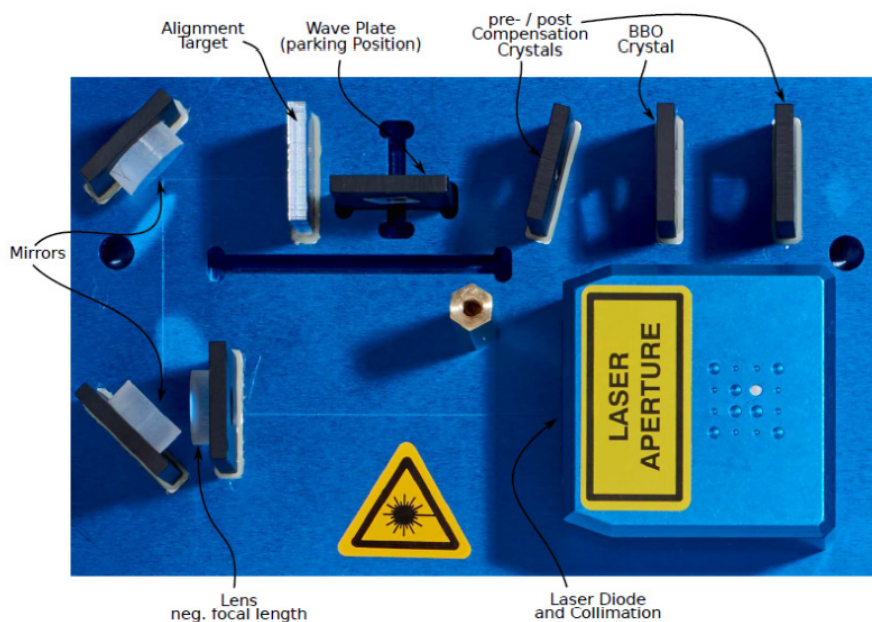


figura 9. Detalhes internos da fonte de fótons emaranhados.

Fonte: QUEDL. Entanglement demonstrator. 1 ed. [S.l.]: Qutools, 2017, p. 7.

Note que, embora lide-se com 2 feixes de fótons, trata-se de um sistema de 1 *qubit*, pois um deles apenas define a polarização do outro.

### 5.3 EXPERIMENTO 3

Quando a placa de onda foi ajustada a  $0^\circ$ , foram obtidas medidas de cerca de 0,8 milliwatts; e entre  $45^\circ$  e  $-45^\circ$ , os valores aproximaram-se de 0,46 milliwatts; e, a  $90^\circ$ , os resultados foram perto de 30 microwatts. Embora a fonte utilizada tenha potência de 3 a 5 miliwatts, há dissipações no processo experimental, o que pode explicar a potência medida a  $0^\circ$ . Na Figura 10, há um gráfico que compara os resultados obtidos com a previsão matemática da Lei de Malus, admitindo-se uma potência de 0,85 miliwatts quando nenhuma medida é feita.

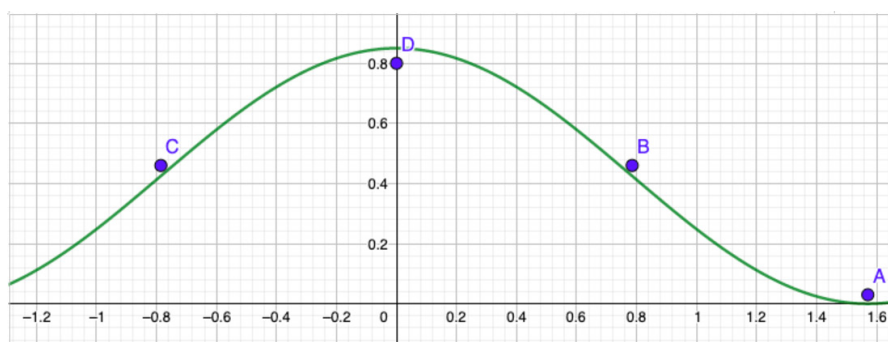


figura 10. Comparação entre as medidas obtidas (pontos A, B, C, D) e a previsão matemática da Lei de Malus, ajustada.

O experimento busca uma situação análoga àquela proposta pelo BB84. Aqui, a placa de onda representa fótons preparados em um eixo determinado, enquanto o divisor de feixe representa o destinatário da mensagem, que nesse caso apenas realiza medições em um eixo. Note que



a analogia é imperfeita, porque a simulação não prepara fótons um por um, como requerido pelo protocolo.

Os resultados mostram clara distinção entre medições no eixo certo, possibilitando a identificação dos *bits* apesar de uma pequena margem de erro - que deve ser maximamente de 16,5% (SASAKI, H; MATSUMOTO, R.; UYEMATSU, T., 2015) -, enquanto as feitas no eixo errado são indistinguíveis. Assim, a viabilidade do método criptográfico foi corroborada.

#### 5.4 EXPERIMENTO 4

Os resultados estão organizados na Tabela 4 de acordo com os parâmetros utilizados.

Polarizador 1	Polarizador 2	Coincidências
0°	0°	7100
0°	90°	240
0°	45°	3600
0°	-45°	3700
45°	0°	3800
45°	90°	3700
45°	45°	7050
45°	-45°	350
90°	0°	300
90°	90°	7500
90°	45°	4000
90°	45°	3700
-45°	0°	3300
-45°	90°	4300
-45°	45°	400
-45°	-45°	7200

tabela 4. Dados coletados no Experimento 4





Taxas de erro variaram entre 0,6% e 5,2%, e eram baixas o suficiente para possibilitar a identificação de espionagem, já que elas não inviabilizam o teste CHSH (as medidas do Experimento 1 tiveram taxas de erro maiores do que as desse). Assim, a viabilidade do método está confirmada.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir a partir do trabalho realizado que o protocolo ideado é viável e seguro, visto que ele faz uso dos mesmos mecanismos que o BB84 e o E91, cuja viabilidade foi assegurada nos experimentos 3 e 4. Além disso, o experimento 2 oferece dados valiosos para o desenvolvimento desse protocolo, pois delimita as possibilidades práticas de sua execução.

A próxima etapa para o desenvolvimento do protocolo é a comparação teórica entre ele e os demais protocolos quânticos – o que não foi possível a partir da metodologia desenvolvida nesse trabalho até o ponto da publicação – com o objetivo de assinalar vantagens e desvantagens desse protocolo e determinar se ele é competitivo em relação aos demais. Em caso positivo, é necessário determinar quais são os requisitos práticos para a execução – por exemplo: quais comprimentos de onda podem ser usados no protocolo? A quais distâncias ele é efetivo? Que margem de erro ele pode suportar? Que adaptações nas redes de fibra óptica são necessárias para sua execução? Respondidas essas questões, o protocolo Dente de Leão estaria pronto para o uso prático, e se tornaria mais uma alternativa segura para futuras aplicações da criptografia quântica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBULESCU, R. *et al.* A heuristic quasi-polynomial algorithm for discrete logarithm in finite fields of small characteristic. In: **EUROCRYPT**, 33, 2014, Copenhagen.
- BARKER, E.; ROGINSKY, A. Transitioning the Use of Cryptographic Algorithms and Key Lengths. Disponível em: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-131Ar2.pdf>, acesso em 26/06/2020.
- BASU *et al.* NIST Post-Quantum Cryptography- A Hardware Evaluation Study. Disponível em <https://eprint.iacr.org/2019/047>, acesso em 26/06/2020.
- BENNETT, C. Quantum Cryptography Using Any Two Nonorthogonal States. **Physical Review Letters**, v. 68, n. 21, p. 3121-3124, 05/1992.



- BENNETT, C.; BRASSARD, G., 1984. An Update on Quantum Cryptography. Disponível em [https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/3-540-39568-7\\_39.pdf](https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/3-540-39568-7_39.pdf), acesso em 12/07/2021.
- BERNSTEIN, E.; VARIZANI, U. Quantum Complexity Theory. **Society for Industrial and Applied Mathematics**, v. 26, n. 5, p. 1411-1473, 10/1997.
- BES, D. Quantum Mechanics: A Modern and Concise Introduction. 3 ed. Berlim: Springer, 2012.
- BYJU`S. What is optical fiber?. Disponível em <https://byjus.com/physics/what-is-optical-fiber/>, acesso em 26/02/2020.
- CASE, M. Beginner's Guide To The General Number Sieve. Disponível em <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.219.2389&rep=rep1&type=pdf>, acesso em 26/06/2020.
- CLAUSER, J.; HORNE, M.; SHIMONY, A.; HOLT, R. Proposed experiment to test local hidden-variable theories. **Physical Review Letters**, v. 23, 1969.
- DEUTSCH, D. Quantum theory, the Church-Turing principle and the universal quantum computer. **Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 400, n. 1818, p. 97-117, 06/1985.
- EISBERG, R.; RESNICK, R. Física Quântica, 2 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1983.
- EKERT, A. Quantum Cryptography based on Bell's Theorem. **Physical Review Letters**, v. 67, n. 6, 08/1991.
- FREITAS, A. Algoritmo de Shor e sua aplicação à fatoração de números inteiros. 2010. 78f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- GNUPG. FAQ. Disponível em [https://www.gnupg.org/faq/gnupg-faq.html#no\\_default\\_of\\_rsa4096](https://www.gnupg.org/faq/gnupg-faq.html#no_default_of_rsa4096), acesso em 20/06/2020.
- HEINZE, G.; HUBRICH, C.; HALFMANN, T. Stopped Light and Image Storage by Electromagnetically Induced Transparency up to the Regime of One Minute. **Physical Review Letters**, v. 111, 06/2013.
- KRUTYANSKYI, V.; MERANER, M.; SCHUPP, J.; KRUMMARSKY, V.; HAINZER, H.; LANYON, B. Light-matter entanglement over 50 km of optical fibre. **npj Quantum Information**, v. 5, 08/2020.
- KURTSIEFER, C.; ZARDA, P.; HALDER, M.; WEINFURTER, H.; GORMAN, P.; TAPSTER, P.; RARITY, J. A step towards global key distribution. **Nature**, v. 419, 2002.



- LEITE, H. **A Importância da Privacidade na Internet**. 2016. 61 f. TCC (Graduação) – Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Departamento de Tecnologia da Informação, Faculdade de Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2016.
- LI, J.; PENG, X.; SUTER, D. Efficient Exact Quantum Algorithm for the Integer Square-free Decomposition Problem. **Scientific Reports**, v. 2, 02/2012.
- MARTÍN-LÓPEZ, E.; LAING, A.; LAWSON, T.; ALVAREZ, R.; ZHOU, X.; O'BRIEN, J. Experimental realization of Shor's quantum factoring algorithm using qubit recycling. **Nature Photonics**, v. 6, 10/2012.
- MILANOV, E., 2009. The RSA Algorithm. Disponível em <https://pdfdirectory.com/702-tutorial-the-rsa-algorithm.pdf>, acesso em 12/07/2021.
- MOODY, D. **Post-Quantum Cryptography Implementation**. Mensagem recebida pelo autor em 07/02/2020.
- MOSES, T. Quantum Computing and Cryptography: Their impact in cryptographic practice. Disponível em: [https://www.entrust.com/wp-content/uploads/2013/05/WP\\_QuantumCrypto\\_Jan09.pdf](https://www.entrust.com/wp-content/uploads/2013/05/WP_QuantumCrypto_Jan09.pdf), acesso em 26/06/2020.
- NIST. Post-Quantum Cryptography. Disponível em: <https://csrc.nist.gov/Projects/post-quantum-cryptography>, acesso em 26/06/2020.
- ONU. Universal Declaration of Human Rights. Disponível em: [https://www.ohchr.org/EN/UDHR/Documents/UDHR\\_Translations/eng.pdf](https://www.ohchr.org/EN/UDHR/Documents/UDHR_Translations/eng.pdf), acesso em 26/02/2020.
- PROOS, J. & ZALKA, C. Shor's discrete logarithm quantum algorithm for elliptic curves. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/quant-ph/0301141.pdf>, acesso em 01/07/2020.
- QUEDL. QuED: Entanglement demonstrator. Munique: Qutools GmbH, 2017, 26 p.
- QUINTINO, M.; ARAÚJO, M. Desigualdades de Bell: Uma introdução à não-localidade quântica. Disponível em: [https://www.academia.edu/4199782/Desigualdades\\_de\\_Bell\\_Uma\\_introdução\\_à\\_não-localidade\\_quântica](https://www.academia.edu/4199782/Desigualdades_de_Bell_Uma_introdução_à_não-localidade_quântica), acesso em 01/07/2020.
- RNP. Fibra ótica. Disponível em: <https://bit.ly/2tSzRwa>, acesso em 07/02/2020.
- RUSSON, M. Computação quântica: como será a internet super-rápida do futuro. Disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/amp/geral-41697094>, acesso em 19/06/2020.



- SASAKI, H; MATSUMOTO, R.; UYEMATSU, T. Key Rate of the B92 Quantum Key Distribution Protocol with Finite Qubits. Disponível em <https://arxiv.org/pdf/1504.05628.pdf>, acesso em 01/07/2020.
- SEARCHNETWORKING. Optic fiber (optical fiber). Disponível em: <https://searchnetworking.techtarget.com/definition/fiber-optics-optical-fiber>, acesso em 26/02/2020.
- SHANKAR, R. Principles of Quantum Mechanics, 2 ed. Nova Iorque: Springer, 1994.
- SPEKKENS, R. W.; RUDOLPH, T. Optimization of coherent attacks in generalizations of the BB84 quantum bit commitment protocol. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/220436086\\_Optimization\\_of\\_coherent\\_attacks\\_in\\_generalizations\\_of\\_the\\_BB84\\_quantum\\_bit\\_commitment\\_protocol](https://www.researchgate.net/publication/220436086_Optimization_of_coherent_attacks_in_generalizations_of_the_BB84_quantum_bit_commitment_protocol), acesso em 01/07/2020.
- ŠUPIĆ, I.; BOWLES, J. Self-testing of quantum systems: a review. **Quantum**, v. 4, 2020.
- URSIN, R.; TIEFENBACHER, F.; SCHMITT-MANDERBACH, T.; WEIER, H.; SCHEIDL, T.; LIDENTHAL, M.; BLAUENSTEINER, B.; JENNEWEIN, T.; PERDIGUES, J.; TROJEK, P.; ÖMER, B.; FÜRST, M.; MEYENBURG, M.; RARITY, J.; SODNIK, Z.; BARBIERI, C.; WEINFURTER, H.; ZEILINGER, A. Entanglement-based quantum communication over 144km. **Nature Physics**, v. 3, 2007.
- YU, Y.; MA, F.; LUO, X.; JING, B.; SUN, P.; FANG, R.; YANG, C.; LIU, H.; ZHENG, M.; XIE, X.; ZHANG, W.; YOU, L.; WANG, Z.; CHEN, T.; ZHANG, Q.; BAO, X.; PAN, J. Entanglement of two memories via fibres over dozens of kilometers. **Nature**, n. 578, p. 240-245, 02/2020.

#### **HENRIQUE VIEIRA DOS SANTOS GUERRA**

Aluno do 3º ano do Colégio Dante Alighieri (SP); tem interesse em Ciências Exatas, Letras, e especialmente em Matemática Aplicada. Começou a pesquisa em Física Quântica em 2018, e desde então expôs seu trabalho em diversas feiras de ciências, como a FEBRACE 2020, a ISEF 2020 e a MOSTRATEC 2020. Foi bolsista ICJ do CNPq.

#### **CRISTIANE RODRIGUES CAETANO TAVOLARO**

Graduada em Física e Mestre em Instrumentação para Física Nuclear pela PUC-SP. Professora da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da PUC-SP atuando nos cursos de Física, Engenharia de Produção, Civil e Biomédica. Membro fundadora do GoPEF - Grupo de Pesquisa em



Ensino de Física da PUC-SP, certificado pelo CNPq ([www.pucsp.br/gopof](http://www.pucsp.br/gopof)). Coautora do livro paradidático “Física Moderna Experimental” editado pela Manole. Profa. Do Programa de Iniciação Científica Junior Cientista Aprendiz e do departamento de física do Colégio Dante Alighieri. Especialista em ensino de física com foco em física moderna e novas tecnologias para o ensino.

submetido  
13.04.2021

**Contribuição de autoria.** Henrique Vieira dos Santos Guerra participou da elaboração do estudo, da investigação de dados, do levantamento bibliográfico e da redação do artigo. Cristiane Rodrigues Caetano Tavoraro orientou todas as etapas e participou da revisão final e da edição do artigo.

reapresentado  
12.07.2021

**Apoio.** ICJ/CNPQ.

aprovado  
16.07.2021

**Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

## TAAPETE: TECNOLOGIA ASSISTIVA ACESSÍVEL PARA PESSOAS COM TETRAPLEGIA

ÁLVARO DA SILVA COUTO VASQUES 

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Valença, Bahia, Brasil, 45400-000, alsctvasques123@gmail.com*

GUSTAVO DE ARAUJO SABRY 

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Valença, Bahia, Brasil, 45400-000, gustavo.sabry@ifbaiano.edu.br*

LEANDRO SILVA TEIXEIRA 

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Valença, Bahia, Brasil, 45400-000, leandro.teixeira@ifbaiano.edu.br*

### RESUMO

Tecnologias assistivas são: produtos, recursos, metodologias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade relacionada à atividade e à participação de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, qualidade de vida e inclusão social. Uma destas limitações físicas é a tetraplegia que é uma paralisia que afeta todas as quatro extremidades do corpo, superiores e inferiores, juntamente à musculatura do tronco. A proposta deste trabalho é desenvolver um dispositivo de baixo custo que funcionará como um mouse utilizando Arduino Leonardo e módulo de Acelerômetro e Giroscópio e possibilita o uso de um computador a partir da cabeça permitindo que pessoas acometidas pela tetraplegia estejam aptas a manusear um computador a partir dos movimentos da cabeça de forma prática e funcional. Duas versões foram desenvolvidas, uma utiliza fios (v1 Plus) e outra que utiliza rádio frequência (v2 Plus) para comunicação das partes do dispositivo. As versões podem facilmente serem expandidas para atender outros tipos de limitação.

**Palavras-chave:** Tecnologia assistiva. Tetraplegia. Mouse.



## TAAPETE: ACCESSIBLE ASSISTIVE TECHNOLOGY FOR PEOPLE WITH QUADRIPLEGIA

### ABSTRACT

Assistive technologies are: products, resources, methodologies, practices and services that aim to promote functionality related to the activity and participation of people with disabilities or reduced mobility, aiming at their autonomy, quality of life and social inclusion. One of these physical limitations is quadriplegia, which is a paralysis that affects all four extremities of the body, upper and lower, along with the muscles of the trunk. The purpose of this work is to develop a low-cost device that will work as a mouse using Arduino Leonardo and Accelerometer and Gyroscope module and allows the use of a computer from the head, allowing people with quadriplegia to be able to handle a computer from of the head movements in a practical and functional way. Two versions were developed, one uses wires (v1 Plus) and another that uses radio frequency (v2 Plus) to communicate the parts of the device. Versions can easily be expanded to meet other types of limitations.

**Keywords:** Assistive technology. Quadriplegia. Mouse.

### INTRODUÇÃO

A tecnologia é uma poderosa ferramenta, cujo uso é essencial para as pessoas, principalmente aquelas com algum tipo de limitação. É nesse contexto que surgem as Tecnologias Assistivas (TA) que, segundo o Estatuto da Pessoa com Deficiência (2015), são: produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

Ao pensar em Tecnologias Assistivas, as palavras-chave mais importantes são: acessibilidade e usabilidade. De acordo com Vechiato (2012), os ambientes digitais precisam ser analisados de maneira que não ofereçam obstáculos para o uso e ao acesso às informações.

A ISO (*International Organization for Standardization*) define usabilidade como a eficácia, a eficiência e a satisfação com que usuários específicos conseguem alcançar objetivos particulares em ambientes próprios (ISO 9241-11).

A acessibilidade, por sua vez, é conceituada pela Lei 10.098 como sendo a possibilidade e condição de alcance para a utilização, com segurança e autonomia, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos transportes, dos sistemas e meios de comunicação, por



pessoa portadora de deficiência ou mobilidade reduzida.

Segundo o Censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), 23,9% da população brasileira, ou seja, 45,6 milhões de pessoas, possuía algum tipo de deficiência e/ou limitação física.

Dentro destes casos temos a tetraplegia, que ocorre quando uma paralisia afeta todos os membros inferiores e superiores, juntamente à musculatura do tronco. Isto impossibilita a movimentação dos membros, podendo causar distúrbios respiratórios, demência leve e até a perda da fala.

A única parte do corpo que não é afetada é a cabeça que, por sua vez, mantém sua capacidade de movimentação preservada. Este projeto desenvolveu um dispositivo de baixo custo útil para que estes pacientes possam fazer uso de computadores, proporcionando independência, autonomia, entretenimento e lazer a partir da inclusão social digital.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas (ONU, 2013), cerca de 10% da população mundial, ou seja, aproximadamente 650 milhões de pessoas, vivem com ao menos uma das seguintes deficiências: auditiva, motora, visual, mental ou intelectual.

A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF, 2004), conhecida como CIF, tem como objetivo geral proporcionar uma linguagem unificada e padronizada como um sistema de descrição da saúde e de estados relacionados à saúde. Ela define os componentes da saúde, define os seguintes conceitos:

- **Deficiências** - são problemas na função ou estrutura do corpo como um desvio significativo ou perda.
- **Incapacidades** - são problemas na função ou estrutura do corpo como um desvio significativo ou perda.
- **Limitações** de atividade - são dificuldades que um indivíduo pode encontrar na execução de atividades.

Para Maciel (2000), passos fundamentais devem ser dados para mudar o quadro de marginalização dessas pessoas, como: alteração da visão social; inclusão escolar; acatamento à legislação vigente; maiores verbas para programas sociais; uso da mídia, da cibercultura e de novas tecnologias.

O programa “Viver sem Limites”, instituído pelo decreto 7.612/11, é a principal ação nacional voltada à inclusão social das pessoas com deficiência no Brasil. Este programa é organizado em quatro bases estruturantes:





- **Educação** – compreende a busca ativa, transporte acessível, aprendizagem, acessibilidade e qualificação profissional;
- **Saúde** – contempla ações voltadas para prevenção e reabilitação;
- **Inclusão Social** – visa incluir as pessoas com deficiência na sociedade, tanto no trabalho, como no cuidado diário de pessoas com deficiência em situação de pobreza;
- **Acessibilidade** – busca promover o acesso à tecnologia e desenvolvimento tecnológico, moradia e aquisição de equipamentos que assegurem a interação dessas pessoas o meio.

O paciente com tetraplegia está desassistido quando se trata de acesso aos meios educacionais, devido a falta de acessibilidade estrutural nos espaços educativos, escassez de programas de acompanhamento pedagógico, de projetos que estimulem o ingresso e permanência da pessoa com tetraplegia no ambiente escolar e de tecnologias específicas que auxiliem o seu desempenho escolar. O Art. 27 do Estatuto da Pessoa com Deficiência (Lei n. 13.146/15), diz que a educação é direito fundamental da pessoa com deficiência.

Segundo Marchi (2012), pacientes vítimas da tetraplegia experienciam mudanças no âmbito emocional, ocupacional, relacional, valorativo e de autopercepção, desencadeando nestes vários sentimentos diante dessa facticidade, como depressão, raiva, medo, ansiedade, desespero, ambivalência e esperança. Nesse sentido, a saúde do paciente acometido por tetraplegia correlaciona-se estritamente com a inclusão social, de modo que o simples ato do paciente conseguir utilizar um computador a partir da movimentação da sua cabeça, pode promover uma melhor integração do paciente à sociedade.

A inclusão social é essencial para a restituir o censo de pertencimento a um grupo. Entretanto, a privação familiar é um fator limitante quando se trata de inclusão social, faltam programas públicos de reestabelecimento das relações sociais entre os pacientes com tetraplegia. Um dos métodos para inserção social destes, é por meio da inclusão social digital, porém, o acesso as tecnologias assistivas presentes no mercado é dificultado por apresentarem um alto valor de aquisição.

A acessibilidade, no que se refere aos pacientes acometidos por tetraplegia, busca promover a condição de utilização, de forma autônoma e independente, de serviços/atividades essenciais. Por exemplo, o uso de computadores é quase impossível, devido a limitação de movimentação dos membros.

De acordo com Baldassin (2018), usuários de TA têm médias mais altas de qualidade de vida. A partir deste estudo é necessário afirmar que o



desenvolvimento de tecnologias assistivas que assegurem o uso de computadores se torna responsabilidade social. Além disso, o autor também relata que a dificuldade de acesso às tecnologias assistivas no Brasil se dá, principalmente, pelo alto custo e baixa oferta de mercado.

O Arduino foi originalmente projetado como um recurso para auxiliar os estudantes no ensino, mas em 2005 ele foi comercialmente lançado por Massimo Banzi e David Cuartielles, tornando-se um produto de sucesso entre fabricantes e estudantes devido a sua fácil utilização, baixo e a durabilidade que ele proporciona (Monk, 2013).

Visto que tecnologias semelhantes à que está sendo proposta possuem um alto valor de aquisição, este projeto visa desenvolver um aparelho de baixo custo acessível para pessoas acometidas por tetraplegia. Este, por sua vez, deve possibilitar o manuseio de computadores a partir de movimentos da cabeça, de forma autônoma, proporcionando inclusão social digital. Assim, é possível ampliar a gama de atividades do paciente, provendo acesso ao emprego, à educação, à saúde, ao entretenimento e integrá-lo à sociedade de forma mais igualitária.

## TRABALHOS RELACIONADOS

Delfino (2017) propõe a reciclagem do lixo eletrônico para o desenvolvimento de uma ferramenta de TA para pessoas com restrições motoras controlarem o cursor com a movimentação da cabeça. No entanto, apesar da iniciativa de inovação sustentável ser de muita importância, as ferramentas propostas utilizam *software* para reconhecer os movimentos. Além disso, uma das ferramentas necessita de iluminação para que a câmera utilizada capture os movimentos da cabeça, o que, em ambientes com pouca iluminação, dificulta a utilização do dispositivo.

José (2014) apresenta um protótipo desenvolvido com o objetivo de propiciar uma interface homem - computador que é totalmente controlada pelos movimentos labiais. O autor desenvolveu um *joystick* controlado pela boca para que pessoas com tetraplegia pudessem utilizar computadores. Contudo, isso torna o uso limitado, por necessitar de constante limpeza e de uso estritamente pessoal.

Silva (2019) descreve o desenvolvimento de uma ferramenta vestível para habilitar alunos com tetraplegia a usar um computador, que capta os movimentos da cabeça e da bochecha para desempenhar as funções do *mouse*. Apesar do opção possibilitar o controle do cursor e dos cliques, este dispositivo limita a utilização de um computador, pois não é possível acionar o *scroll* para realizar o *page up* ou *page down*.

Os protótipos apresentados neste trabalho independem da utilização de *softwares*. Além disso, são de instalação *plug and play*, ou seja, que não



necessitam de configuração para utilização e permitem total controle de um computador, celular ou *tablets* somente com a movimentação da cabeça. Também vale ressaltar que se trata de um aparelho multiplataforma, podendo ser utilizado em vários sistemas operacionais diferentes, tais como Windows, Linux, MacOS, iOS e Android. É importante destacar que além de permitir o manuseio de computadores, também permite o uso de dispositivos móveis como *tablets* e/ou *smartphones*.

## OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo apresentar o processo de desenvolvimento de um dispositivo de baixo custo que possibilite que pessoas acometidas por tetraplegia utilizem computadores e/ou *tablets* a partir dos movimentos da cabeça. É almejado que este dispositivo possibilite além da movimentação do cursor, clicar com os botões, ativar o *scroll* e até mesmo digitar em um teclado virtual.

## METODOLOGIA

A execução do projeto se deu a partir de sete etapas apresentadas que, por sua vez, são apresentadas no fluxograma da Figura 04. São elas: minicursos de eletrônica e programação; estudo sobre tetraplegia; planejamento e construção do protótipo inicial; estudo e análise sobre os movimentos da cabeça; testes do protótipo inicial; realização de ajustes no protótipo, e; desenvolvimento e testes na versão final.

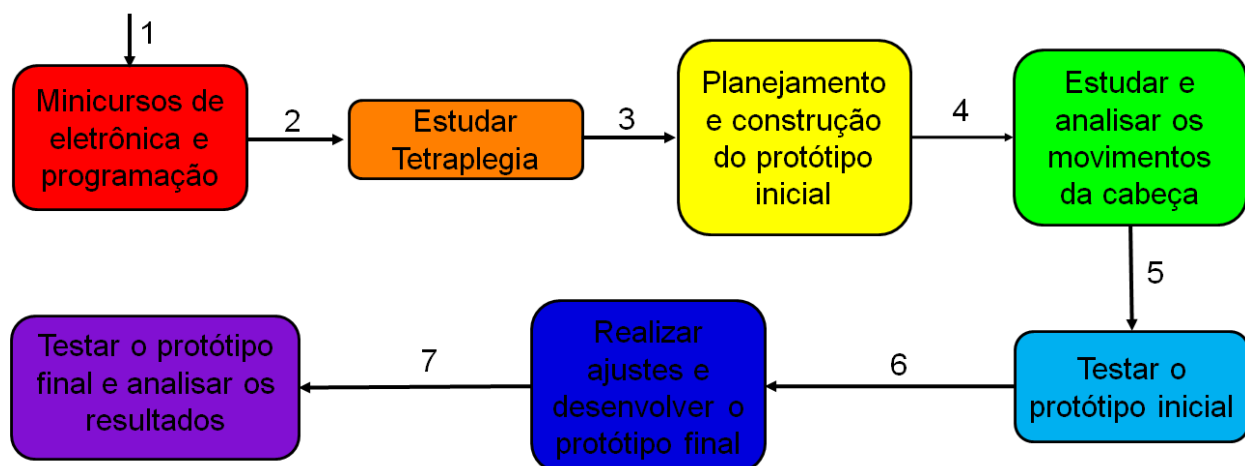


figura 1.  
Fluxograma da  
Metodologia.

## MATERIAIS

Plataforma Arduino

Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica *open source*



baseada em *hardware* e *software* flexíveis e fáceis de usar (BANZI, 2011). O objetivo deste dispositivo é criar ferramentas acessíveis e de baixo custo.

A Figura 01 apresenta os Arduinos Leonardo e Nano, utilizados neste projeto. São compostas pela CPU ATMEL, por um microcontrolador ATmega32u4, entradas analógicas, entradas e saídas digitais, conversor serial para USB, fonte de alimentação externa e os pinos de energia com 3,3V, 5V e Terra (GND).



figura 2. Arduinos Leonardo e Nano.

Fonte: Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/arduino-mpu6050>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

### Acelerômetro e Giroscópio (Módulo MPU6050)

Acelerômetro é um instrumento capaz de medir a aceleração sobre um objeto. Ao medir a aceleração aplicada sobre um corpo, descobrimos qual é a força aplicada sobre ele. Giroscópio é um dispositivo cujo eixo de rotação mantém sempre a mesma direção na ausência de forças que o perturbem. São utilizados em instrumentos como as bússolas, permitindo que a agulha aponte sempre em uma mesma direção.

Atuando juntos, permitem que o sistema reconheça a movimentação da cabeça do paciente e interprete estes sinais para que seja reproduzido no computador. A Figura 02 ilustra o módulo MPU6050, utilizado neste projeto, que funciona como acelerômetro e giroscópio.

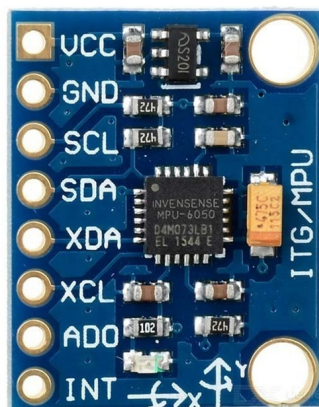


figura 3. Módulo MPU6050.

Fonte: Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/MPU6050>>. Acesso em: 10 ago. 2021.



#### Módulo de Rádio Frequência NRF24L01

Este módulo é utilizado para criar uma interface de comunicação sem fio entre o usuário e o computador, permitindo que as ações do mouse sejam reproduzidas assim que captadas pelo módulo MPU6050.

O módulo escolhido foi o NRF24L01, pois é um dispositivo barato, que possui longo alcance de transmissão e, além disso, pode atuar como um transceptor. Funciona com uma tensão entre 1,9V e 3,6V e tem um alcance de 10 metros, o que se torna mais que suficiente para a aplicação em questão. A Figura 03 ilustra o módulo.



figura 4. Módulo NRF24L01.

Fonte: Disponível em: <https://www.vidadesilicio.com.br/transmissor-nrf24l01>. Acesso em: 07 ago. 2021.

## RESULTADOS

A Tabela 01 apresenta os componentes utilizados nas duas versões, assim como o custo de aquisição de seus materiais. É possível perceber que ambas versões são de baixo custo e financeiramente acessíveis para o público-alvo, independentemente de sua classe social. Os preços variam entre R\$ 81,63 (TAAPETE v1) e R\$ 144,99 (TAAPETE v2).

Material	Custos dos Materiais		
	Preço (R\$)	TAAPETE v1	TAAPETE v2
Módulo de Acelerômetro e Giroscópio	18,00	1	1
Armação do Óculos	3,50	1	1
Módulo NRF24L01	16,12	0	2
Arduino Nano	31,12	0	1
Arduino Leonardo	60,13	1	1
Total (R\$)		81,63	144,99

tabela 1. Custo dos materiais utilizados nas duas versões do TAAPETE.

Os protótipos funcionam a partir da movimentação da cabeça do usuário. O Módulo de Acelerômetro e Giroscópio (MPU6050) é o responsável por detectar essa movimentação a partir da rotação e translação dos seus eixos. O Acelerômetro utiliza 3 eixos (X, Y, Z), e tem função de captar



os movimentos para mover o cursor, ativar o *scroll* e o teclado virtual. O Giroscópio trabalha com outros 3 eixos (X, Y, Z), estes são aplicados para captação de movimentos que ativam os cliques do *mouse*. A Figura 04 ilustra os eixos do Módulo de Acelerômetro e Giroscópio.

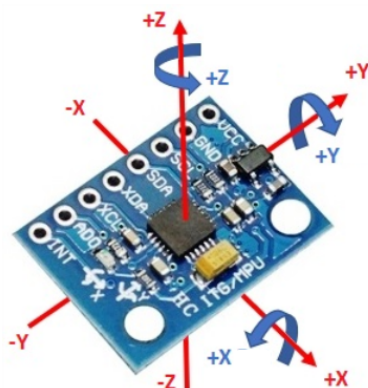


figura 5. Eixos do Módulo de Acelerômetro e Giroscópio.

Fonte: Disponível em: <https://protosupplies.com/product/mpu-6050-gy-521-3-axis-accel-gyro-sensor-module/>. Acesso em: 21 set. 2021.

As possíveis ações reconhecidas pelo dispositivo, conforme ilustrado na Figura 05, se dão a partir de movimentos suaves e bruscos. Na sequência da imagem, os movimentos suaves são responsáveis, respectivamente, pela movimentação do cursor do *mouse* e pela ação de clicar. Os movimentos foram criados com o intuito de facilitar a memorização dos comandos, fazendo analogia aos comandos do *mouse*. Todos os movimentos foram definidos prezando pelo conforto na utilização dos dispositivos. O movimento brusco, por sua vez, tem a finalidade de ativar o *scroll* ou o teclado virtual.

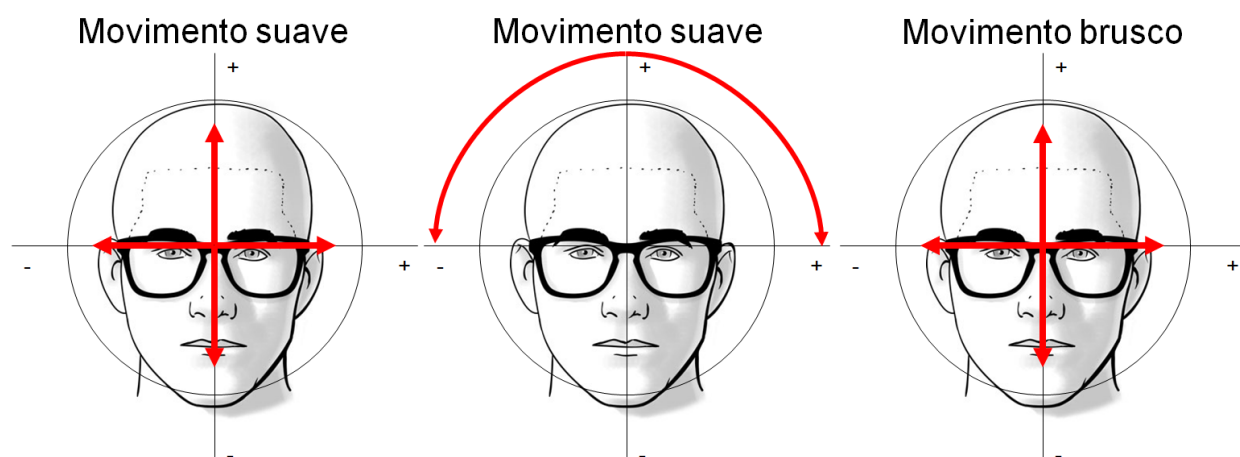


figura 6. Análise dos movimentos da cabeça.

A movimentação do cursor exige ações suaves para potencializar a precisão do dispositivo. Já em relação a inclinação da cabeça, deve ser um



movimento delicado para praticar ações como clicar com os botões direito e esquerdo do *mouse*.

O botão esquerdo pode ser utilizado a partir de cliques simples ou duplos, portanto definimos limites para diferenciá-los, onde o ângulo de inclinação para realizar um clique simples será menor que para o clique duplo. Analogamente, o botão direito utiliza a mesma estratégia, porém só lida com o clique simples. A Figura 06 apresenta a estratégia utilizada para lidar com estas ações.

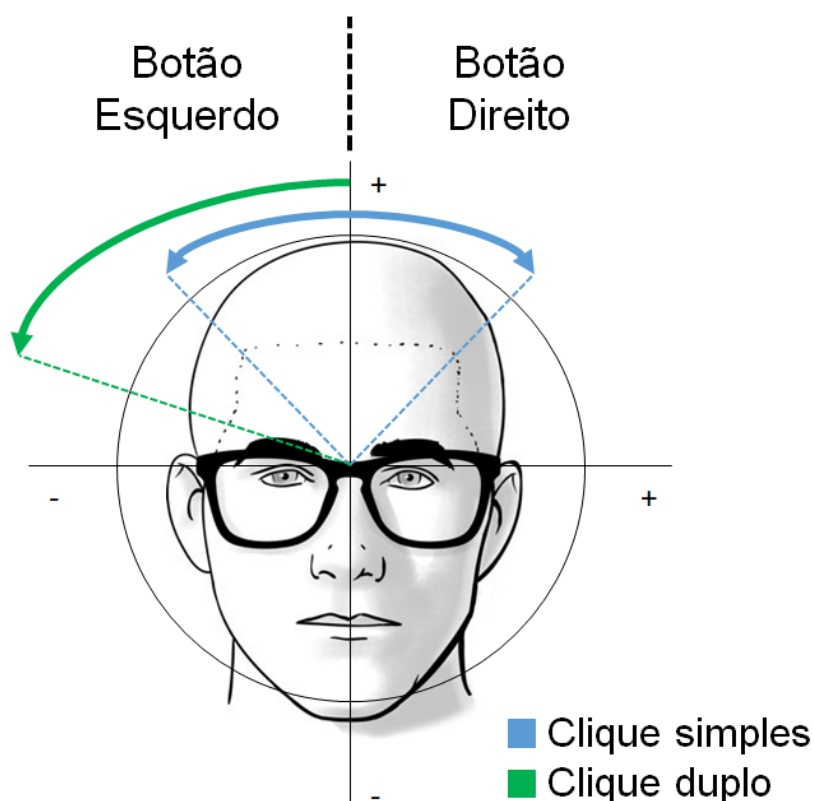


figura 7. Análise das ações de clicar.

Os movimentos bruscos são caracterizados por uma alta variação na leitura do sensor para um dado eixo em um curto espaço de tempo. Os movimentos rotacionais horizontais servem para a ativação/desativação do teclado virtual, permitindo que o usuário seja capaz de escrever mensagens. Já os movimentos rotacionais verticais, por sua vez, servem para acionar o *scroll* ativando a barra de rolagem para cima ou para baixo, possibilitando uma melhor navegação em uma página e/ou em um documento. Estes movimentos apenas são ativados pelo dispositivo a partir do momento em que o usuário retorna sua cabeça para a posição inicial. A Figura 07 ilustra estes movimentos.

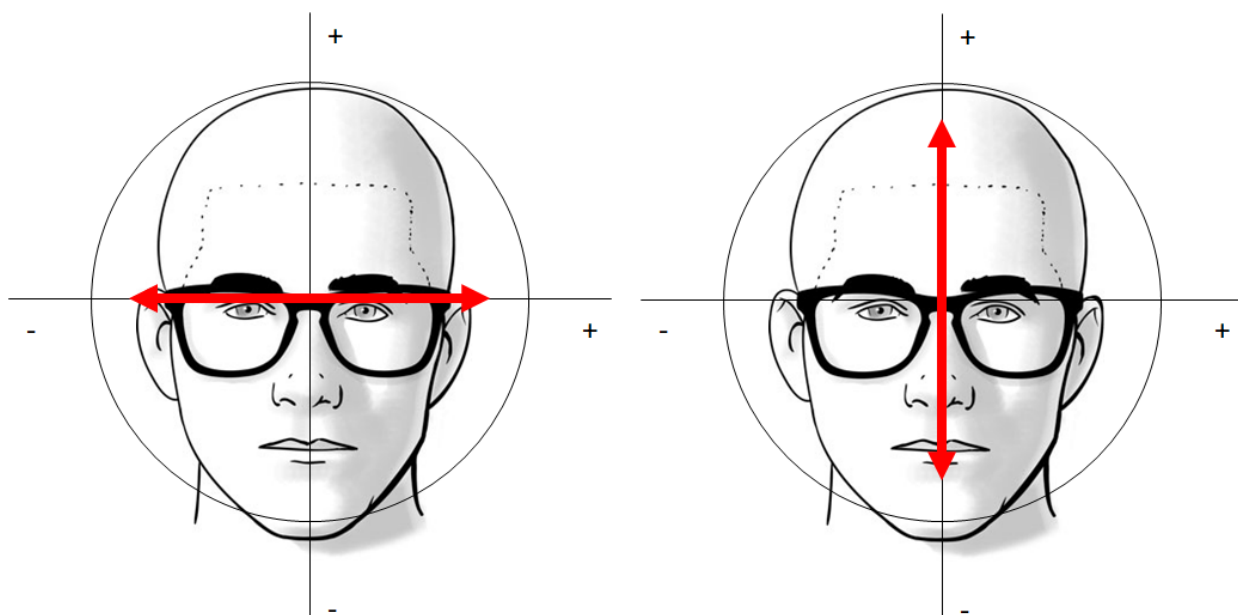


figura 8.  
Movimentos  
rotacionais bruscos  
horizontais e  
verticais.

#### TAAPETE V1

Esta versão é mais portátil e mais barata, visto que utiliza somente o Módulo de Acelerômetro e Giroscópio e um Arduino Leonardo. Neste protótipo são dispostas funções de movimentar o cursor, clicar, ativar do *scroll* e teclado virtual. A Figura 08 ilustra o dispositivo.



figura 9.  
TAAPETE v1.

#### TAAPETE V2





Esta versão apresenta todas as funcionalidades encontradas no TAAPETE v1, diferenciando-se apenas pelo meio de comunicação entre os óculos do usuário e o computador, que ocorre a partir do uso de radiofrequência. A Figura 09 ilustra o dispositivo.



figura 10.  
TAAPETE v2.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os protótipos desenvolvidos se mostraram capazes de possibilitar a utilização de um computador a partir da movimentação da cabeça, de forma fácil e prática. Assim, o projeto promove inclusão social digital de forma autônoma, segura e independente por meio de um dispositivo de tecnologia assistiva que possui baixo custo.

Por causa das restrições devido à pandemia de Covid-19, a pesquisa ainda não foi submetida ao Conselho de Ética, visto que o distanciamento social inviabiliza os testes seguros junto ao público-alvo. Contudo, assim que haja melhores condições sanitárias, pretende-se efetuar a submissão ao Conselho para, futuramente, mediante aprovação, serem realizados testes em pessoas acometidas por tetraplegia, com o objetivo de que seja observada a usabilidade dos protótipos e, com isso, os dispositivos possam ser aprimorados.

Produtos similares existentes no mercado possuem valor de aquisição muito elevado. Um exemplo é o *GlassOuse*, que no Brasil chega a custar R\$ 6.120,00, dispositivo semelhante ao TAAPETE v2 que se comunica com o computador a partir de *bluetooth* e utiliza a mordida como meio de ativação dos cliques. Outro exemplo é o *IntegraMouse Plus*, que no Brasil



custa em torno de R\$ 13.840,00, controla tanto os movimentos do cursor quanto os cliques por meios de ativação bucal. As versões do TAAPETE possuem preços variando entre R\$ 81,63 e R\$ 144,99. Dessa forma, é evidente o baixo custo dos dispositivos.

Estes dados dão indícios de que o alto valor de aquisição dos produtos já existentes no mercado voltados para pessoas acometidas por tetraplegia se deve ao baixo índice de pacientes com esta paralisia. A baixa demanda não atrai altos investimentos no mercado financeiro e, assim, o campo de pesquisa se torna bastante limitado.

As versões do TAAPETE independem do uso de qualquer *software*, utilizando somente hardware e os protótipos, por sua vez, se mostraram bastante eficientes quando utilizados nos sistemas operacionais *Windows*, *Linux*, *MacOS*, *iOS* e *Android*. Além disso, demonstraram bom desempenho em computadores *desktop*, *notebooks*, *tablets* e *smartphones*.

Os dispositivos apresentados neste trabalho podem facilmente ser expandidos para atender pessoas com limitações semelhantes, substituindo os óculos por uma tiara ou fones de ouvido e as funções de clicar por meio de outros métodos de ativação, como a contração muscular, respiração ou até mesmo o piscar dos olhos.

Objetivamos com esse projeto :

- Desenvolver tecnologia assistiva;
- Promover inclusão social digital;
- Facilitar o cotidiano dos pacientes com tetraplegia;
- Oportunizar autonomia e independência destas pessoas;
- Criar sistemas tecnológicos financeiramente viáveis;
- Ampliar as habilidades de pessoas que sofrem esta limitação;
- Potencializar a usabilidade e acessibilidade de sistemas como o proposto;
- Detectar possíveis ampliações e aplicações para sistemas semelhantes ao que será elaborado neste projeto.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALDASSIN, V.; LORENZO, C.; HELENA, E. S. Tecnologia assistiva e qualidade de vida na tetraplegia: abordagem bioética. **Revista Bioética**, vol. 26, nº 4, Brasília/DF, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/33672>>. Acesso em: 26 de abr. de 2020.



- BANZI, M. **Getting Started with Arduino**. 2ª edição. Califórnia: O'Reilly, 2011. Disponível em: <[http://phylab.fudan.edu.cn/lib/exe/fetch.php?media=yuandi:arduino:getting\\_started\\_with\\_arduino\\_v2.pdf](http://phylab.fudan.edu.cn/lib/exe/fetch.php?media=yuandi:arduino:getting_started_with_arduino_v2.pdf)>. Acesso em: 30 de abr. de 2020.
- BRASIL, LEI 10.098, DE 19 DEZEMBRO DE 2000. **Normais gerais e critérios básicos para promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/lei10098.pdf>>. Acesso em: 21 de abr. 2020.
- BRASIL, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 27 de abr. 2020.
- BRASIL, DECRETO 7.612, DE 17 DE NOVEMBRO DE 2011. **Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência - Plano Viver sem Limite**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7612.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7612.htm)>. Acesso em: 20 de mar. 2020.
- BRASIL, LEI 13.146, DE 06 DE JULHO DE 2015. **Estatuto da Pessoa com Deficiência**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm)>. Acesso em: 22 de abr. 2020.
- Delfino, L. O. M.; “DESENVOLVENDO TECNOLOGIA ASSISTIVA A PARTIR DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS”, publicado na Revista Práxis: saberes da extensão, João Pessoa, v. 5, n. 9, p. 40-48, maio/ago., 2017 Acesso em: 16 de jun. 2021.
- MACIEL, M. R. C. **Portadores de deficiência: a questão da inclusão social**. São Paulo: Perspectiva, vol. 14, nº 2, p. 1-6, São Paulo/SP, 2000. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392000000200008-&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392000000200008-&script=sci_arttext)>. Acesso em: 10 de mar. 2020.
- MÂNGIA, E.; MURAMOTO, M.; LANCMAN, S. Classificação Internacional de Funcionalidade e Incapacidade e Saúde (CIF): processo de elaboração e debate sobre a questão da incapacidade. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, vol. 19, nº 2, p. 121-130, São Paulo/SP, 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rto/article/view/14037>>. Acesso em: 02 de mar. 2020.
- MARCHI, J. A.; SILVA, R. H. DA; MAI, L. D. O cuidado domiciliar a indivíduo com tetraplegia: um relato de experiência. **Ciência, Cuidado e Saúde**, vol. 11, nº 1, p. 202-209, Maringá/PR, 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/CiencCuidSaude/article/view/18879>>. Acesso em: 28 de mai. 2020.



Monk, S. **Programação com Arduino >>>começando com sketches**. Porto Alegre, RS: BOOKMAN EDITORA LTDA, 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **A inclusão social e os direitos das pessoas com deficiência no Brasil: Uma agenda de desenvolvimento pós-2015**. Disponível em: <[https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/07/UN\\_Position\\_PaperPeople\\_with\\_Disabilities.pdf](https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/07/UN_Position_PaperPeople_with_Disabilities.pdf)>. Acesso em: 29 de abr. 2020.

THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, **ISO 9241-11: Ergonomics of human-system interaction**. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>>. Acesso em: 23 de abr. 2020.

VECHIATO, F. L.; VIDOTTI, S. A. B. G. Recomendações de usabilidade e de acessibilidade em projetos de ambientes informacionais digitais para idosos. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, v. 5, n. 1, p. 1-23, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/114755>>. Acesso em: 25 de mai. 2020.

José, Marcelo Archanjo. **Interface humano-computador controlada pelo lábio / M.A. José. -- versão corr. -- São Paulo, 2014. 120 p.** Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos. Acesso em: 15 de jun. 2021.

DA SILVA, Marcelo, M.; Muniz, Pedro, H. G.; Oliveira, Francisco, C. de M. B.; Silva, Lidiane C.; Soares, Éder F; **Dispositivo vestível para auxiliar alunos tetraplégicos em ambientes escolares**. Anais do VIII Workshop de Desafios da Computação aplicada à Educação (DesafIE 2019). Disponível em: [https://sol.sbc.org.br/index.php/desafie/article/download/12184/12049/](https://sol.sbc.org.br/index.php/desafie/article/download/12184/12049). Acesso em: 14 de jun. 2021.



#### ÁLVARO DA SILVA COUTO VASQUES

É técnico em agropecuária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFBaiano), Campus Valença. Possui premiações de relevância no âmbito nacional (FEBRACE) e internacional (Regeneron ISEF, EICCIE) pelo trabalho desenvolvido com tecnologias assistiva.

#### LEANDRO SILVA TEIXEIRA

É doutorando em Matemática Aplicada pela Universidade Estadual de Campinas (em andamento). Mestre em Matemática pela Universidade Federal da Bahia (2014). Possui graduação em Matemática pela Universidade Federal da Bahia (2008). Atualmente, é professor do ensino básico técnico e tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano. Propôs a criação do curso de pós-graduação Lato sensu Especialização em ensino de Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Valença.

#### GUSTAVO DE ARAÚJO SABRY

Atualmente trabalha como docente no Instituto Federal Baiano (2013). Possui Doutorado em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2020), Mestrado em Sistemas e Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2012) e Graduação em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2009). Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Algoritmos Experimentais, Pesquisa Operacional, Otimização Combinatória, Metaheurísticas, Robótica e Automação.

Essa pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal Baiano - Campus Valença com apoio financeiro do edital PIBIX/PROEX - Programa Institucional de Bolsa de Extensão 2019 realizado no campus, Conecta Telecom - Provedor de Internet e Ótica D'Paula.

submetido  
23.06.2020

reapresentado  
17.06.2021

aprovado  
18.08.2021

**Contribuição de autoria.** Álvaro da Silva Couto Vasques: elaboração do estudo, desenvolvimento dos dispositivos, investigação de dados, do levantamento bibliográfico e da redação do artigo. Gustavo de Araújo Sabry e Leandro Silva Teixeira: orientação das etapas, revisão do manuscrito e da edição do artigo.

**Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

## PBIODERM: PLÁSTICO BIODEGRADÁVEL BIOATIVO FEITO À BASE DE EXTRATOS GLICÓLICOS E AMIDO DE MILHO (ZEA MAYS) COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA PARA CURATIVOS SINTÉTICOS

**FERNANDA NOSCHANG DA ROCHA COLCETE** 

*Instituição Evangélica de Novo Hamburgo, Novo Hamburgo, RS, Brasil, 93336-140, fernandanrcolcete@gmail.com*

**VICTÓRIA DA SILVA PANOZZO** 

*Instituição Evangélica de Novo Hamburgo, Novo Hamburgo, RS, Brasil, 93346-380, victoriapanozzo@ienh.com.br*

**ANELISE RADDATZ** 

*Instituição Evangélica de Novo Hamburgo, Novo Hamburgo, RS, Brasil, 93525-360, anelise.r@ienh.com.br*

**MATHEUS VICENZO LEHNEN** 

*Instituição Evangélica de Novo Hamburgo, Sapiranga, RS, Brasil, CEP 93800-058, matheusvicenzo@gmail.com*

**FERNANDA KOHLRAUSCH** 

*Instituição Evangélica de Novo Hamburgo, Novo Hamburgo, RS, Brasil, CEP 93525-360, fernanda.k@ienh.com.br*

### RESUMO

Na fase I da pesquisa foi desenvolvido um bioplástico a partir do método casting (MALI et al., 2010) para servir como alternativa sustentável para curativos sintéticos adesivos, ataduras, gases e filmes plásticos utilizados em pele pós-tatuada, sendo um curativo natural para cortes superficiais de pele, queimaduras leves e solares. Na Fase I obteve-se os resultados de degradação em terra orgânica (24 horas); degradação em água destilada (12 dias); precificação provisória (1 cm<sup>2</sup> - R\$0,026; 1m<sup>2</sup> - R\$2,60); em dólares (1 cm<sup>2</sup> - \$ 0.0051; 1m<sup>2</sup> - \$ 0.51). Na fase II verificou-se: presença de pH ácido (3,69 – 3,82), conferindo potencialidade de ação hidratante e cicatrizante; espessura de 0,54mm (inferior a 1 mm - concordando com o estabelecido na norma **D882-02** da American Society for Testing and Materials (ASTM); estabilidade térmica (análise termogravimétrica TGA); precificação - Mark-Up divisor



(88% mais econômico que os curativos sintéticos existentes).

**Palavras-chave:** Bioplástico. Proteção. Cicatrizante. Hidratante. Sustentável.

## **PBIODERM: BIODEGRADABLE BIOACTIVE PLASTIC MADE FROM GLYCOLIC EXTRACTS AND CORN STARCH (ZEA MAYS) AS AN ECOLOGICAL ALTERNATIVE TO SYNTHETIC DRESSINGS**

### **ABSTRACT**

In phase I of the research, a bioplastic was developed using the casting method (MALI et al., 2010), to serve as a sustainable alternative to synthetic adhesive dressing, bandages, gases and plastic films used on post-tattooed skin – being a natural dressing for superficial skin cuts, light and sunburn. In phase I, the results of degradation in organic soil were obtained (24 hours); degradation in distilled water (12 days); provisional pricing (1 cm<sup>2</sup> - R\$0,026; 1m<sup>2</sup> - R\$2,60); in dollars (1 cm<sup>2</sup> - \$ 0.0051; 1m<sup>2</sup> - \$ 0.51). In phase II it was verified: presence of acidic pH (3.69 – 3.82), conferring hydrating and cicatrizing potencial; 0.54mm thickness (less than 1mm – in accordance with the established in the American Society for Testing and Materials (ASTM) standard **D882-02**; thermal stability (TGA thermogravimetric analysis); pricing using Mark-Up divisor method (88% more economical than existing syntheti dressings).

**Keywords:** Bioplastic. Protection. Healing. Moisturizing. Sustainable.

### **INTRODUÇÃO**

Alguns problemas socioambientais foram observados: I. de acordo com Ferreira, J. (1995), existe um abundante descarte inadequado de lixo hospitalar originário do grupo D (resíduos comuns), desses principalmente gases e ataduras, considerando que não podem ser reciclados; II. segundo Aduan et al. (2014), há uma utilização demasiada de curativos adesivos sintéticos, cujos compostos artificiais (filme plástico, adesivo termoplástico, fibra sintética, polímeros de acrílico e polietileno) apresentam malefícios ao ecossistema. Outrossim, a indústria do plástico traz diversos malefícios ao meio ambiente pela sua lenta decomposição natural, em torno de 200 anos, sendo um intenso poluente (COUTINHO et al., 2004), além de ocasionar múltiplas mortes de animais marinhos por ano (WEYLER, 2017). Nesse viés, sabendo que uma forma eficaz de alternativa ecológica para esse tipo de material são os plásticos biodegradáveis, questionou-se, durante a primeira fase do projeto, se haveria alguma outra forma de aplicabilidade para os bioplásticos além do uso para embalagens e canudos. Logo, pensou-se, que poderia ter aplicabilidade



dermatológica, como um curativo biodegradável.

Em princípio foi desenvolvido, na fase I da pesquisa, um biofilme (produto final = sexto protótipo) a partir do método *casting* (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010), que consiste na plastificação do amido, destruindo sua estrutura organizada do grânulo. Ao todo, buscou-se: 1. A solubilização do amido (composto hidrofílico, que age como espessante) em um solvente; 2. Incorporação de um plastificante e agente organizador, pois, segundo BRITO et al. (2011), como a temperatura de decomposição é menor que as temperaturas de fusão e transição vítrea (temperatura de transição de fase que ocorre em materiais amorfos), faz-se necessário adicionar um agente plastificante para que o seu ponto de fusão e o de transição vítrea diminuam, além de aumentar a flexibilidade do polímero e melhorar sua processabilidade. O plastificante utilizado deve ser polar, hidrofílico, compatível com a base de formação do filme polimérico, com ponto de ebulição suficientemente elevado para evitar sua evaporação durante o processo (MENDES, 2009); 3. Incorporação de extratos glicólicos, que o tornam bioativo por meio de suas propriedades; 4. Processamento dos grãos de amido por aquecimento de 75°C em meio aquoso (solvente), o que resulta em sua gelatinização (BRITO et al., 2011); 5. Aplicação sobre um suporte para evaporação do solvente e conseqüente formação de uma matriz contínua que dá origem aos filmes (RÓZ, 2004).



figura 1. SOLUÇÃO FIRMOGÊNICA PARA FORMAÇÃO DO BIOFILME A UMA TEMPERATURA DE 75°C.





figura 2. BIOFILME  
EM ESTADO  
SÓLIDO.



figura 3. APLICAÇÃO  
DO PBIODERM EM  
MODELO HUMANO:  
Localização  
ANTEBRAÇO.



figura 4.  
APLICAÇÃO DO  
PBIODERM EM  
MODELO HUMANO:  
Localização BRAÇO.

Assim, a partir dos extratos utilizados, o biofilme pode ter ação cicatrizante e hidratante como um curativo adesivo natural em cortes superficiais de pele, escoriações, queimaduras leves e solares, pele pós-tatuada e pós-operatório de pequenas cirurgias cutâneas, sendo uma alternativa ecológica para curativos sintéticos, ataduras, gases e filmes plásticos utilizados em pós-tatuagens. Os extratos glicólicos foram manipulados por uma farmácia de manipulação, cujo protocolo de manipulação é nº 001-0064065.

Na etapa I, ainda foi desenvolvido: uma formulação em porcentagem para produção em escala do Pbioderm; testagens de biodegradabilidade (tempo de degradação em terra orgânica é de 24 horas e em água



destilada é de 12 dias); cálculos provisórios de venda do produto (1 cm<sup>2</sup> do Pbioderm - R\$0,026, 1m<sup>2</sup> - R\$2,60, podendo ser até 70,78% mais econômico do que os curativos adesivos sintéticos). Já, em dólares, seria 1 cm<sup>2</sup> - \$ 0.0051; 1m<sup>2</sup> - \$ 0.51. No entanto, para certificar-se do resultado, foi realizado na etapa II (esta fase da pesquisa) uma testagem mais precisa, com o método *Mark-up divisor*.

Com base nos resultados da fase I, a fase II da pesquisa teve foco em ensaios físico-mecânicos da estrutura do bioplástico, além da realização de análises que possibilitem uma futura testagem clínica do real potencial de cicatrização e hidratação do plástico biodegradável em tecido cutâneo.

## OBJETIVO E QUESTÃO PROBLEMA

O presente plástico biodegradável, desenvolvido durante a primeira etapa do projeto, em contato com o tecido cutâneo promoverá uma ação cicatrizante e hidratante, agindo como um curativo adesivo natural? A partir de tal questão problema, acredita-se que através de ensaios clínicos em seres humanos com grupo placebo, utilizando um dermatoscópio digital, além do aparelho Skin-up – Digital Analyzer (para calcular o grau hidratação do tecido), será possível determinar seu real potencial cicatrizante e hidratante. Dessa forma, torna-se objetivo dessa Fase II realizar ensaios físico-mecânicos da estrutura do biofilme para avaliar maior qualidade de produto, seguindo as diretrizes da – *American Society for Testing and Materials (ASTM)*, bem como efetuar testagens de citotoxicidade do bioplástico com o intuito de verificar existência de nocividade do produto em relação às células epiteliais, visando apresentar ao comitê de ética em pesquisa em seres humanos de uma instituição de ensino superior.

## DESCRIÇÃO DE MATERIAIS E MÉTODOS

### ANÁLISE DE ESPESSURA

Com finalidade de alcançar padrões de qualidade de produto os bioplásticos produzidos foram analisados quanto à espessura de acordo com o estabelecido na norma **D882-02** da *American Society for Testing and Materials (ASTM)* (AMERICAN SOCIETY STANDARD TESTING AND MATERIALS, 2002) para plásticos biodegradáveis (espessura inferior a 1mm). Foi utilizado um micrômetro e dois papéis de 0,12mm em cada lado do bioplástico, após mensurar foi descontado o valor dos papéis.

### PROPRIEDADES MECÂNICAS



Utilizando um texturômetro (TA.XT2i) e seguindo a metodologia descrita por **ASTM D882** de 2002 (separação inicial das garras de 50 mm e a velocidade de separação de 0,8 milímetros s<sup>-1</sup>) será verificado sua resistência à tração (em MPa) e módulo de Young (módulo de elasticidade – em Mpa).

Ademais, será realizado a testagem de envelhecimento acelerado por radiação UV, sendo possível saber o tempo médio de degradação natural por ação solar. Em apenas poucos dias ou semanas, a câmara de intemperismo acelerado reproduzirá a simulação do dano que ocorreria ao longo de meses ou anos do produto ao ar livre. Será utilizado a câmara QUV - Accelerated Weathering Tester de intemperismo acelerado, e seguir-se-á o método descrito por ASTM G154 - 16: serão expostas as amostras a 42 ciclos de 8 horas de luz ultravioleta UVA-340 a 60 °C, seguidas de 4 horas de condensação (imitando orvalho) a 50 °C, envolvendo 21 dias de exposição.

#### ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA (TGA)

Sob um analisador termo gravimétrico TGA 4000 (EUA) foi verificado o comportamento do bioplástico a diferentes temperaturas (26 °C a 600 °C), ao mesmo tempo que foi monitorado o tempo e a temperatura por uma programação controlada, assim, visando obter resultados de estabilidade térmica. Foi realizado em atmosfera inerte de nitrogênio gasoso ultra-seco, com vazão constante de 100 cm<sup>3</sup> /min (SEBIO, 2003). Uma alíquota de 18,255 mg da amostra foi submetida a aquecimento com taxa constante de 10°C/min, de 26 °C a 600 °C.

#### AValiação DE PH

Além disso, foi mensurado o pH de duas amostras (AM1: PBioderm 27/06; AM2: PBioderm Set/2018). As amostras analisadas tinham 9 meses de diferença. A análise foi realizada utilizando um pHmetro e o Método Potenciométrico (STANDARD METHODS, 1995), em que o potencial entre dois eléctrodos é medido (eléctrodo de referência e indicador) como função do volume do reagente adicionado. Para isso, as amostras foram solubilizadas em água com previsão de total dissolução para após 12 dias.

#### ANÁLISE DE GENOTOXICOLOGIA

Em seqüência, será efetuado, em conjunto de mestres professores, o teste de genotoxicidade (SILVA, et al., 2007) através do ensaio cometa nos laboratórios de genotoxicologia. Para a análise, o plástico biodegradável será transformado em pó através de um dessecador objetivando verificar o nível de estabilidade térmica do material a uma temperatura de 37°C.



Será necessário: 1. Ferver a agarose 1,5 % em frasco onde caiba a lâmina e mergulhar as lâminas, deixando a extremidade fosca de fora, além de deixar escorrer e secar à temperatura ambiente. As amostras serão preparadas antes e armazenadas na geladeira, umas sobre as outras – mantendo secas; 2. Ferver a agarose “low melting” e colocar em banho 37°C; 3. Misturar 5 µl do pó do bioplástico com 75 µl de agarose low melting; 4. Colocar imediatamente sobre a lâmina com pré cobertura e sobre esta camada uma lamínula (grande), fazendo com que está se espalhe. Deixar na geladeira até solidificar; 5. Retirar a lamínula e dispor as lâminas em cubeta de vidro vertical, já com a solução de lise gelada e protegida da luz (pelo menos 1 h em sol. de lise); 6. Colocar as lâminas em cuba horizontal de eletroforese, vertendo o tampão de eletroforese sobre estas, deixar descansando por 20 min; 7. Iniciar a eletroforese: 25V e 300 mA por 15 min (corrente controlada com o volume do tampão); 8. Retirar as lâminas e neutralizar com o tampão TRIS, cobrir as lâminas com este tampão, esperar 5 min (repetir 3 X); 9. Lavar 2 vezes com água destilada; 10. Secar as lâminas, durante 1h30 a 2h00, a 37°C (ou Over Night); 11.10 min em solução fixadora; 12.Lavar 3 vezes com água destilada; 13.Secar as lâminas, durante 1h30 a 2h00, a 37°C (ou Over Night); 14.Hidratar as lâminas, por 5 min, com água destilada; 15.Corar por, aproximadamente, 15 min na solução de coloração (A+B) a 37°C (até a solução começar a escurecer); 16.Lavar 3 vezes com água destilada; 17.Deixar por 5 min em solução “stop”; 18.Lavar 3 vezes com água destilada; 19.Secar à temperatura ambiente; 20.Observar ao microscópio - classificando conforme forma e tamanho da cauda.


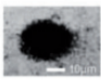
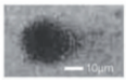
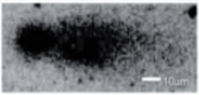

Imagem Observada	Cauda/Cabeça	Classes de Danos
	sem cauda	0
	≤1	1
	1 – 2	2
	≥2	3
	sem cabeça	4

figura 5.  
TABELA PARA  
CLASSIFICAÇÃO  
DAS IMAGENS  
DAS “CÉLULAS  
COMETA”.

Fonte: Villela et al. (2006).

#### MÉTODO DE PRECIFICAÇÃO MARK-UP DIVISOR

Foi utilizado o método *Mark-Up divisor* para calcular uma provável



precificação do produto, desta forma, foi possível comparar com o resultado de precificação obtido na Fase I. Esse primeiro resultado foi  $1 \text{ cm}^2 - \text{R}\$0,026$ ;  $1 \text{ m}^2 - \text{R}\$2,60$ , podendo ser até  $\cong 70\%$  mais econômico que certos curativos adesivos existentes no mercado. Os custos envolvidos na obtenção dos biofilmes foram calculados utilizando a metodologia de miniempresa, com o método de custeio por absorção, cálculo de despesas fixas e despesas variáveis, em seguida foi usado a fórmula Mark-Up divisor, com o acréscimo de impostos e margem de comercialização de 20.

figura 6. FÓRMULA  
Mark-Up divisor.

Fonte: Ferreira, P. (2001).

$$100 / [100 - (DV + DF + LP)]$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ANÁLISE DE ESPESSURA

Utilizando um micrômetro e dois papéis de 0,12mm em cada lado do bioplástico, o número total da mensura foi 0,78mm. Após descontar o valor dos papéis (0,24mm), obteve-se a espessura do bioplástico que corresponde a 0,54mm. Assim, verificou-se que o valor obtido foi inferior a 1 mm, estando de acordo com o estabelecido na norma **D882-02** (AMERICAN SOCIETY STANDARD TESTING AND MATERIALS INTERNATIONAL, 2002) para plásticos biodegradáveis.



figura 7. ANÁLISE  
ESPESSURA  
MICRÔMETRO  
- 0,54 mm.

### PROPRIEDADES MECÂNICAS

Será feita a análise com o texturômetro para resistência a tração e módulo de elasticidade. Até o presente momento, não foi possível a efetuação de tais duas análises pois o laboratório utilizado não possui ambiente com umidade controlada de 50%. O controle de umidade para materiais que contenham compostos hidrofílicos, como amido, afetam significante a textura dos materiais, e por isso a padronização da umidade relativa é muito importante para esta análise. Ademais, em breve, será realizado as testagens de envelhecimento acelerado.



## ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA (TGA)

Foi realizada a análise de estabilidade térmica em um analisador termo gravimétrico TGA 4000 (EUA) em atmosfera inerte de nitrogênio gasoso ultra-seco, com vazão constante de 100 cm<sup>3</sup> /min. Uma alíquota de 18,255 mg da amostra foi submetida a aquecimento com taxa constante de 10°C/min, de 26 °C a 600 °C. A variação da massa das amostras foi acompanhada durante todo o aquecimento.

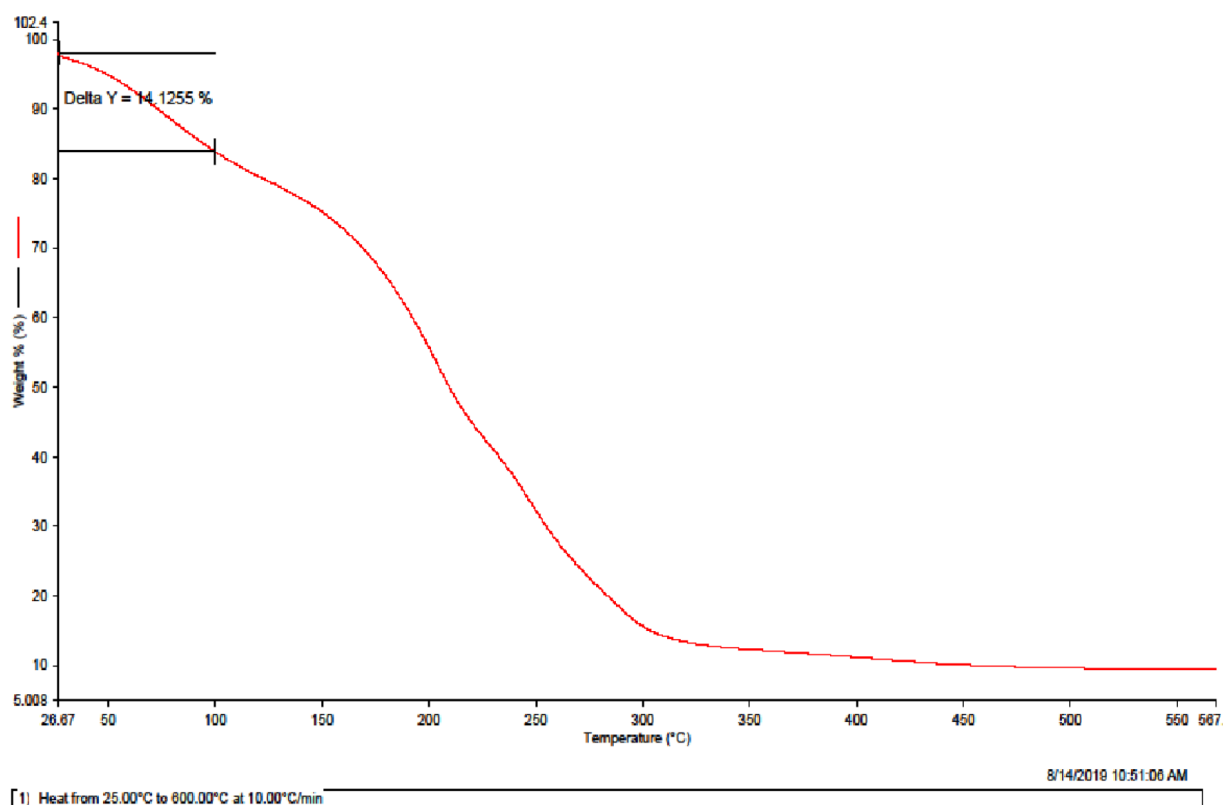


figura 8.  
TERMOGRAMA:  
CURVA TGA DO  
BIOPLÁSTICO –  
ESTABILIDADE  
TÉRMICA.

O termograma, representado pela figura 8, expressa as curvas de TGA do bioplástico e, conseqüentemente, sua estabilidade térmica. Nesse viés, foi percebido o percentual de perda de massa do material nas faixas de perda identificadas pela derivada da curva: 27-130 °C; 130-220 °C; 220-279 °C; 279-567 °C. Observa-se a ocorrência de três estágios de perda de peso: a primeira etapa foi verificada a uma variação de 27-130 °C, com perda de 14,1255% de sua massa, devido à perda de água livre; o segundo estágio foi observado a uma temperatura de 130-250 °C e a perda de peso foi principalmente associada à degradação do glicerol, com 51,6218% de perda de massa; o terceiro estágio da perda de peso foi a 250-600 °C, com perda de 22,8295%. Ao final de 600 °C foi perdido 88,5768% da massa total do plástico biodegradável.



A perda mais relevante é a exposta entre (27-130 °C), com perda de 14,1255%, uma vez que é uma perda semelhante a outras pesquisas feitas com plásticos biodegradáveis a partir de glicerol, ou seja, está dentro dos parâmetros da normalidade (SEBIO, 2003). Além disso, pela perda mínima de massa até 50 °C, notamos que não haverá perda significativa de água livre em dias quentes e, principalmente, a estabilidade térmica servirá como dado para a transformação do bioplástico em pó e servirá para as análises de genotoxicidade.

#### AVALIAÇÃO DE PH

O resultado da testagem do pH das duas amostras (AM1: PBioderm 27/06; AM2: PBioderm Set/2018). Foi, respectivamente, 3,69 e 3,82. As amostras possuem 9 meses de diferença, mas não demonstraram mudança significativa no pH. As amostras foram solubilizadas em água e, como previsto ocorreu a dissolução em 12 dias, no entanto utilizamos um agitador magnético por 72 horas para total dissolução.

figura 9. ANÁLISE PH: 2 AMOSTRAS (AM1: PBIODERM 27/06; AM2: PBIODERM SET/2018).

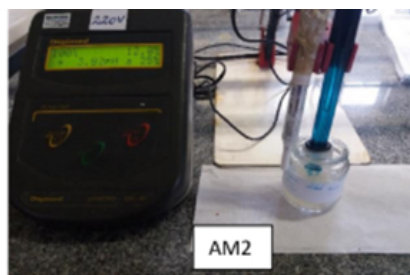
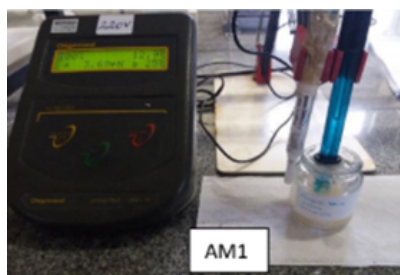


figura 10. ANÁLISE pH: pHMETRO.

Com base em Leonardi, Gaspar e Campos (2002), o almejado para a análise de pH era uma numeração ácida, entre 2,8 – 4,7, para que o bioplástico proporcionasse tratamento, sem danificar o manto ácido cutâneo. Logo, assim como mencionado, as duas amostras mostram um resultado positivo, pois estão dentro dos padrões, para viabilizar a cicatrização, de agentes cutâneos cicatrizantes, sem danificar o manto ácido epitelial humano.

#### ANÁLISE DE GENOTOXICOLOGIA

A análise de genotoxicologia (ensaio do cometa), em breve, estará em desenvolvimento e as células para o teste estarão em preparo. Existe a necessidade da transformação do biofilme em um pó para a testagem: algumas amostras já foram incorporadas em dessecadores (sem resultados significativos – não houve efetiva conversão em tempo curto), outras, em seguida, serão aquecidas de acordo com a estabilidade térmica (verificada pela análise TGA) e demais serão incorporadas em um tampão fisiológico (Fosfato de sódio, 20 mM, pH 7,5), pois, nesse tampão, o ensaio do cometa poderá ser realizado sem a necessidade de outras etapas.





## MÉTODO DE PRECIFICAÇÃO MARK-UP DIVISOR

Por fim, foi desenvolvido o método de custeio por absorção; foi calculado as despesas fixas e variáveis, incluindo os cálculos de despesa por precificação e validade de aparelhagem, precificação de insumos, tempo de produção de biofilme e por indivíduo trabalhador, formando o custo direto de horas máquina, insumos e horas trabalhadas. Foi levado em consideração as despesas fixas de miniempresa, como: aluguel (50 metros cúbicos); energia elétrica; combustível para locomoção; condomínio (taxas); propaganda e outros. Além disso, foi pensado as despesas variáveis como as máquinas e suas validades. Dessa forma, foi obtido o custo total unitário, sendo que 30% difere em 20% a margem de comercialização (lucro e comissão) e 10% os acréscimos de impostos (simples). Logo, foi aplicado em 70% o cálculo Mark-Up divisor e obtido o preço de venda final para 117,6cm de Pbioderm. Com base nessa precificação, foi possível comparar com curativos adesivos sintéticos presentes no mercado, sendo 1 caixa de seu produto (R\$ 10,00) valeria R\$ 1,20 de Pbioderm, podendo ser até 88% mais econômico que tais curativos sintéticos. Todo o cálculo foi feito utilizando a plataforma Excel.

## CONCLUSÕES

Até o momento, as análises concretizadas (espessura; TGA; pH e precificação por método Mark-Up divisor) tiveram resultados positivos, mostrando que o bioplástico: 1. Está dentro dos parâmetros de espessura para biofilmes definidos pela diretriz **ASTM D882-02** (AMERICAN SOCIETY STANDARD TESTING AND MATERIALS INTERNATIONAL, 2002); 2. Teve perda de água livre dentro dos critérios da normalidade (14% - 27-130 °C), além de fornecer dados para transformação em pó e análise de genotoxicologia; 3. Apresenta caráter ácido adequado a agentes cutâneos cicatrizantes, sendo potencialmente um promovedor de ação hidratante e cicatrizante, sem danificar o manto ácido epitelial humano (LEONARDI, 2002); 4. Tem baixo custo de produção e é até 88% mais econômico do que curativos sintéticos existentes no mercado.

Nesse viés, na fase III, visa-se concluir as análises de genotoxicologia e de propriedades mecânicas. Ademais, será utilizado métodos *in vitro* e alternativos ao uso de animais em pesquisa, reconhecidos pelo Brasil e disponibilizados através do Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) – cuja organização foi originada pela Lei nº 11.794/08 (BRASIL, 2008), ou Lei Arouca, em 2008 – e seguindo as normas do órgão econômico intergovernamental OECD –[Organization for Economic Co-operation and Development](#), para ser possível prosseguir para as etapas de ensaio clínico sem a necessidade de utilizar animais *in vivo*. Serão incorporadas e adaptadas à metodologia da Fase III as



normas: OECD DT 439 (OECD, 2015), de irritação cutânea *in vitro* e a OECD DT 428 (OECD, 2004) de absorção *in vitro*.

Nesse sentido, após a finalização dos ensaios da Fase III, o estudo será apresentado ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos de uma instituição de ensino superior para aprovação de testagem clínica em seu hospital universitário, com auxílio de mestres professores.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADUAN, S. A. et al. Avaliação dos resíduos de serviços de saúde do Grupo A em hospitais de Vitória (ES), Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [Rio de Janeiro], v. 19, n. 2, p. 133-141, 2014.
- AMERICAN SOCIETY STANDARD TESTING AND MATERIALS INTERNATIONAL. **ASTM D882-02**: Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting. Philadelphia: ASTM International, 2002
- AMERICAN SOCIETY STANDARD TESTING AND MATERIALS INTERNATIONAL. **ASTM G154-16**: Standard Practice for Operating Fluorescent Ultraviolet (UV) Lamp Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials. Philadelphia: ASTM International. 2002.
- BRASIL. Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008. Regulamenta o inciso VII do § 1o do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais; revoga a Lei no 6.638, de 8 de maio de 1979; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Legislativo, Brasília, DF, ano 145, n. 196, 9 out. 2008. Seção 1, p. 1-2.
- BRITO, G. F. et al. Biopolímeros, polímeros biodegradáveis e polímeros verdes. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 127-139, 2011.
- COUTINHO, B. C. et al. A importância e as vantagens do polihidroxibutirato (plástico biodegradável). **Holos**, [s. l.], ano 20, v. 3, p. 76-81, 2004.
- FERREIRA, J. A. Resíduos sólidos e lixo hospitalar: uma discussão ética. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 314-320, 1995.
- FERREIRA, P. C. et al. **O impacto da abertura comercial sobre Mark-Up e produtividade industrial brasileira**. Rio de Janeiro: FGV, 2001. (Ensaio Econômico, n. 432).
- LEONARDI, G. R.; GASPAR, L. R.; CAMPOS, P. M. B. G. M. Estudo da variação do pH



da pele humana exposta à formulação cosmética acrescida ou não das vitaminas A, E ou de ceramida, por metodologia não invasiva. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, Rio de Janeiro, v. 77, n. 5, p. 563-569, 2002.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 137-155, 2010.

MENDES, F. M. **Produção e caracterização de bioplásticos a partir de amido de batata**. 2009. Dissertação (Mestrado em Química (Físico - Química)) — Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

OECD. Test N. 439: In vitro skin irritation: reconstructed human epidermis test method. In: OECD. **OECD Guidelines for the Testing of Chemicals.**, 2015. Disponível em: <<http://www.oecd.org/env/ehs/testing/tg439-revised-in-vitro-skin-irritation-reconstructed-human-epidermis-test-method.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2021.

OECD. Test N. 428: Skin absorption: in vitro method. In: OECD. **OECD Guidelines for The Testing of Chemicals.** [Paris], 2004. Disponível em: <<https://ntp.niehs.nih.gov/iccvam/suppdocs/fedddocs/oecd/oecdtg428-508.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2021.

RÓZ, A, L. da. **Preparação e caracterização de amidos termoplásticos**. 2004. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais) — Instituto de Física de São Carlos, Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SEBIO, L. **Desenvolvimento de plástico biodegradável a base de amido de milho e gelatina pelo processo de extrusão: avaliação das propriedades mecânicas, térmicas e de barreira**. 2003. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) — Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SILVA, J. da et al. O ensaio cometa na avaliação da genotoxicidade induzida por poluentes atmosféricos utilizando como biomonitor o molusco *Cantareus aspersus*. **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 45-51, 2007.

STANDARD METHODS. **Standard methods for the examination of water and wastewater: 4500 - H+ pH value**. 19. ed. [S. l.], 1995.

VILLELA, I. V. et al. DNA damage and repair in hae - molymp cells of golden mussel (*Limnoperna fortunei*) exposed to environmental contaminants. **Mutation Research**, [Amsterdam], v. 605, n. 1-2, p. 78-86, 2006.



WEYLER, R. The ocean plastic crisis. **Greenpeace**, [s. l.], 17 out. 2017. USA.  
Disponível em: <<https://www.greenpeace.org/usa/the-ocean-plastic-crisis/>>. Acesso em: 28 out. 2021.

#### **FERNANDA NOSCHANG DA ROCHA COLCETE**

Realizou seu ensino na Instituição Evangélica de Novo Hamburgo (IENH) – Rio Grande do Sul. Atualmente, pretende cursar bacharelado em Medicina. Em 2019/2020, foi bolsista de Iniciação Científica Junior do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPQ), conquistou 1º lugar na categoria Medicina e Saúde na Mostra Internacional de Ciência e Tecnologia, recebeu a premiação Executive “Jovens do futuro”, foi convocada para apresentação em mostra científica de Taiwan, obteve 2º lugar na categoria de química da BUCA – Internacional Music and Engineering Science Fair, na Turquia e conquistou o prêmio ABRIC de excelência em pesquisa.

#### **VICTÓRIA DA SILVA PANOZZO**

Realizou seu ensino no Colegio de Todos Los Santos em Buenos Aires - Argentina e na Instituição Educacional de Novo Hamburgo (IENH). Atualmente está cursando bacharelado em Nutrição e trabalhando como auxiliar administrativa. Em 2019, juntamente com sua colega Fernanda Colcete, conquistaram com seu Projeto Científico “Pbioderm: plástico biodegradável bioativo como alternativa ecológica para curativos sintéticos”, o 1º lugar na categoria Medicina e Saúde da Mostra Internacional de Ciência e Tecnologia (Mostratec) e com o destaque no Prêmio ABRIC de Excelência em Pesquisa, conseguiram publicar sua pesquisa na revista Scientia Prima.

#### **ANELISE RADDATZ**

Graduada em Química Industrial pela UFSM: Universidade Federal de Santa Maria – RS, em Química Licenciatura pela ULBRA: Universidade Luterana do Brasil – RS, professora de Química do Ensino Médio da Fundação Evangélica de Novo Hamburgo – RS.

#### **MATHEUS VICENZO LEHNEN**

Mestre em Engenharia Mecânica, com ênfase em Engenharia de Energia pela UNISINOS (2012). Graduado em Licenciatura em Física pela UNISINOS (2009). Atualmente é professor de Física no Ensino Médio da Instituição Evangélica de Novo Hamburgo.

#### **FERNANDA KOHLRAUSCH**

Mestra em Desenvolvimento Regional pela FACCAT, graduada em



Ciências Biológicas - Bacharelado e Licenciatura pela UNISINOS e especialista em Educação Ambiental pela UFSM. Atualmente é bióloga - L.L.Link Serviços de Dedetização Ltda e professora de Biologia no Ensino Médio e de Gestão Ambiental na Faculdade IENH - Instituição Evangélica de Novo Hamburgo.

submetido  
16.07.2020

reapresentado  
08.05.2021

aprovado  
08.06.2021

**Contribuição de autoria.** Fernanda Noschang da Rocha Colcete e Victória da Silva Panozzo participaram da elaboração do estudo, da investigação de dados, do levantamento bibliográfico e da redação do artigo. Anelise Raddatz, Matheus Vicenzo Lehnen e Fernanda Kohlrausch orientaram todas as etapas e participaram da revisão final e da edição do artigo.

**Apoio.** Instituição Evangélica de Novo Hamburgo (IENH); CNPQ – Bolsas de Iniciação Científica; Ulbratech – Acesso a laboratórios da Ulbra – Canoas, RS.

**Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

## GLYPHOGRAB: DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL ALTERNATIVO CAPAZ DE ADSORVER GLIFOSATO EM MEIO AQUOSO

**VANESSA TEIXEIRA DA ROSA** 

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, 91540-000, vanestxr.vt@gmail.com

**FLÁVIA SANTOS TWARDOWAKI PINTO** 

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Osório, Rio Grande do Sul, Brasil, 95520-000, flavia.pinto@osorio.ifrs.edu.br

**CLÁUDIUS SOARES JARDEL** 

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Osório, Rio Grande do Sul, Brasil, 95520-000, claudius.soares@osorio.ifrs.edu.br

### RESUMO

Os herbicidas a base de glifosato são os mais utilizados no Brasil e seu uso indiscriminado acarreta danos ao ecossistema. Outro problema observado no meio ambiente é a disposição inadequada de resíduos agroindustriais. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de resíduos agroindustriais na adsorção de glifosato em meio aquoso. Foram produzidos seis materiais biossorventes, ativados com NaOH: cascas de arroz, laranja, pinhão, noz macadâmia e noz pecã; semente de maracujá. As cascas de pinhão e arroz adsorveram 49,8% do glifosato. Foi desenvolvido um protótipo que teve seu preço de venda 22% mais barato que materiais similares. Foram realizados testes em um rio próximo a uma lavoura, onde ocorreu a aplicação de glifosato, e observou-se a eficiência de 81,8% de remoção do contaminante mostrando a relevância e importância científica, social, econômica e ambiental desse trabalho.

**Palavras-chave:** Contaminação da água. Glifosato. Herbicida. Resíduos agroindustriais.



## **GLYPHOGRAB: DEVELOPMENT OF ALTERNATIVE MATERIAL CAPABLE OF ADSORBING GLYPHOSATE IN AQUEOUS MEDIUM**

### **ABSTRACT**

Glyphosate has been the top-used agrochemical in Brazil and their indiscriminate use causes damage to the ecosystem. Another problem observed in the environment is the inadequate disposal of byproducts. So, the aim of this project was to evaluate the use of agroindustrial residues from the North Coast of Rio Grande do Sul in the adsorption of glyphosate. It was produced six different biosorbents, activated with NaOH: rice husk, orange peel, passion fruit seed, macadamia peel nut, pecan nut peel and pine nut peel. The rice husk and pine nut peel showed the best adsorption, 49.8%. It was developed a prototype that has its sale price 22% cheaper than the similar products. The prototype was tested in a river contaminated water and the results showed its efficiency with 81.8% of glyphosate adsorption. This project presents environmental, financial, scientific and social relevance, since the adsorbents studied are innovative and a sustainable solution to water treatment.

**Keywords:** Water contamination. Glyphosate. Herbicide. Agro-industrial residues.

### **INTRODUÇÃO**

O glifosato é um dos herbicidas mais utilizados no mundo para o controle do crescimento de ervas-daninhas e sua comercialização representa mais de 50% do mercado mundial (SANTOS, 2020). Os países pertencentes ao conjunto da União Europeia não utilizam o herbicida em seu território, pois o mesmo pode trazer malefícios a saúde humana. Todavia, no Brasil, o glifosato é o herbicida mais utilizado e, somente no ano de 2016 foram comercializadas 185,6 mil toneladas desse herbicida (IBAMA, 2021).

Devido ao seu uso excessivo e aos problemas que ele pode acarretar aos ambientes aquáticos, em agosto de 2018 ocorreram tentativas de proibir o uso do glifosato no Brasil. Porém, os agricultores alegaram que a produção agrícola brasileira se torna inviável sem o uso do mesmo, devido às condições climáticas do território (BBC, 2019; GLOBO RURAL, 2018) e a falta de produtos substitutos similares.

O uso indiscriminado de glifosato pode ocasionar a contaminação de corpos hídricos superficiais destinados ao consumo, devido aos processos de lixiviação e escoamento superficial (QUEIROZ, 2011). No entanto, o tratamento convencional de água realizado pelas companhias de tratamento é ineficaz na remoção de glifosato, por ser uma substância tóxica e não biodegradável. Ou seja, o herbicida se mantém na água, mesmo



após o tratamento, pois é de difícil degradação (LI et al., 2021). Esse fato pode ocasionar aos seres vivos o contato direto com esse herbicida. Alguns autores relatam que quando isso ocorre, podem haver consequências de curto, médio e longo prazo, como por exemplo: intoxicação, obesidade, depressão, diabetes, Alzheimer, autismo, infertilidade, doenças cardíacas e até mesmo câncer (SAMSEL; SNEFF, 2013; NODARI; HESS, 2015; DE FARIA, 2013; SÉRALINI et al., 2014; DA MATA; FERREIRA, 2013).

Outro problema que pode afetar o solo e a água é a disposição incorreta dos resíduos oriundos da agroindústria. Os resíduos agroindustriais possuem caráter poluente, e, muitas vezes, têm como destino final as lavouras, o fundo de rios e a combustão, os quais são descartes prejudiciais ao meio ambiente, além de criminosos. Contudo, o descarte incorreto dos resíduos pode causar também ao ecossistema a emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa, como por exemplo, o gás metano (TROMBETTA et al., 2020; WILLS, 2013).

A motivação para essa pesquisa surgiu a partir de dois problemas: o primeiro foi a crescente produção de resíduos agroindustriais orgânicos gerados no território brasileiro; e o segundo, causado pelo uso excessivo do herbicida glifosato que vem contaminando nossos recursos hídricos. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial de adsorção de herbicidas à base de glifosato em meio aquoso utilizando biossorventes oriundos de resíduos agroindustriais.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A metodologia empregada neste projeto abrangeu uma pesquisa aplicada, realizada através de consulta bibliográfica e experimentação, em que a abordagem selecionada para análise dos dados foi quantitativa.

### **AQUISIÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS**

Os resíduos da casca de arroz (CA), casca de laranja (CL), casca de pinhão (CP), casca de noz pecã (CNP), casca de noz macadâmia (CNP) e sementes de maracujá (SM) são oriundos das agroindústrias do Litoral Norte Gaúcho. Os resíduos de noz macadâmia foram enviados pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) e são oriundos de uma Cooperativa da cidade de São Mateus, no Espírito Santo.

### **PRODUÇÃO DO MATERIAL ADSORVENTE**

Os resíduos foram lavados em água corrente e após secos em estufa a 105°C (CUBA et al., 2018). Os materiais secos foram moídos em um moinho de bancada. Na sequência o material foi ativado quimicamente com NaOH a 40g L<sup>-1</sup>, sendo seco novamente em estufa a 105° C até peso





constante (LIMA, 2012).

#### IDENTIFICAÇÃO DE GLIFOSATO EM MEIO AQUOSO

Para atestar o nível de glifosato contido nas amostras, as análises foram realizadas em triplicata e foi utilizado o método de Tzaskos et al. (2012). A partir da concentração de 500 mg L<sup>-1</sup>, foram realizadas diluições consecutivas variando entre 0,04 mg L<sup>-1</sup> e 0,14 mg L<sup>-1</sup>. Foram utilizadas soluções de ninidrina a 5% e solução de molibdato de sódio a 5%. Os tubos foram selados e mantidos em banho maria por 12 min, a 85°C. As amostras foram resfriadas até atingirem temperatura ambiente e o volume foi completado até 5 mL com água destilada. Em seguida foi realizado a leitura em espectrofotômetro a 570 nm. A partir da curva de calibração, pode-se verificar o nível de concentração de glifosato restante nas amostras (TZASKOS et al., 2012).

#### ANÁLISE DA CAPACIDADE ADSORVENTE

Para verificar o poder adsorptivo dos biossorventes produzidos foram realizadas análises de adsorção de glifosato em meio aquoso, utilizando volume fixo de 20 mL de solução de glifosato 100 mg L<sup>-1</sup>, a temperatura ambiente em triplicata, tendo uma das amostras como ensaio branco, em agitador magnético por 60 minutos a 150 rpm. A concentração final foi calculada a partir da curva-padrão obtida a partir da etapa 2.2. O percentual removido foi calculado através da equação (1), onde:  $C_0$  = concentração inicial do adsorbato (mg L<sup>-1</sup>) e  $C_e$  = concentração do adsorbato no equilíbrio (mg L<sup>-1</sup>).

$$\%removido = \frac{(C_0 - C_e) \times 100}{C_0} \quad (\text{Equação 1})$$

#### TESTES PRELIMINARES

Para os testes preliminares foram utilizados três materiais in natura: Farinha das cascas da laranja (FCL), Farinha das cascas das nozes macadâmia (FCNM) e Farinha das cascas da noz pecã (FCNP), já a farinha das cascas de arroz (FCA), a farinha das cascas de pinhão (FCP) e a farinha das sementes de maracujá (FSM) foram ativadas com NaOH, conforme descrito no item 2.2. Após, realizaram-se os testes que podem ser observados na Tabela 1.

As quantidades de farinhas utilizadas para realizar os ensaios foram baseadas nos trabalhos de Cuba et al. (2018) e Severino et al. (2018), onde seus experimentos utilizaram quantidades de 0,1g a 0,5g de bagaço de cana de açúcar e sabugo de milho.



Biossorventes	Quantidades
FCA	0,10 g
FCP	0,10 g
FSM	0,10 g
FCL	0,10 g
FCA + FCP	0,05 g: 0,05 g
FCA + FSM	0,05 g: 0,05 g
FCA + FCL	0,05 g: 0,05 g
FCP + FSM	0,05 g: 0,05 g
FCP + FCL	0,05 g: 0,05 g
FSM + FCL	0,05 g: 0,05 g
FCNM	0,10 g
FCNP	0,10 g

tabela 1. Testes preliminares dos biossorventes na adsorção de glifosato.

#### PLANEJAMENTO FATORIAL E METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA

Foi realizado um Planejamento Fatorial 2<sup>3</sup> com Metodologia de Superfície de Resposta com três pontos centrais a fim de verificar o melhor desempenho das quantidades dos adsorventes farinha da casca do arroz (FCA), farinha da semente de maracujá (FSM) e farinha da casca do pinhão (FCP). Foram realizados 12 (doze) Ensaios (NETO et al., 2010), onde o fator de resposta avaliado foi a concentração de glifosato em meio aquoso, o qual é representado por Y na equação (2). A Tabela 2 apresenta os valores codificados e reais do planejamento.

Ensaios	Níveis Codificados			Níveis Reais		
	X1*	X2*	X3*	X1*	X2*	X3*
1	-1	-1	-1	0,1	0,1	0,1
2	1	-1	-1	0,3	0,1	0,1
3	-1	1	-1	0,1	0,3	0,1
4	-1	-1	1	0,1	0,1	0,3
5	1	1	-1	0,3	0,3	0,1
6	1	-1	1	0,3	0,1	0,3



tabela 2.  
Planejamento  
fatorial 2<sup>3</sup> com  
variáveis de FCP,  
FCA e FSM.

Ensaio	Níveis Codificados			Níveis Reais		
	x1*	x2*	x3*	X1*	X2*	X3*
7	-1	1	1	0,1	0,3	0,3
8	1	1	1	0,3	0,3	0,3
9	0	0	0	0,2	0,2	0,2
10	0	0	0	0,2	0,2	0,2
11	0	0	0	0,2	0,2	0,2
12	0	0	0	0,2	0,2	0,2

x1\* = FCP; x2\* = FCA; x3\* = FSM

O modelo para a predição da adsorção pode ser visualizado na equação 2:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_1 x_2 + \beta_5 x_1 x_3 + \beta_6 x_2 x_3 + \beta_7 x_1 x_2 x_3 + \varepsilon. \text{ Eq. (2)}$$

Onde:  $Y$  representa a resposta para a quantidade de glifosato final após a adsorção,  $\beta_0$  é o coeficiente de intercepção,  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$  e  $\beta_7$  são os coeficientes lineares,  $x_1, x_2$  e  $x_3$  e representam as variáveis estudadas e  $\varepsilon$  é o erro. O *software* utilizado para verificar o modelo foi o Statistica 10.0 da Statsoft para Windows. A ANOVA foi utilizada para avaliar a significância do modelo proposto a 5% de confiança ( $p < 0,05$ ).

#### ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA)

Foi utilizada ANOVA de um fator a fim de avaliar o impacto da adsorção dos materiais biossorbentes produzidos na adsorção de glifosato em meio aquoso. O teste de Tukey foi utilizado para identificar qual resíduo apresentava diferença significativa na adsorção de glifosato. Ou seja, quando a ANOVA apresentou diferença significativa, foi realizado o Teste de Tukey para identificar qual ensaio apresentou diferença. Através desse teste foi possível identificar os ensaios que possuíam médias atípicas (MONTGOMERY, 2017).

#### DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Foi desenvolvido um protótipo similar a uma esponja, utilizando duas resinas vegetais acrescidas de diferentes quantidades dos biossorbentes, os quais foram escolhidos de acordo com os melhores resultados de adsorção a partir do planejamento fatorial.

#### MARK UP



Para a formação do preço de venda do protótipo produzido, utilizou-se o método denominado *Mark up* (MENDES, 2009), com o acréscimo de impostos e margem de comercialização.

#### INFLUÊNCIA DA VARIÁVEL TEMPO NA ADSORÇÃO

Realizou-se testes variando o tempo de adsorção entre: 15 min, 30 min, 60 min, 90 min, 120 min e 150 min. As análises de adsorção foram realizadas utilizando volume fixo de 20 mL de solução de glifosato 100 mg L<sup>-1</sup>, quantidade fixa de biossorventes (0,1 g de cascas de arroz, 0,1 g de cascas de pinhão e 0,1g de sementes de maracujá) a temperatura ambiente, sob agitação constante de 150 rpm.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abaixo seguem os resultados dessa pesquisa.

#### TESTES PRELIMINARES DE ADSORÇÃO

Os testes preliminares utilizando os resíduos do arroz, pinhão, maracujá, laranja e algumas combinações desses, conforme descrito no item 2.5, mostraram que foi possível adsorver glifosato do meio. A Tabela 3 apresenta os resultados da adsorção obtidos.

Biossorventes	% Redução do glifosato
FCA	42,00 ± 7,69
FCP	38,20 ± 0,22
FSM	29,20 ± 0,43
FCL	-163,00 ± 42,03
FCA + FCP	16,80 ± 1,73
FCA + FSM	41,60 ± 6,50
FCA + FCL	-86,20 ± 38,35
FCP + FSM	53,80 ± 3,90
FCP + FCL	-80,70 ± 11,27
FSM + FCL	-128,80 ± 0,87
FCNM	37,38 ± 22,76
FCNP	39,75 ± 39,66

tabela 3. Percentual de remoção de glifosato em meio aquoso.



Diante dos resultados obtidos, a Farinha da casca do pinhão (FCP) juntamente com a farinha da semente de maracujá (FSM) apresentaram os maiores percentuais de remoção do glifosato em meio aquoso (53,80%). Fato importante de ser destacado, uma vez que esses mesmos materiais adsorveram o glifosato quando utilizados isoladamente, mas em conjunto foram capazes de apresentar melhores resultados.

No entanto, os biossorventes com as farinhas das cascas de laranja (FCL) aumentaram as concentrações de glifosato no meio, indicando que esses produtos possam ter sido tratados com glifosato durante seu cultivo. Ou seja, é possível que os mesmos já estivessem contaminados com glifosato, apesar da agroindústria haver informado que os frutos eram oriundos de lavouras orgânicas. Dessa forma, optou-se por descontinuar o uso desses resíduos nos experimentos.

Salienta-se que não foi encontrado nenhum trabalho na literatura pesquisada que utilizasse a semente do maracujá, a casca do pinhão, a casca de noz macadâmia e a casca de noz pecã para adsorção de glifosato de meio aquoso, sinalizando que o presente estudo pode trazer importantes contribuições. Sementes como a da moringa oleífera (MOTA, 2014) apresentaram uma adsorção de 16,0%, semelhante ao encontrado quando a adsorção foi realizada utilizando as farinhas da casca de arroz (FCA) e farinha da casca de pinhão (FCP).

#### PLANEJAMENTO FATORIAL

A partir dos resultados preliminares, foi realizado o Planejamento Fatorial, conforme descrito no item 2.6. A Tabela 4 apresenta os valores de adsorção dos ensaios do Planejamento Fatorial.

Ensaio	% Redução do glifosato
1	49,78 ± 3,19 <sup>a</sup>
2	43,97 ± 11,24 <sup>a</sup>
3	44,44 ± 1,54 <sup>a</sup>
4	39,09 ± 6,29 <sup>a</sup>
5	29,74 ± 2,70 <sup>b</sup>
6	13,36 ± 5,48 <sup>c</sup>
7	39,97 ± 4,41 <sup>a</sup>
8	17,14 ± 4,55 <sup>b</sup>
9	14,93 ± 2,61 <sup>c</sup>



tabela 4. Remoção de glifosato em meio aquoso do Planejamento Fatorial.

Ensaio	% Redução do glifosato
10	15,16 ± 5,16 <sup>c</sup>
11	12,37 ± 3,43 <sup>c</sup>
12	10,92 ± 3,16 <sup>c</sup>

A quantidade de FCA apresentou diferença significativa, enquanto a interação entre os resíduos de FCP e FCA, bem como FSM não apresentaram diferença significativa. O modelo matemático para a adsorção do glifosato pode ser observado na equação 4:

$$Y = 15,04 - 8,63x_1 - 1,86x_2 - 7,3x_3 - 0,75x_1x_2 - 3,5x_1x_3 - 3,03x_2x_3$$

(Equação 4)

Através do modelo matemático é possível prever a adsorção do glifosato através da variação das quantidades dos bioadsorventes. A superfície de contorno correspondente a equação 4 pode ser visualizada na Figura 1. Observa-se que quantidades maiores e menores de FCP (farinha da casca de pinhão) resultam em uma adsorção maior. Já a quantidade de FCA (farinha da casca de arroz) variando entre 0,1 g e 0,2 g resulta em uma maior adsorção do glifosato, indicando ser mais significativo utilizar com essas quantidades.

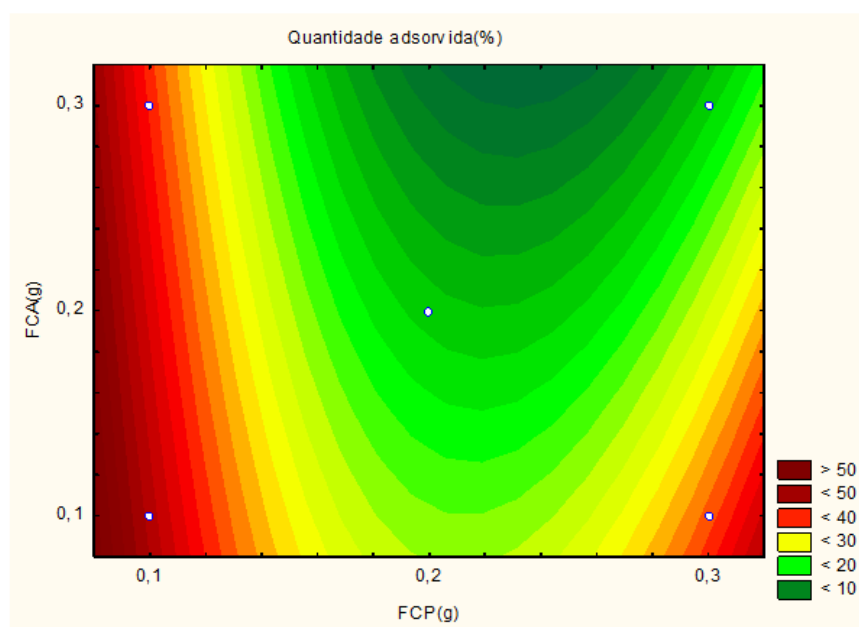


figura 1. Superfície de contorno para redução de glifosato variando a FCP e FCA.



## ANOVA

A partir dos resultados obtidos do Planejamento Fatorial, realizou-se a Análise de Variância (ANOVA) de um fator a fim de verificar qual era o melhor material bioissorvente. A resposta avaliada foi o percentual de adsorção. Foi possível observar diferença significativa a 5% de confiança. Devido ao fato desse atributo apresentar diferença significativa, foi realizado o teste de Tukey com o intuito de identificar qual ensaio apresentou diferença. Através desse teste foi possível identificar os ensaios que possuíam médias atípicas. Desta forma, foi constatado que os ensaios 1, 2, 3, 4, e 7 são estatisticamente diferentes dos demais (Tabela 4).

## DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

O protótipo foi desenvolvido utilizando duas resinas vegetais acrescidas de 0,1 g de cascas de arroz, 0,1 g de cascas de pinhão e 0,1 g sementes de maracujá, pois dentre os ensaios realizados no planejamento fatorial foram as quantidades que obtiveram os melhores resultados de adsorção. O protótipo inicial pode ser visualizado na Figura 2.



figura 2. Protótipo para remoção de glifosato.

## MARK UP

Através dos cálculos do *Mark up*, usando o acréscimo de 4,5% de impostos e de 10% de margem de lucro para comercialização, o protótipo originou um novo material adsorvente de baixo custo. O valor de comercialização é de R\$ 10,00, sendo 22% mais barato que o carvão mineral



comercial utilizado nas agroindústrias e estações de tratamento.

#### TRATAMENTO DA ÁGUA DOS AGRICULTORES

Após 48h da aplicação de glifosato na lavoura, foi coletada uma amostra do rio ao lado de uma lavoura, onde ocorre o processo de lixiviação. O protótipo do biossorvente desenvolvido foi utilizado para a remoção do glifosato na água do rio próximo à lavoura. Os resultados encontrados foram promissores, mostrando que o material adsorvente foi capaz de remover 81,8% de glifosato em meio aquoso, dessa forma, comprovando sua eficiência no tratamento de águas contaminadas com glifosato. A Figura 3 mostra, visualmente, a eficiência da adsorção a qual pode ser observada pela diferença colorimétrica. O tubo da esquerda apresenta água do rio após o processo de adsorção e o tubo da direita apresenta a água do rio próximo à lavoura.

**A**      **B**



figura 3. Eficiência qualitativa da remoção de glifosato em meio aquoso.

A = água após tratamento e B = água contaminada com glifosato

A Figura 4 apresenta a interação entre o herbicida e o material adsorvente, mostrando como ocorre a reação.



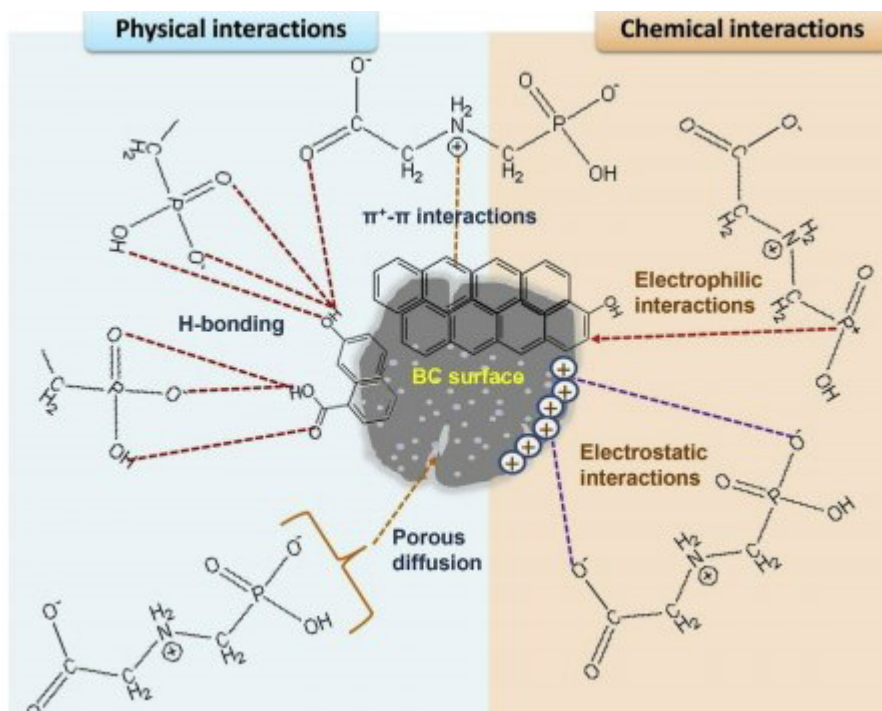


figura 4. Interação entre os sítios ativos do material adsorvente e o herbicida glifosato.

#### INFLUÊNCIA DO TEMPO NA ADSORÇÃO

A fim de verificar se o tempo influenciava a adsorção, foram realizados testes conforme descrito do item 2.10. Realizou-se ANOVA de um fator e teste de Tukey, mostrando que dentre os tempos utilizados, 60 minutos é o tempo ideal para a adsorção de glifosato em meio aquoso. A Tabela 5 apresenta os valores de adsorção encontrados.

Ensaio	Tempo	% Redução do glifosato
1	15 min	30,11 ± 0,17 <sup>a</sup>
2	30 min	38,32 ± 0,07 <sup>b</sup>
3	60 min	69,99 ± 0,33 <sup>c</sup>
4	90 min	69,92 ± 0,17 <sup>c</sup>
5	120 min	69,86 ± 0,18 <sup>c</sup>
6	150 min	70,58 ± 0,25 <sup>c</sup>

tabela 5. Influência da variável tempo na remoção do glifosato.



## CONCLUSÃO

Este trabalho avaliou o uso de resíduos agroindustriais na adsorção de glifosato em meio aquoso. Os melhores resultados foram utilizando os resíduos da farinha da casca de arroz, farinha da casca de pinhão e sementes de maracujá e por isso o protótipo foi desenvolvido utilizando esses resíduos junto a duas resinas vegetais. Foi possível verificar também que o tempo de 60 minutos foi o mais promissor para os resultados de adsorção.

O protótipo desenvolvido foi testado na água de um rio próximo a uma lavoura, mostrando sua eficiência na remoção de glifosato. A pesquisa desenvolvida demonstra importância e relevância social, científica, econômica e ambiental ao promover: o aproveitamento de resíduos agroindustriais; o uso de materiais alternativos para o tratamento de águas contaminadas com o glifosato e a melhoria da qualidade de vida e do ambiente, devido a descontaminação da água. Ainda possui caráter inovador uma vez que as cascas de pinhão, das nozes pecã, de macadâmia e as de sementes de maracujá nunca haviam sido utilizadas como materiais alternativos para o tratamento de águas contaminadas com glifosato, visto que não foi identificado na literatura publicações sobre este assunto.

Esse projeto não possui relevância apenas para o estado do Rio grande do Sul, mas sim para todo o Brasil ao promover diversas melhorias para o ambiente e produzir materiais novos e alternativos para o tratamento de águas contaminadas com o glifosato.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BBC. **Glifosato**: Por que a Anvisa propõe manter liberada a venda do agrotóxico mais usado no Brasil. 2019. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-47374656>> Acesso em: 15 set. 2021.
- CUBA, R. M. F.; GUIMARÃES, M. S.; TERÁN, F. J. C. XV-050 Produção de biocarvão a partir de bagaço de cana-de-açúcar para remoção de glifosato (formulação comercial) em meio aquoso. In: **Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**, 2018, Gramados. p. 1-7.
- DA MATA, J. S.; FERREIRA, R. L. Agrotóxico no Brasil: uso e impactos ao Meio Ambiente e a Saúde Pública. **Biologia**, v. 5, n. 6, 2013. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2013/08/02/agrotoxico-no-brasil-uso-e-impactos-ao-meio-ambiente-e-a-saude-publica-por-joao-siqueira-da-mata-e-rafael-lopes-ferreira/>>. Acesso em: 04 out. 2021.



- DE FARIA, V. H. F. **Glifosato**: desenvolvimento de metodologia para determinação em soja e milho e avaliação de parâmetros laboratoriais em trabalhadores expostos a agrotóxicos. 2013. 130f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.
- GLOBO RURAL. **Glifosato está liberado no Brasil diz ministro da agricultura**. 2018. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2018/08/glifosato-esta-liberado-no-brasil-diz-ministro-da-agricultura.html>> Acesso em: 15 set. 2021.
- HERATH, I.; KUMARATHILAKA, P.; AL-WABEL, M. I.; ABDULJABBAR, A.; AHMAD, M.; USMAN, A. R.; VITHANAGE, M. Mechanistic modeling of glyphosate interaction with rice husk derived engineered biochar. **Microporous and mesoporous materials**, v. 225, p. 280-288, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2016.01.017>
- LIMA, R. B. **Processo para a produção de carvão ativo a partir do subproduto resultante da lixívia alcalina da cinza da casca do arroz**. 2012. 111f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.
- MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**. John Wiley & Sons, 2017.
- MOTA, J. A. S. **Utilização da Moringa oleifera Lam para remoção de pesticidas glifosato e diuron**. 2014. 66f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Universidade Tiradentes, Sergipe, 2014.
- NETO, B. B.; SCARMINIO, L. S.; BRUNS, R. E. **Como Fazer Experimentos**: Pesquisa e Desenvolvimento na Ciência e na Indústria. Bookman Editora, 2010.
- NODARI, R. O.; HESS, S. C. Parecer técnico n.º01/2015: **Análise técnica acerca dos riscos associados ao glifosato, agrotóxico com uso autorizado no Brasil**. UFSC, 2015. Disponível em: <<http://noticias.ufsc.br/files/2015/07/parecer-t%C3%A9cnico-N.-01.pdf>> Acesso em: 16 ago. 2021.
- QUEIROZ, G. M. P.; SILVA, M. R. D.; BIANCO, R. J. F.; PINHEIRO, A.; KAUFMANN, V. Transporte de glifosato pelo escoamento superficial e por lixiviação em um solo agrícola. **Química Nova**, v. 34, n. 2, p. 190-195, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000200004>
- SAMSEL, A.; SENEFF, S. Glyphosate's suppression of cytochrome P450 enzymes and amino acid biosynthesis by the gut microbiome: pathways to modern diseases. **Entropy**, v. 15, n. 4, p. 1416-1463, 2013. <https://doi.org/10.3390/e15041416>



- SANTOS, E. S. **O impacto do glifosato na saúde humana: revisão narrativa.** 2020. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) – Universidade Católica de Salvador, Salvador, 2020.
- SÉRALINI, G. E.; CLAIR, E.; MESNAGE, R.; GRESS, S.; DEFARGE, N.; MALATESTA, M.; HENNEQUIN, D.; VENDÔMOIS, J. S. Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. **Environmental Sciences Europe**, v. 26, n. 1, p. 1-17, 2014. <https://doi.org/10.1186/s12302-014-0014-5>
- SEVERINO, F. N.; RODRIGUES, J. S.; LIMA, P. H. M. **Remoção de glifosato de meio aquoso utilizando biossorvente preparado à partir de sabugo de milho.** 2018. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.
- TROMBETTA, L. J.; TURCHETTO, R.; DA ROSA, G. M.; VOLPI, G. B.; BARROS, S.; DA SILVA, V. R. Resíduos orgânicos e suas implicações com o carbono orgânico e microbiota do solo e seus potenciais poderes poluentes. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 43996-44005, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-134>
- TZASKOS, D. F.; MARCOVICZ, C.; DIAS, N. M. P.; ROSSO, N. D. Development of sampling for quantification of glyphosate in natural waters. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, p. 399-405, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542012000400003>
- WILLS, W. **Modelagem dos efeitos de longo prazo de políticas de mitigação de emissão de gases de efeito estufa na economia do Brasil.** 2013. 236f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.



#### VANESSA TEIXEIRA DA ROSA

Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), técnica em Administração pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) – Campus Osório. Atuou como bolsista de iniciação científica Júnior nas áreas: ciências agrárias, ciências exatas e da terra e ciências biológicas. Também atuou como bolsista de extensão e ensino, no âmbito das ciências sociais aplicadas e cultural. Ambos os projetos foram desenvolvidos no IFRS. Hoje atua como bolsista de iniciação científica, pelo CNPq, na UFRGS, na área de toxicologia em alimentos.

#### FLÁVIA SANTOS TWARDOWSKI PINTO

Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) – Campus Osório. Formada em Engenharia de Alimentos, fez seu mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos e doutorado em Engenharia de produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Há mais de 11 anos, tornou-se professora do IFRS, onde desenvolve projetos de pesquisa com estudantes do Ensino Fundamental, Médio e Superior. Entre suas paixões está o desenvolvimento de projetos de pesquisa com os estudantes do ensino médio como forma de contribuir para uma educação mais significativa.

#### CLÁUDIUS JARDEL SOARES

Professor e diretor de extensão do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) – Campus Osório. Graduado em Química Licenciatura pela Universidade Luterana do Brasil (Ulbra), especialização em Educação Ambiental e Mestrado em Educação pela Universidade La Salle (Unilasalle). Tem experiência na área de Educação em Ciências, com ênfase em Didática e Epistemologia das Ciências. Atualmente desenvolve projetos de pesquisa e de extensão com alunos do Ensino Médio.

submetido  
31.07.2020

reapresentado  
18.08.2021

aprovado  
20.09.2021

**Contribuição de autoria.** Vanessa Teixeira da Rosa: concepção, coleta e análise de dados, elaboração, revisão e redação do manuscrito. Flávia Santos Twardowski Pinto, Cláudius Jardel Soares: orientação, redação e revisão do manuscrito.

**Apoio.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul.

**Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença, você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

## ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE DIFERENTES CATALISADORES NA SÍNTESE DE NANOTUBOS DE CARBONO VIA CVD

**ANA GIULIA GONÇALVES** 

Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, Novo Hamburgo, RS, Brasil, 93315-010, ana\_giuliag@hotmail.com

**HENRIQUE HOFFMANN MORSCHEL** 

Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, Novo Hamburgo, RS, Brasil, 93340-030, henriquemorschel@gmail.com

**MARIA ANGÉLICA THIELE FRACASSI** 

Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, Novo Hamburgo, RS, Brasil, 93340-120, matfracassi@gmail.com

### RESUMO

Texto Esta pesquisa estudou diferentes catalisadores na produção de nanotubos de carbono (NTCs) pela técnica CVD e avaliou sua viabilidade tendo como precursor de carbono o GNV. Os NTCs apresentam propriedades diferenciadas, o que leva à sua aplicação em diversas áreas. Apesar de sua vasta gama de aplicações, os nanotubos têm custo elevado, o que restringe seu uso a pesquisas em institutos e universidades no Brasil. A pesquisa buscou viabilizar a produção de NTCs bem estruturados a partir do gás GNV que, além do custo reduzido em relação a outros gases, apresenta ampla rede de distribuição. Foram produzidos catalisadores de níquel e ferro simples e suportados. Os NTCs foram purificados com solução ácida a 100°C/1h e após tiveram suas estruturas analisadas pelas técnicas de espectroscopia Raman e MEV, que demonstraram a presença de nanotubos nas amostras produzidas. A proposta é uma alternativa promissora para a síntese dos NTCs em grande escala.

**Palavras-chave:** Nanotubos. Carbono. Catalisadores. GNV.



## STUDY OF DIFFERENT CATALYSTS BEHAVIOR IN THE SYNTHESIS OF CARBON NANOTUBES BY CVD

### ABSTRACT

This research studies different catalyst in the carbon nanotubes production by the CVD technique and evaluates the viability of them having the CNG as carbon precursor. This paper justifies itself because the CNTs have distinguished properties which lead to the exploration of this material in multiple areas. However, the nanotubes are still very expensive. Because of that, this research aims to enable the industrial production by using the CNG as carbon precursor, cheaper than ethylene currently used. Catalysts were produced and from them it was made the CVD technique. After the synthesis, it was made a chemical purification of the produced CNTs and then they were analyzed by the techniques Raman spectroscopy and MEV. The results have shown a strong indicative of the presence of CNTs in the produced samples. It was concluded that the accomplished synthesis shows itself a promising alternative to the CNTs synthesis in large scale.

**Keywords:** Carbon. Nanotubes. Catalysts. CNG.

### INTRODUÇÃO

A pesquisa busca avaliar o comportamento de catalisadores para otimização do processo de produção de nanotubos de carbono de paredes múltiplas (MWCNT, do inglês *Multiple Walled Carbon Nanotube*) através da técnica de deposição química em fase vapor (CVD, do inglês *Chemical Vapor Deposition*), tendo como precursor de carbono, o gás natural veicular (GNV). A ideia surgiu a partir da necessidade de viabilizar a produção desses nanomateriais com custo mais acessível do que atualmente há disponível no mercado. Os nanotubos de carbono (NTCs) são materiais sintéticos, de estrutura cilíndrica com diâmetros na escala nanométrica, formados por folhas de grafeno. Devido à combinação de suas dimensões em escala nanométrica, apresentam propriedades únicas, sendo classificados como de paredes simples (SWCNT, do inglês *Simple Walled Carbon Nanotube*) ou de paredes múltiplas.

De acordo com Feitosa (2009), os NTCs são considerados sistemas modelo para a nanotecnologia. Essas novas formas de carbono têm propriedades versáteis e integram-se facilmente em diferentes áreas do conhecimento, provocando grande interesse na comunidade científica, nas áreas de química, física e engenharia de materiais.



Segundo Paulo et al. (2015), quando materiais são reduzidos a dimensões nanométricas, tendem a apresentar propriedades inteiramente novas. A perspectiva de explorar essas propriedades têm levado a pesquisas e testes para inserção de nanotubos de carbono em revestimentos, impermeabilizantes, adesivos, argamassas poliméricas, selantes, solventes biodegradáveis, entre outros.

Conforme Jauris et al. (2011), houve um grande investimento na produção dos nanotubos de carbono. O aprimoramento e o desenvolvimento de técnicas demonstram a grande expectativa da indústria em relação a esse material.

Portanto, a importância desta pesquisa se mostra pelo fato de não haver, no Brasil, uma indústria de produção de nanotubos, deixando esse processo restrito, principalmente, a laboratórios que o fazem em pequena escala (JAURIS et al., 2011). Apesar de existirem estudos envolvendo o gás metano com pureza elevada, a escolha do gás GNV como precursor de carbono não foi realizada até o momento. A presente pesquisa se destaca pela possibilidade de utilização desse gás, tendo em vista que ele apresenta cerca de 92% de metano cujo custo relativamente baixo e ampla rede de distribuição no país podem viabilizar a produção de NTCs em escala industrial.

Nesse contexto, a pesquisa teve como objetivo estudar e identificar dentre diferentes sistemas catalíticos, o mais viável a ser utilizado na síntese de NTCs de paredes múltiplas através da técnica de CVD, visando diminuir os custos, obter nanotubos melhor estruturados e maior rendimento do processo.

## **METODOLOGIA**

A presente pesquisa consiste em quatro partes distintas, as quais resumem-se em preparação dos catalisadores, realização da técnica CVD, purificação química e análise das estruturas por espectroscopia Raman e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

### **PREPARAÇÃO DOS CATALISADORES**

Foram preparados nove sistemas catalíticos, sendo esses mássicos ou suportados. Para a preparação dos catalisadores foram escolhidos dois metais de transição, o ferro e o níquel na forma de óxidos metálicos. Para a preparação dos catalisadores suportados, além de ferro e níquel, foram utilizados óxidos de magnésio (MgO) e alumínio ( $Al_2O_3$ ). O uso desses suportes é adequado pois apresentam alta estabilidade quando submetidos a elevadas temperaturas durante a produção dos nanotubos, além de serem bons para o crescimento dos NTCs, já que possuem boa porosidade e área de contato.





## CATALISADORES MÁSSICOS

Os catalisadores simples ou mássicos foram produzidos de acordo com Agrell et al. (2003). Foram preparadas duas soluções distintas de nitrato de Ferro III e de Níquel nas concentrações de 1,25M e uma mistura de 1:1 de ambas soluções. Como agente precipitante foi utilizada solução de carbonato de sódio 1,25M. Os precipitados de carbonato de cada metal, bem como da mistura, foram obtidos pela adição lenta do agente precipitante em banho-maria, a 80°C. Após resfriamento, filtração a vácuo e lavagem dos precipitados com água deionizada, esses foram secos em estufa a 100°C/12h. Ao final, os precipitados secos foram calcinados em forno mufla a 400°C/4h. Os catalisadores produzidos nessa etapa estão demonstrados na Figura 1. Catalisadores suportados

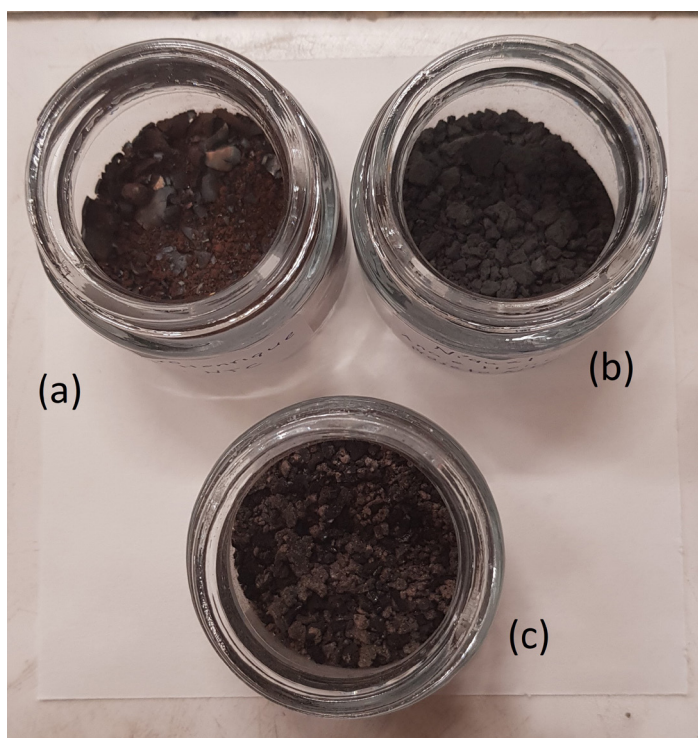


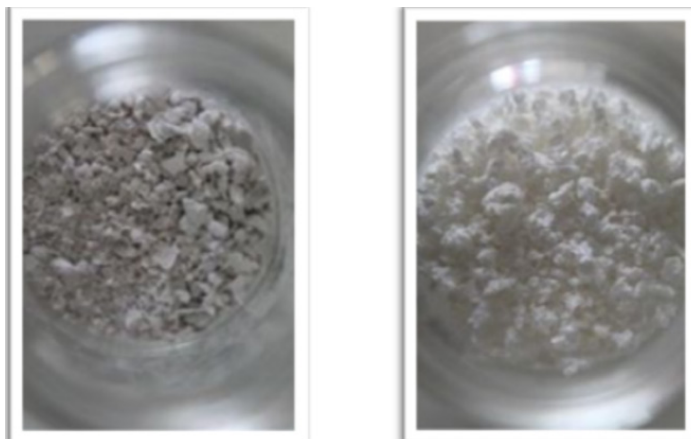
figura 1.  
Catalisadores mássicos prontos, sendo: (a)- $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , (b)-NiO e (c)- $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{NiO}$ .

Para a produção dos catalisadores com suporte ou suportados foi realizada a técnica de impregnação conforme descrito em Justino (2012).

Soluções de nitrato de magnésio e nitrato de alumínio a 1,25M foram preparadas e acrescentadas de 4% de álcool polivinílico (PVA) em massa. Ambas soluções foram gotejadas lentamente em solução de hidróxido de amônio a 20% para formação de esferas de hidróxidos de magnésio e alumínio e permaneceram em repouso por 24h. Após esse período, os óxidos foram filtrados e lavados com uma solução de etanol a 30%. Em seguida, os precipitados foram secos em estufa a 100°C/3h, seguidos de calcinação em forno mufla a 650°C/2h. Os óxidos de magnésio e alumínio podem ser visualizados na Figura 2.



figura 2. Óxidos de magnésio e alumínio, respectivamente após a calcinação em forno mufla.



A incorporação dos metais aos suportes foi pela imersão dos mesmos nas soluções dos nitratos metálicos. Os óxidos permaneceram imersos nas soluções, em repouso, por 40 minutos e, após filtração simples, foram secos em estufa a 100°C/2h. Os catalisadores obtidos com suporte de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{MgO}$  podem ser visualizados nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

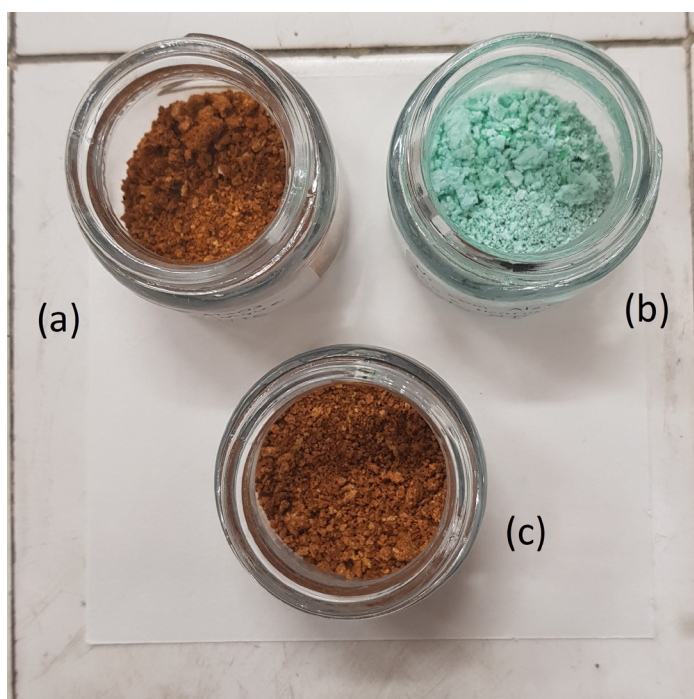


figura 3. Catalisadores suportados com  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . (a) Ferro; (b) Níquel; (c) Ferro e Níquel.

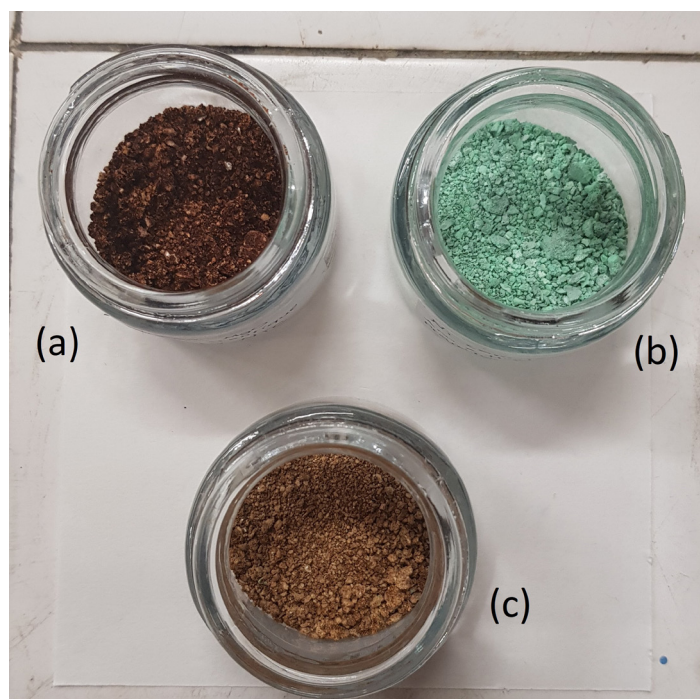


figura 4.  
Catalisadores  
suportados com  
MgO: (a) Ferro;  
(b) Níquel; (c)  
Ferro e Níquel.

#### TÉCNICA DE DEPOSIÇÃO QUÍMICA EM FASE VAPOR

Para a realização da técnica de deposição química em fase vapor (CVD), utiliza-se um sistema catalítico, geralmente metal ou óxido metálico, e um precursor de carbono, geralmente hidrocarbonetos, sendo que na presente pesquisa o gás escolhido foi o GNV. Esse gás é composto de uma mistura de hidrocarbonetos leves e metano com teor próximo a 92%.

De acordo com Araújo (2013), a decomposição térmica de um gás ocorre geralmente entre 500°C e 1000°C, podendo produzir tanto nanotubos de carbono de paredes simples (SWCNT) quanto de paredes múltiplas (MWCNT). A decomposição do gás foi realizada em um forno com um tubo de porcelana presente em sua estrutura, no qual são inseridas navículas com catalisadores para que os nanotubos de carbono possam se desenvolver.

Os nanotubos foram produzidos conforme Fischer (2010) e Jauris et al. (2011) apontam, utilizando os catalisadores mássicos e suportados produzidos. As temperaturas de síntese utilizadas foram em uma faixa de 1000°C a 1200°C. Utilizou-se o Nitrogênio como gás inerte para o aquecimento e o GNV para a realização da técnica CVD. Ambos os gases foram usados com vazão entre 0,3 e 0,5L/min por um período de 30 a 40 minutos. Amostra de nanotubos de carbono produzidos pode ser visualizada na Figura 5.



figura 5. Navículas retiradas do forno CVD após a síntese dos NTCs com os catalisadores mássicos ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , NiO e  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{NiO}$ ).



### PURIFICAÇÃO QUÍMICA

A produção dos nanotubos de carbono pela técnica de deposição química em fase vapor gera uma grande quantidade de impurezas. De acordo com Oliveira (2009), entre essas impurezas, é possível citar: fullerenos e carbono amorfo, além de catalisadores residuais que permaneceram após a técnica CVD.

Essa etapa de purificação, conforme Jauris et al. (2011), diz respeito a um tratamento químico. Tal tratamento separa os produtos em função de sua reatividade, favorecendo a eliminação de grande quantidade de impurezas, como o catalisador residual da produção.

A etapa de purificação química foi realizada com solução de HCl 75% e aquecimento em banho-maria.

Na sequência, os NTCs foram filtrados em cadinho filtrante, lavados com água deionizada até pH 7,0 e secos em estufa. A massa foi determinada antes e após a purificação com a finalidade de estabelecer o rendimento dessa etapa.

### ESPECTROSCOPIA RAMAN

De acordo com Feitosa (2009), a Espectroscopia Raman é uma técnica muito usada na caracterização de nanotubos de carbono. Tornou-se muito importante, porque através dela é possível obter muitas informações (vibracionais, estruturais e eletrônicas) sobre o sistema em apenas um experimento.

A análise de Espectroscopia Raman foi realizada no Laboratório de Altas Pressões e Materiais Avançados (LAPMA) na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). As condições de operação foram: laser de HeNe 632,8nm e laser de diodo – 532nm, no equipamento Olympus BH-2 (BHTU) Microscope.



## MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

A análise realizada no MEV permite visualizar a estrutura dos produtos da pesquisa e a análise de Espectroscopia de raios X por Dispersão em Energia (EDS), feita por equipamento acoplado ao MEV, o que permite fazer uma avaliação química qualitativa e quantitativa acerca dos componentes presentes nas amostras. O ensaio foi realizado no ITT Fuse, na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ESPECTROSCOPIA RAMAN

A principal análise para a caracterização dos nanotubos de carbono é através da espectroscopia Raman. A partir da análise dos picos é possível obter uma série de informações. Os resultados da espectroscopia Raman foram obtidos na forma de gráficos, onde pode-se observar as bandas D, G e G', respectivamente da esquerda para a direita, apresentadas na Figura 6 e devidamente descritas abaixo.

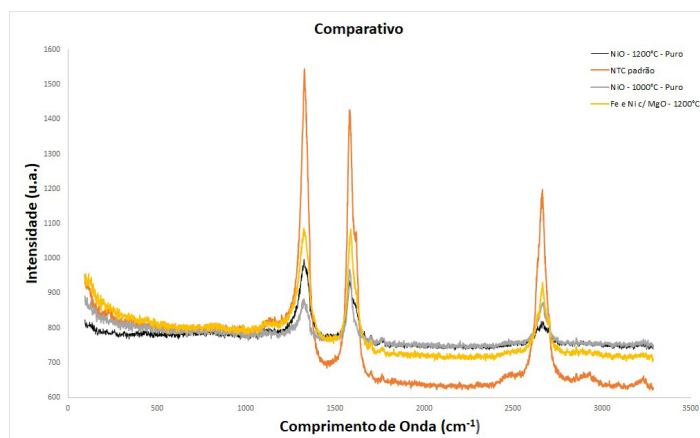


figura 6.  
Comparativo entre  
os espectros Raman

### Banda D

Segundo Lobo et al. (2005), a partir da banda D podem ser obtidas algumas informações importantes. Primeiramente, a largura do comprimento de onda da banda D no espectro Raman pode ser utilizada para distinguir as diferentes formas alotrópicas do carbono. Os nanotubos de carbono de paredes múltiplas (MWCNT) apresentam perfil similar ao das bandas de grafite cristalinas, variando em um comprimento de onda entre 30 e 60  $\text{cm}^{-1}$ . A partir dessa informação, foram analisadas as larguras da banda D obtidas nos gráficos de cada uma das amostras analisadas. Com base nos dados obtidos, foi elaborada a Tabela 1 que indica a largura do comprimento de onda, bem como os pontos médios de cada um dos picos da banda D. Os pontos médios foram definidos como



sendo na metade da altura (intensidade) de cada banda, usados, portanto, para padronizar a medida das larguras das bandas e não como um fator de análise em si, visto que as bandas possuem larguras variáveis ao longo de seus comprimentos.

Amostra	Largura (banda D)	Ponto Médio (Intensidade – unidades arbitrárias)
A – Nanotubo (padrão)	43 cm <sup>-1</sup>	1176
B – NiO (1000°C)	44 cm <sup>-1</sup>	891
C – NiO (1000°C/purificado)	54 cm <sup>-1</sup>	830
D – NiO (1200°C/purificado)	60 cm <sup>-1</sup>	895
E – Ni (suporte MgO/1200°C)	Indeterminado	Indeterminado
F – Ni (suporte MgO/1200°C/purificado)	62 cm <sup>-1</sup>	975
G – Fe e Ni (suporte MgO/1200°C)	60 cm <sup>-1</sup>	948
H – Fe e Ni (suporte MgO/1200°C/purificado)	64 cm <sup>-1</sup>	961

tabela 1. Largura e ponto médio da banda D

A partir desses dados, comparou-se as larguras da banda D das amostras com a banda D referente ao nanotubo de carbono padrão importado da China. As amostras que ficaram fora da faixa, após a realização da purificação foram as amostras F e H. As demais amostras ficaram dentro da faixa desejada, indicando, possivelmente, a presença de MWCNT.

#### Banda G

Na análise de Espectroscopia Raman, os picos situados em um comprimento de onda que varia em uma faixa entre 1500 e 1600 cm<sup>-1</sup> são chamados de banda G. Esses picos dão informações sobre as estruturas grafíticas com hibridização sp<sup>2</sup> nos nanotubos. A banda G fornece dados sobre a natureza grafítica das amostras, ou seja, sua cristalinidade de arranjo dos átomos.

A partir da sobreposição dos gráficos obtidos pela espectroscopia Raman, conforme demonstrado na Figura 6, é possível observar que os picos da banda G ficaram localizados em uma mesma região do gráfico. Dessa forma, há fortes indícios que as estruturas encontradas nas amostras são de mesma natureza. Tendo em vista que as amostras produzidas pela técnica CVD foram comparadas com a amostra de nanotubos de carbono padrão, é possível afirmar que há presença de NTCs nas amostras analisadas.



### Banda G'

A banda G' é de fundamental importância para detectar, com boa precisão, a presença, bem como o grau de pureza dos nanotubos de carbono de paredes múltiplas (MWCNT). Segundo a pesquisa de Dileo et al. (2007), há um deslocamento do pico da banda G' em relação ao comprimento de onda onde é possível observar a diferença do MWCNT para o grafite. Enquanto o pico para os nanotubos está localizado em uma faixa de 2715  $\text{cm}^{-1}$ , uma maior concentração de grafite nas amostras faz com que o mesmo pico se desloque para um comprimento de onda 2738  $\text{cm}^{-1}$ . Tendo por base essa informação, foi elaborada a Tabela 2 que traz o registro da localização dos picos da banda G' nos gráficos de Raman analisados. Em

Amostra	Comprimento de onda de G'(cm <sup>-1</sup> )
A - Nanotubo (padrão)	2662
B - NiO (1000°C)	2666
C - NiO (1000°C/purificado)	2672
D - NiO (1200°C/purificado)	2658
E - Ni (suporte MgO/1200°C)	Indeterminado
F - Ni (suporte MgO/1200°C/purificado)	2638
G - Fe e Ni (suporte MgO/1200°C)	2665
H - Fe e Ni (suporte MgO/1200°C/purificado)	2669

tabela 2.  
Comprimento de  
onda da banda G'

comparação com Dileo et al. (2007), os resultados obtidos se apresentaram em uma faixa de comprimento de onda um pouco distante da faixa de 2715  $\text{cm}^{-1}$  citada no artigo. No entanto, os comprimentos de onda do pico G' das amostras analisadas ficaram localizados mais próximos de MWCNT em relação ao grafite. É possível observar que os resultados obtidos na análise dos nanotubos de carbono produzidos variam numa faixa entre 2638  $\text{cm}^{-1}$  e 2672  $\text{cm}^{-1}$  estando, portanto, muito próximo do valor encontrado para amostra padrão de MWCNT (2662  $\text{cm}^{-1}$ ).

Na pesquisa de Jauris et al. (2011), que também foi utilizada para a fundamentação dos resultados, o pico da banda G' ficou localizado em uma faixa de comprimento de onda próxima de 2685  $\text{cm}^{-1}$ . Em comparação com a presente pesquisa, nota-se que os resultados se aproximam de forma considerável e, tendo em vista que na pesquisa de Jauris et al. (2011) houve a produção dos MWCNT, pode-se afirmar que os resultados apresentam confiabilidade.

Já com relação à pureza, sabe-se que o pico da banda G' diminui de intensidade à medida que aumenta a quantidade de impurezas nas amostras analisadas. A partir da análise de espectroscopia Raman, registrou-se a intensidade dos picos G' encontrados, observando os resultados na Tabela 3.



tabela 3.  
Intensidade  
da banda G'

Amostra	Intensidade da banda G'(u.a.)
A - Nanotubo padrão	1187
B - NiO (1000°C)	909
C - NiO (1000°C/purificado)	875
D - NiO (1200°C/purificado)	820
E - Ni (suporte MgO/1200°C)	Indeterminado
F - Ni (suporte MgO/1200°C/purificado)	799
G - Fe e Ni (suporte MgO/1200°C)	931
H - Fe e Ni (suporte MgO/1200°C/purificado)	817

Quando comparados com a pesquisa de Dileo et al. (2007), é possível observar que os resultados se mostram diferentes do esperado, uma vez que, na prática, as amostras purificadas apresentaram uma diminuição dos picos da banda G'. Nota-se que pode haver problemas relacionados à etapa de purificação ou ainda que a mesma se mostrou insuficiente.

Por último, foi feita ainda uma terceira interpretação acerca da intensidade do pico da banda G', comparando-o com as intensidades dos picos de D e G. A partir da observação dos gráficos, é possível perceber que o pico da banda G' apresenta uma intensidade bastante considerável em todas as amostras analisadas quando comparado com as demais bandas, uma vez que o menor valor registrado para a intensidade desse pico foi de 799. Tendo por base a pesquisa de Dileo et al. (2007), esse dado apresentado é um forte indicativo da presença de nanotubos de carbono de paredes múltiplas (MWCNT) em boa quantidade nas amostras analisadas.

#### Relação das bandas D e G

Segundo Lobo et al. (2005), a espectroscopia Raman também permite obter informações sobre o grau de grafitação de uma amostra. O grau de grafitação se baseia na relação existente entre as intensidades das bandas D e G no gráfico. Essa relação reflete a proporção de nanotubos de carbono perfeitos em uma amostra. Quanto menor for a razão D/G, maior o grau de grafitação, indicando, portanto, melhor qualidade dos nanotubos formados. A partir dessa informação, calculou-se a razão entre as intensidades dos picos das bandas D e G em cada uma das amostras analisadas dos nanotubos de carbono produzidos. Os resultados obtidos estão expostos na Tabela 4.





Amostra	D/G
A - Nanotubo padrão	1,083
B - NiO (1000°C)	0,993
C - NiO (1000°C/purificado)	0,896
D - NiO (1200°C/purificado)	1,066
E - Ni (suporte MgO/1200°C)	1,035
F - Ni (suporte MgO/1200°C/purificado)	1,203
G - Fe e Ni (suporte MgO/1200°C)	1,002
H - Fe e Ni (suporte MgO/1200°C/purificado)	1,167

tabela 4. Relação entre D e G

A partir dessas relações, é possível observar que dentre as amostras produzidas, destaca-se a amostra C. Essa amostra apresentou o melhor valor para a relação D/G, no entanto, se mostrou um pouco diferente da relação apresentada pelos nanotubos de carbono padrão. Podemos notar que, comparando as relações obtidas com a da amostra padrão, a amostra produzida que apresentou melhor resultado foi a D.

#### MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Os resultados da análise de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), foram obtidos na forma de imagens com aumento de 20.000 vezes. Foram analisadas 4 amostras, sendo 3 delas produzidas na presente pesquisa e uma sendo a amostra de nanotubo padrão para comparação. As imagens obtidas no microscópio eletrônico estão apresentadas nas Figuras 7 a 10.

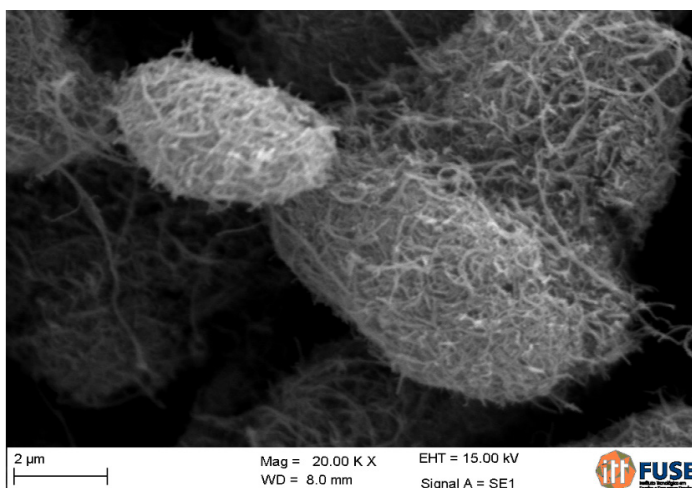


figura 7. MEV da amostra de nanotubo padrão (A). Aumento de 20.000 vezes.

FFonte: FUSE/UNISINOS.

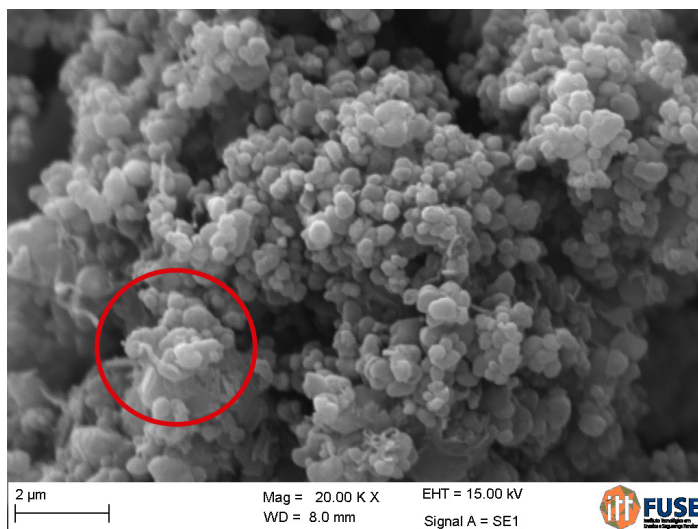


figura 8. MEV da amostra C. Aumento de 20.000 vezes.

FFonte: FUSE/UNISINOS.

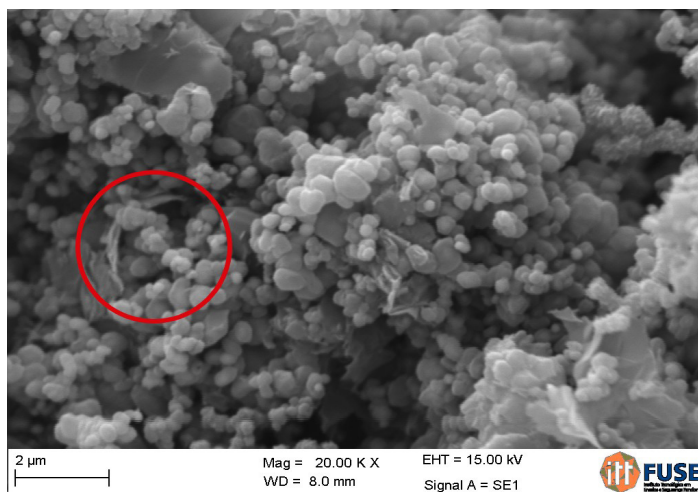


figura 9. MEV da amostra D. Aumento de 20.000 vezes.

FFonte: FUSE/UNISINOS.

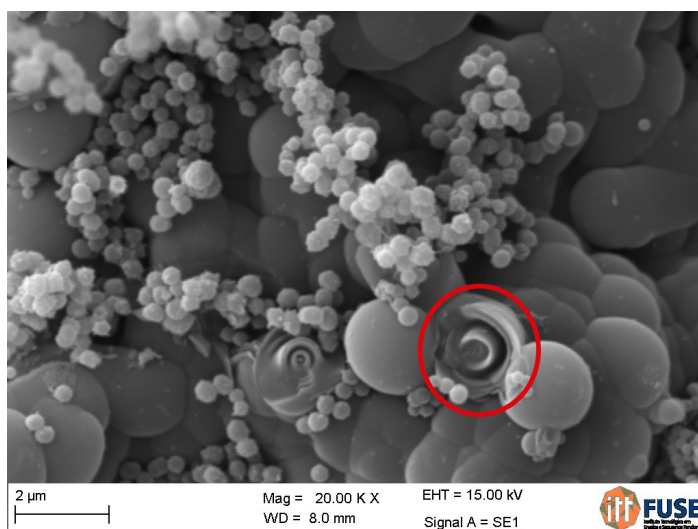


figura 9. MEV da amostra H. Aumento de 20.000 vezes.

FFonte: FUSE/UNISINOS.



Com a análise de MEV, foi possível observar que os nanotubos de carbono produzidos não estão totalmente estruturados. Em comparação com a amostra de nanotubo padrão, é possível observar que as amostras apresentam algumas estruturas em formato tubular em menor quantidade, além de estruturas cilíndricas, ambas destacadas em vermelho nas Figuras 8, 9 e 10, sendo um forte indicativo da presença dos MWCNT.

#### ESPECTROSCOPIA DE RAIOS X POR DISPERSÃO EM ENERGIA (EDS)

Junto aos resultados do MEV, foram obtidos os gráficos da análise de EDS. Essa análise apresentou dados qualitativos e semiquantitativos das amostras analisadas, na forma de gráficos e tabelas, acompanhado de um espectro de raios X. As análises de EDS foram realizadas a partir de quatro pontos específicos do espectro, sendo fornecidas as informações sobre cada um desses pontos. Foi calculada uma média a partir de todos os pontos, expressando as quantidades encontradas. As porcentagens das médias dos resultados estão expostas na tabela 5.

tabela 5.  
Médias EDS

Amostras	%C	%O	%Fe	%Mg	%Ni
A - Nanotubo padrão	94,80	1,40	-	-	3,80
C - NiO (1000°C/purificado)	91,26	-	-	-	8,74
D - NiO (1200°C/purificado)	87,69	-	-	-	12,31
H - Fe e Ni (suporte MgO/1200°C/purificado)	98,53	1,19	0,20	0,080	-

A partir dessa análise, observou-se que as amostras apresentaram um alto teor de níquel e que não foi possível obtê-las inteiramente puras. Esse resultado se mostra dentro do esperado, uma vez que a amostra padrão também apresentou algumas impurezas.

As Figuras 11 e 12 apresentam os resultados da análise de EDS de um dos espectros da amostra A e da amostra H, respectivamente.

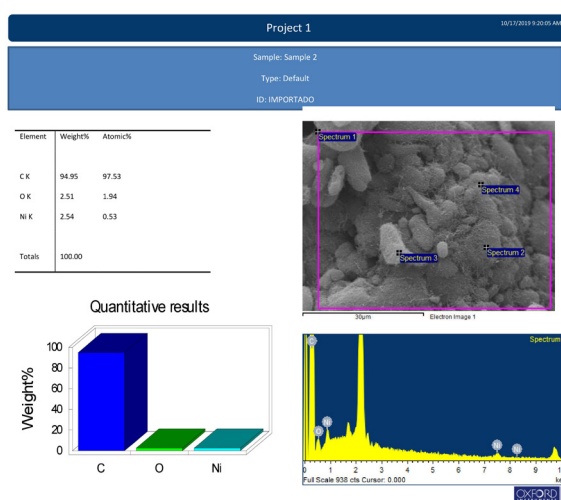


figura 11. EDS da amostra de nanotubos padrão (A)

Fonte: FUSE/UNISINOS.

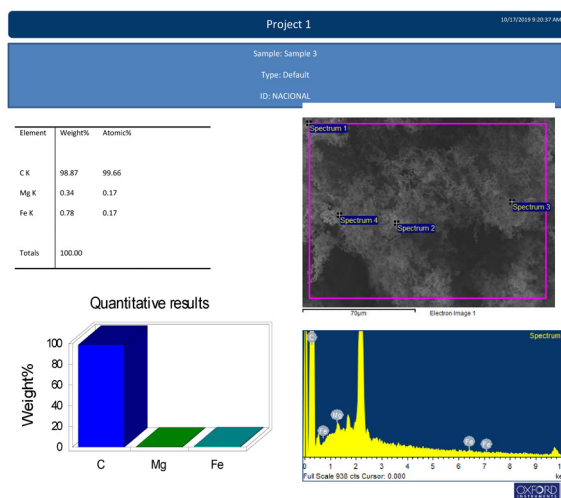


figura 12. EDS da amostra H.

Fonte: FUSE/UNISINOS.

## RENDIMENTO

A partir da produção de nanotubos foi elaborado um estudo do rendimento e da eficiência da purificação feito nas amostras analisadas.

Uma vez que os catalisadores utilizados na técnica CVD não são consumidos na etapa da síntese e servem apenas como uma superfície na qual acontece a formação dos NTCs, não é possível expressar o rendimento. Neste trabalho, optou-se, portanto, pelo conceito de fator de produção, que pode mensurar a quantidade de nanotubos de carbono que cada catalisador é capaz de produzir.

Para o cálculo do fator de produção dos catalisadores foram consideradas as massas iniciais de catalisadores nas navículas em relação às massas finais com os produtos obtidos.

Foi possível perceber que possuem maior fator de produção e, portanto, melhor resultado, as amostras C e D, com valores 3,55 e 4,37.

## CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que a produção de nanotubos de carbono de paredes múltiplas (MWCNT) tendo como precursor de carbono o gás GNV através da técnica de deposição química em fase vapor (CVD) é muito promissora. Foi possível identificar a produção de estruturas compatíveis com nanotubos de carbono nas amostras, apesar de apresentarem um alto grau de desordem estrutural.

Após a comparação com o nanotubo padrão e com pesquisas de referência na literatura, conclui-se também que as amostras produzidas e analisadas estão mais condizentes com nanotubos do que com grafite. Pela análise de Raman, foi possível concluir que há presença em boa quantidade de MWCNT nas amostras analisadas.



Pela análise de MEV, conclui-se que os nanotubos formados ainda não estão bem estruturados, sendo necessária a realização de novas sínteses, com controle de variáveis e aperfeiçoamento da técnica.

Dessa forma, as amostras produzidas apresentam estruturas semelhantes à amostra de nanotubos de carbono padrão, indicando que estamos no caminho correto para chegar a uma produção mais eficiente de NTCs.

Por último, a partir da análise de EDS, é possível concluir que a purificação realizada ainda pode ser ajustada a fim de aumentar o grau de pureza do nanotubo produzido.

Apesar de ainda serem necessários ajustes no processo realizado até o momento, esta pesquisa demonstrou que é possível produzir NTCs a partir do gás GNV, confirmando uma alternativa para a produção em grande escala dos nanotubos de carbono.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRELL, J.; BIRGERSSON, Henrik; BOUTONNET, Magali; MELIÁN-CABRERA, I; FIERRO, J.L.G.; NAVARRO, R.M. Production of hydrogen from methanol over Cu/ZnO catalysts promoted by ZrO<sub>2</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. **Journal of Catalysis**, v. 219, n. 2, p. 389-403, 2003.
- ARAÚJO, Luiza Rosa de. **Obtenção de nanotubos de carbono a partir da reação de decomposição catalítica do metano sobre catalisadores de ferro, cobalto e níquel suportados em alumina**. 2013. Tese (Pós-graduação em Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/107631>. Acesso em: 17 mar. 2019.
- DILEO, Roberta A.; LANDI, Brian J.; RAFFAELLE, Ryne P. Purity assessment of multiwalled carbon nanotubes by Raman Spectroscopy. **Journal of Applied Physics**, v. 101, n. 6, p. 1-5, 2007.
- FEITOSA, Johnny Peter Macedo. **Funcionalização Covalente e não Covalente de Nanotubos de Carbono**. 72 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/10374>. Acesso em: 17 mar. 2019
- FISCHER, Marcel Vinicius Theisen. **Síntese de Nanotubos de Carbono Pela Técnica de Deposição Catalítica Química em Fase Vapor**. 2010. Dissertação (Mestrado em Nanociências) – Área de Ciências Tecnológicas, Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), Santa Maria. Disponível em: <http://www.tede.universidadefranciscana.edu.br:8080/bitstream/UFN-BDTD/350/1/Marcel%20Vinicius%20Theisen%20Fischer.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2019.



JOURIS, Iuri *et al.* Produção de nanotubos de carbono via técnica de deposição química de vapor. **Revista Eletrônica Disciplinarum Scientia**, v. 12, n. 1, p. 125-137, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/1285/1217>. Acesso em: 18 mar. 2019.

JUSTINO, Patrícia Cavalcante. **Catalisadores suportados contendo cério e zircônia aplicados na combustão catalítica do metano**. In: Feira de Iniciação à Inovação e ao Desenvolvimento Tecnológico – FINOVA, 21., 2012, out.: Porto Alegre, RS. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/106224?show=full>. Acesso em: 18 mar. 2019.

LOBO, A. O.; MARTIN, A. A.; ANTUNES, E. F.; TRAVA-AIROLDI, V. J.; CORAT, E. J. Caracterização de materiais carbonosos por espectroscopia Raman. **Revista Brasileira de Aplicações de Vácuo**, v. 24, n. 2, p. 98-103, 2005.

OLIVEIRA, Bianca Lira de. **Síntese de Nanotubos de Carbono (NTC) por Deposição Química de Vapor Empregando Fe/CaCO<sub>3</sub> e Fe/NTC como Catalisador**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Disponível em: <http://portal.peq.coppe.ufrj.br/index.php/producao-academica/dissertacoes-de-mestrado/2009-1/175-sintese-de-nanotubos-de-carbono-ntc-por-deposicao-quimica-de-vapor-empregando-fecaco3-e-fentc-como-catalisador/file>. Acesso em: 09 abr. 2019.

PAULO, Francisco Alexandre de; CAETANO, Philippe José Maciel; GERALDO, Viviany. Aplicações da nanotecnologia na construção civil: análise experimental em argamassa expansiva com nanotubos de carbono. **Revista Pensar Engenharia**, Minas Gerais, v. 3, n. 1, jan. 2015.

#### **ANA GIULIA GONÇALVES**

Graduanda em engenharia de materiais na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Técnica em química formada pela Fundação Liberato e ensino médio concluído na mesma instituição.

#### **HENRIQUE HOFFMANN MORSCHER**

Técnico em química formado pela Fundação Liberato e ensino médio concluído na mesma instituição.

#### **MARIA ANGÉLICA THIELE FRACASSI**

Mestre em Microbiologia Agrícola e do Ambiente pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Licenciada em Ciências – Habilitação Biologia pela Universidade do Vale do Rio Sinos. Atualmente atua como educadora na Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha.



submetido  
31.07.2020

reapresentado  
22.04.2021

aprovado  
28.05.2021

**Contribuição de autoria.** Ana Giulia Gonçalves, Henrique Hoffmann Morschel e Maria Angélica Thiele Fracassi participaram da elaboração do estudo, da investigação de dados, do levantamento bibliográfico e da redação do artigo. Maria Inês Führ se empenhou na viabilização do trabalho além de contribuir na revisão final e edição do artigo.

**Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

## PROJETO FRIDAY: CONSTRUÇÃO DE UMA PRÓTESE MICROCONTROLADA DE BAIXO CUSTO

**GISLAINE DE ALMEIDA MAIA** 

*Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil, 60020-181,  
gislainealmeidam@gmail.com*

**THIAGO COSTA MOREIRA** 

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará,  
Fortaleza, CE, Brasil, 60040-531, thiagocostamoreira1@gmail.com*

**FABIANA DA SILVA MAIA** 

*Escola Estadual de Educação Profissional Avelino Magalhães, Tabuleiro  
do Norte, CE, Brasil, 62960-000, fabianasmaia@yahoo.com*

### RESUMO

Segundo o censo de 2010 do IBGE, cerca de 23,92% da população brasileira possui pelo menos um tipo de deficiência, porém poucos desses indivíduos possuem acesso aos recursos necessários para sua autonomia. A presente pesquisa visa construir uma prótese de mão microcontrolada com baixo custo que possa ser utilizada como um método de tecnologia assistiva para pessoas com deficiência, ou como um equipamento de proteção individual a fim de diminuir possíveis acidentes de trabalho. O protótipo foi construído a partir de materiais como poliácido láctico e policloreto de vinila, apresenta cinco módulos para controle (Bluetooth, Wifi, sensor de voz, luva espelho e sensor muscular) e usa da linguagem C++ para movimentação dos servos motores. Para avaliação, foram realizados testes do funcionamento da prótese com potenciais usuários, concluindo que o projeto obteve êxito nos seus objetivos e deve ser continuado com a realização de algumas adaptações conforme as opiniões obtidas.

**Palavras-chave:** Prótese microcontrolada. Deficiência. Tecnologia Assistiva. Mão.





## PROJECT FRIDAY: CONSTRUCTION OF A LOW-COST MICRO-CONTROLLED PROSTHESIS

### ABSTRACT

According to the 2010 census from IBGE, about 23.92% of the Brazilian population has at least one type of disability, but few of these individuals have access to the resources necessary for their autonomy. This research aims to build a low-cost micro-controlled hand prosthesis that can be used as an assistive technology method for people with disabilities, or as individual protection equipment to reduce possible accidents at work. The prototype was built from materials such as polylactic acid and polyvinyl chloride. It has five control mechanisms (Bluetooth, Wifi, voice sensor, mirror glove, and muscle sensor) and uses the C++ language to move the servo motors. For evaluation, tests of the prosthesis functioning were carried out with potential users, concluding that the project was successful in its objectives and should be continued with the realization of some adaptations according to the opinions obtained.

**Keywords:** Micro-controlled prosthesis. Disability. Assistive technology. Hand.

### 1 INTRODUÇÃO

Segundo Kapandji (2000), a mão está dotada de uma grande riqueza funcional que lhe proporciona uma superabundância de possibilidades nas posições, nos movimentos e nas ações. Ainda seguindo essa linha de pensamento, ele afirma que a mão do homem, na sua complexidade, se realiza como uma estrutura perfeitamente lógica e adaptada às suas diferentes funções. Nesse sentido, compreende-se a importância da mão para o corpo humano, tornando necessário voltar a atenção para aqueles indivíduos que não a possuem e em qual contexto social estão inseridos.

Segundo o censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 23,92% da população brasileira possui pelo menos um tipo de deficiência (seja auditiva, visual, motora e/ou intelectual), além de que, dentro desse grupo, aproximadamente 29,09% é portador de deficiência motora (2010 apud MORAES, 2018). Dentro desse cenário, coube ao Estado assegurar, através da legislação e do acesso de serviços pelo Sistema Único de Saúde (SUS), meios apropriados para garantia dos direitos de saúde, integração/reintegração e bem-estar desses indivíduos dentro da sociedade:

Os Estados Partes tomarão todas as medidas apropriadas para assegurar às pessoas com deficiência o acesso a serviços de saúde, incluindo os serviços de fisioterapia, que levarão em conta as especificidades de gênero. (BRASIL, 1988, 2009ª apud CARO et al., 2014).



Dentre essas medidas, encontra-se o conceito de tecnologia assistiva que será adotado nesse artigo. Esse refere-se a toda aquela tecnologia “usada para auxiliar no desempenho funcional de atividades, reduzindo incapacidades para a realização de atividades da vida diária e da vida prática” (MELLO, 1997 apud ROCHA; CASTIGLIONI, 2005), sendo essa uma ação interdisciplinar e podendo ter como exemplo o uso de próteses como instrumento auxiliador.

Apesar dos direitos garantidos por algumas leis, como o decreto 3.298, que dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1999), e a existência de instituições como a Associação Brasileira de Ortopedia Técnica (ABOTEC) que visa o desenvolvimento técnico-científico da ortopedia no Brasil, poucos indivíduos com deficiência física possuem acesso a tal tecnologia e equipamento. De acordo com dados da ABOTEC, menos de 3% das pessoas com deficiência possuem acesso a uma prótese de alta tecnologia (apud COLLUCCI, 2004), e isso se dá, principalmente, pela “ausência de recursos financeiros para aquisição de tais dispositivos e por custeio insuficiente de tecnologia assistiva por parte dos órgãos públicos de saúde” (CARO et al., 2014). O preço que uma prótese de alta tecnologia de membros superiores possui no mercado – próteses biônicas e mioelétricas - varia entre 120 mil e 200 mil reais (SAWADA, 2015), já modelos de próteses comerciais ativas estariam com valores entre 100 mil e 300 mil reais (MORAES, 2018), valores inacessíveis para indivíduos de camadas sociais inferiores.

Além disso, de acordo com um estudo realizado nas metalúrgicas de Osasco - SP, os membros superiores aparecem como os mais atingidos em acidentes de trabalho, cerca de 50% dos casos, e resultando majoritariamente em amputações (HUNOLD et al., 2014). No mesmo sentido, o Ministério do Trabalho afirma que entre os anos de 2011 e 2013 ocorreram cerca de 12 amputações de membros por dia, sendo suas principais causas o manuseio de equipamentos e máquinas sem uma proteção devida (VIEIRA, 2015).

Em suma, percebe-se que apesar de ser um direito afirmado por lei, poucos indivíduos são possuidores de próteses, conseqüentemente não tendo a disponibilidade desse tipo de tecnologia assistiva. Ademais, também foi refletido um alto índice de acidentes de trabalho que ocasionam a necessidade desse instrumento, principalmente quando relacionado aos membros superiores. É válido ressaltar que as estatísticas acerca do tema ainda são demasiadamente imprecisas e escassas na literatura, restringindo uma análise mais atual e aprofundada acerca do cenário das próteses e da deficiência física no Brasil.

Baseado nos dados citados, viu-se a necessidade da fabricação de um produto que, ao ser construído com materiais de menor custo, possa ser



disponibilizado para a população de baixa renda mais facilmente, auxiliando na melhoria da qualidade de vida. Assim, o presente artigo visa descrever o desenvolvimento e resultados do projeto denominado Friday, nomeado a partir de referência à cultura pop e ao universo de HQ's, sem possuir uma relação técnica específica. Esse projeto tem como objetivo o uso de componentes eletrônicos e não eletrônicos de baixo custo como um recurso de desempenho satisfatório para a construção de próteses de membros superiores, de modo a desempenhar as atividades manuais rotineiras de um ser humano. A partir disso, que consiga ser produzido um instrumento que funcione como tecnologia assistiva para pessoas com deficiência física e/ou para o uso como um equipamento de proteção individual (EPI).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa contou com diferentes fases. A primeira foi uma revisão bibliográfica por meio da leitura de pesquisas e artigos para aperfeiçoamento do conhecimento sobre programação e utilização de servos motores através do canal PWN (Pulse Width Modulation). Além disso, buscou-se encontrar projetos semelhantes que já tenham sido desenvolvidos, de modo a compreender os avanços já realizados na área e quais pontos ainda precisam de melhoria e adaptação. Destacam-se três: o protótipo de um joelho eletrônico (MORAES, 2018), uma prótese de mão robótica de LEGO (HUNOLD, 2014) e um protótipo de prótese de uma mão humana microcontrolada para crianças (BARBOSA; SUNDFELD; SILVEIRA; ARÊDES, 2006).

Em segundo momento, foram analisados quais seriam os materiais mais adequados e acessíveis para a estrutura física da prótese, deixando-a robusta e resistente, além também da escolha dos materiais eletrônicos e de possíveis formas de controle da movimentação. Optou-se para a parte prática da construção o material de PLA (poliácido láctico) por ser biodegradável - buscando evitar possíveis alergias que o plástico ABS poderia causar - o utilizando em uma impressora 3D para moldá-lo no formato de uma mão humana (Figura 02). Para a construção do antebraço utilizou-se um cano PVC (policloreto de vinila) moldado ao fogo, deixando-o com um formato próximo ao da parte do corpo proposta e com um corte frontal para permitir a criação de um compartimento dos materiais que geram a movimentação da prótese. Para a parte eletrônica em si foram necessários servos motores, Arduino, fonte de alimentação, baterias de 5V e 9V, um sensor e/ou transmissor específico para cada módulo e sensores EMG (eletromiográficos). Com esses materiais em mãos, partiu-se para a etapa da construção da prótese, colocando os componentes descritos anteriormente no compartimento criado e fazendo sua conexão com a mão impressa em PLA. O modelo final possui por volta de 35cm de altura, uma base com 10cm por 9cm e 1kg e 54g.



Para a etapa da programação, utilizou-se da linguagem C++. Códigos open source (Código aberto) são aqueles projetados para serem acessados abertamente pelo público, ou seja, todas as pessoas podem vê-lo, modificá-lo e distribuí-lo conforme suas necessidades. No caso do projeto Friday, os módulos programados que utilizaram o Open source foram: Módulo de voz, módulo Bluetooth e módulo Wifi. O Closed source (Fonte fechada), por sua vez, é aquele projetado para ser acessado somente por um grupo ou usuário autorizado, porém o mesmo não tem acesso ao seu código fonte e nem permissão para realizar alterações no mesmo. No projeto, os módulos que utilizaram o closed source foram: Módulo EMG e módulo da luva espelho. Por fim, foram adicionados recursos para conectividade com o meio externo, como módulo *bluetooth* e *Wi-fi* e mais outros três módulos utilizados para controle que serão descritos em seguida.



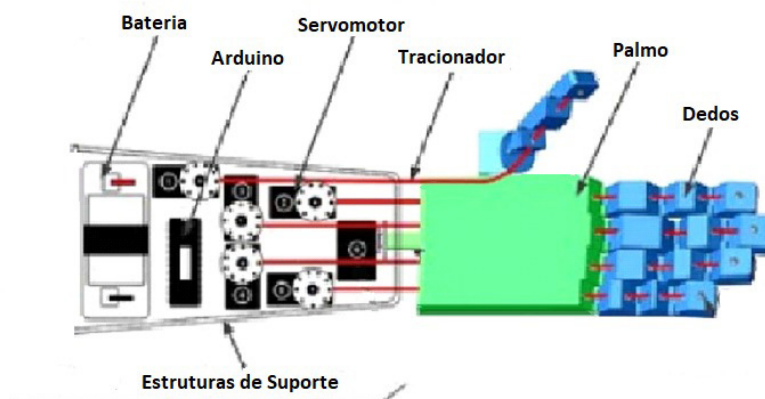
figura 1. Modelo de uma mão adulta impressa em poliacido láctico (PLA).

Ademais, funcionalmente a prótese opera através de linhas de nylon que passam por dentro de cada um dos dedos, contornam os servos motores e retornam até a ponta da última falange. Os servos motores alimentados por uma bateria 5V, ao se movimentarem para a esquerda ou direita, tracionam a linha e geram as ações de abrir ou fechar a mão através do uso do microcontrolador do Arduino e de algum dos módulos aplicados na prótese. Além disso, tanto o Arduino quanto os módulos são alimentados por uma bateria 9V (Figura 02).



figura 2. Projeto da parte mecânica e seu funcionamento com os servos motores..

Fonte: BARBOSA; SUNDFELD; SILVEIRA; ARÉDES, 2006.



## 2.1 MÓDULO BLUETOOTH

O primeiro módulo de comunicação, utilizado para o controle da prótese, é o bluetooth, em que, a partir de um aplicativo programado através do App Inventor, pode-se controlar cada um dos dedos através de cinco barras de rolagem mostradas na tela (Figura 03). Nesse sistema se é utilizada uma frequência de rádio de onda curta que possui baixo alcance permitindo o funcionamento mesmo em ambientes diferentes, contanto que estejam dentro de seu raio de alcance. A partir da conexão dos servos motores no microcontrolador (Arduino) utilizando portas PWN 3, 8, 10, 11 e 12 são recebidos comandos externos, utilizando a conexão do módulo bluetooth que foi conectada ao Arduino através das portas PWM 0, 1 (Figura 04). O movimento é realizado individualmente, um dedo por vez, seguindo a angulação designada pela barra de rolagem do aplicativo.



figura 3. Captura de tela da criação do aplicativo Friday para o módulo bluetooth, criado através do <http://appinventor.mit.edu>

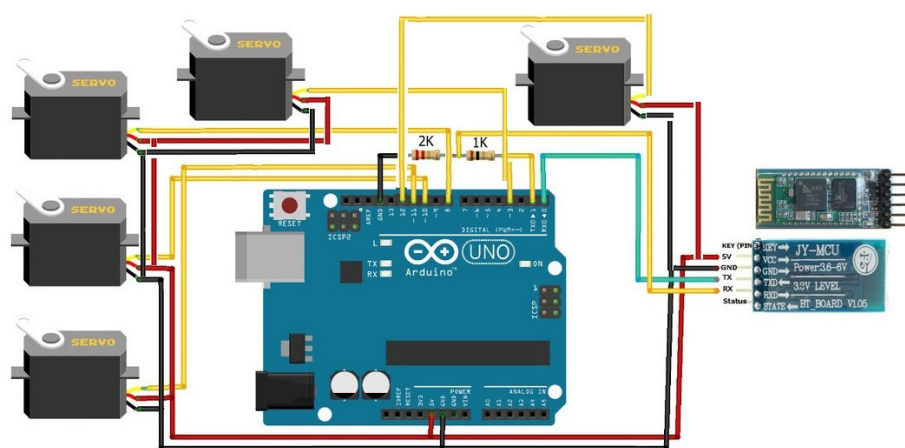


figura 4. Projeto eletrônico demonstrando o funcionamento do módulo bluetooth, criado no programa Paint.

## 2.2 MÓDULO WIFI

O segundo módulo encontrado é o Wifi, que funciona de forma semelhante ao bluetooth. Através da conexão da prótese com o aplicativo montado através da plataforma *Blyn IoT for Arduino* (Figura 05) e o acesso a uma rede de internet, torna-se possível sincronizar as informações. Esse módulo realiza o controle dos movimentos da prótese a partir do



seu código de programação e dos movimentos reproduzidos no aplicativo, permitindo o uso mesmo em maiores distâncias. Nesse módulo os dedos também são controlados individualmente.

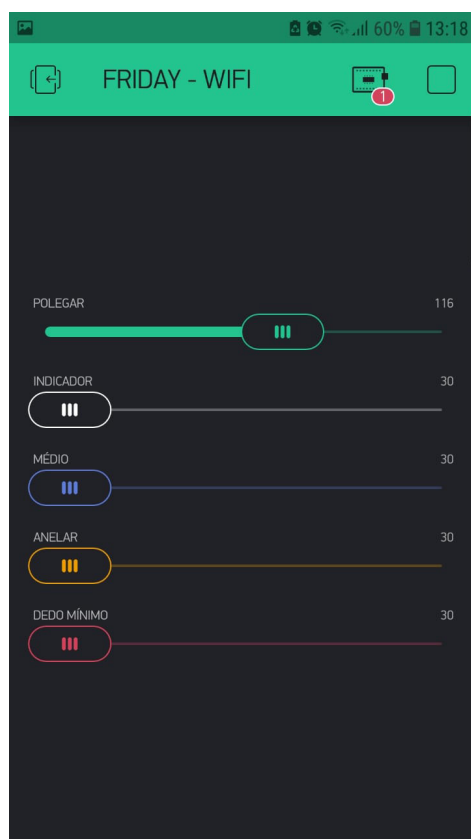


figura 5. Tela do aplicativo de controle do módulo wifi criado pelo Blynk.

### 2.3 MÓDULO DE RECONHECIMENTO DE VOZ

O terceiro módulo é o de reconhecimento de voz, que funciona a partir da gravação de comandos determinados pela fala do usuário. Alguns desses comandos podem ser, por exemplo: “abrir” ou “fechar” que movem todos os dedos em conjunto, além daqueles de controle individual como: “polegar” e “indicador”. Esse meio de controle da prótese torna possível o movimento dos dedos de forma coletiva e individualizada, sendo os servos motores acionados de acordo com o que se é dito (Figura 06), e utilizando exclusivamente a voz do indivíduo gravado, já que o leitor não reconhece outras para evitar possíveis interferências.

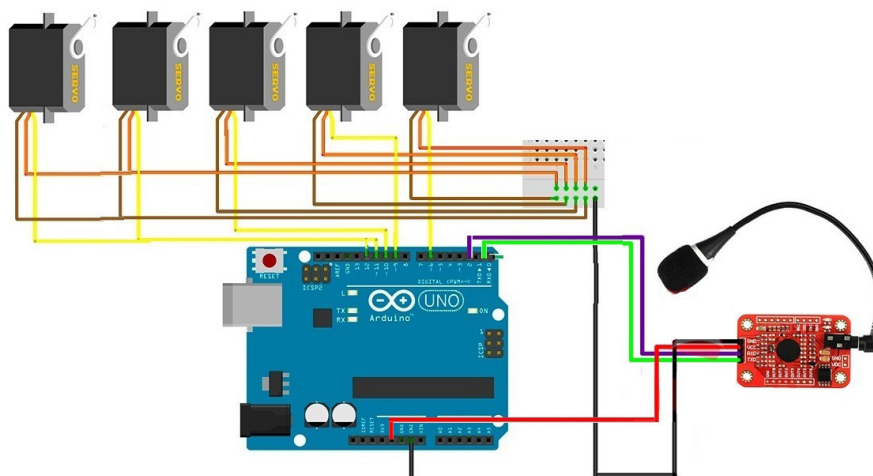


figura 6. Projeto eletrônico do módulo de reconhecimento de voz criado a partir do Paint.

## 2.4 MÓDULO DA LUVA-ESPELHO

O quarto módulo presente na prótese é o denominado “luva-espelho” que funciona como um espelho dos movimentos realizados ao calçar a luva fabricada. Esse dispositivo opera a partir do uso de cinco potenciômetros flexíveis fabricados com materiais simples e desenvolvidos pela nossa equipe, neles são utilizadas folhas de papel riscadas com grafite que estão envolvidas por alumínio nas suas extremidades laterais (Figura 07). Através desse material, da luva e do Arduino é possível enviar informações para a prótese de acordo com a variação de resistência gerada pelo movimento dos potenciômetros em cada dedo. Conseqüentemente, através desse dado, é realizada a movimentação dos dedos referidos na prótese.

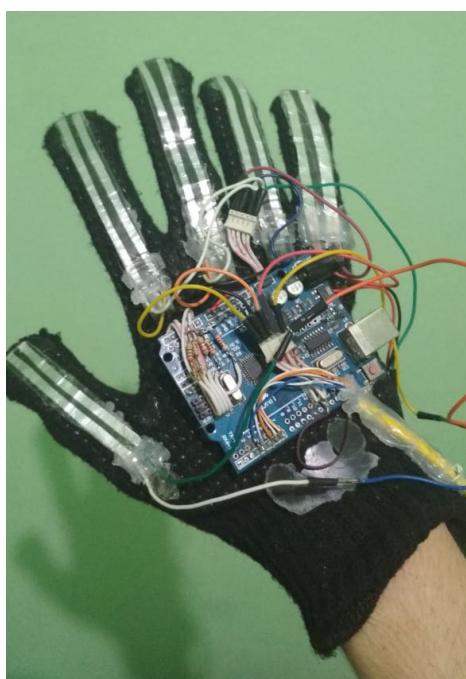


figura 7. Luva com os potenciômetros fabricados utilizados no módulo da luva-espelho.





## 2.5 MÓDULO DO SENSOR MUSCULAR

O quinto e último módulo é o do sensor muscular, que para seu desenvolvimento foi necessário basear-se na técnica da eletromiografia:

A eletromiografia (EMG) é uma técnica que permite o registro dos sinais elétricos gerados pela despolarização das membranas das células musculares [1]. Esta técnica possibilita o registro da atividade muscular durante o movimento (...) (OCARINO et al., 2005).

Para que seja gerado o nível de atividade muscular é necessário que se utilize:

(...) dois eletrodos para detecção do sinal e um de referência [2,14]. Os eletrodos de detecção são colocados no músculo de interesse, seguindo a orientação das fibras, e o de referência (denominado eletrodo terra), fazendo contato com qualquer proeminência óssea do corpo [14] (OCARINO et al., 2005).

A partir disso e da utilização do Arduino, é calculada a frequência muscular que será aplicada na prótese e, através dos sinais de variação enviados pela contração ou relaxamentos deles, é possibilitado a abertura ou fechamento da mão (Figura 08 e 09). O cálculo da frequência muscular varia de pessoa para pessoa, pois cada um possui um formato de músculo específico e um nível de atividade variado, um exemplo dessa medição seria um músculo com aproximadamente 320 mV de frequência quando relaxado e 480 mV quando contraído, com média de 20 pontos de margem de erro.

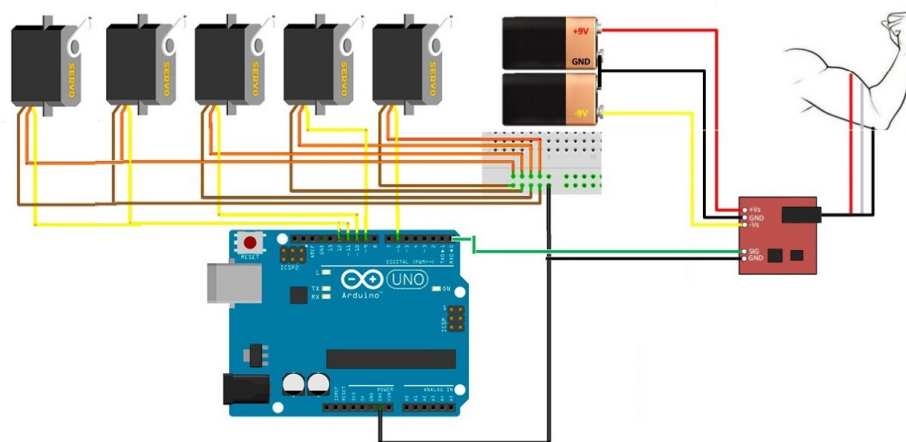


figura 8. Projeto eletrônico do módulo do sensor muscular criado a partir do Paint.

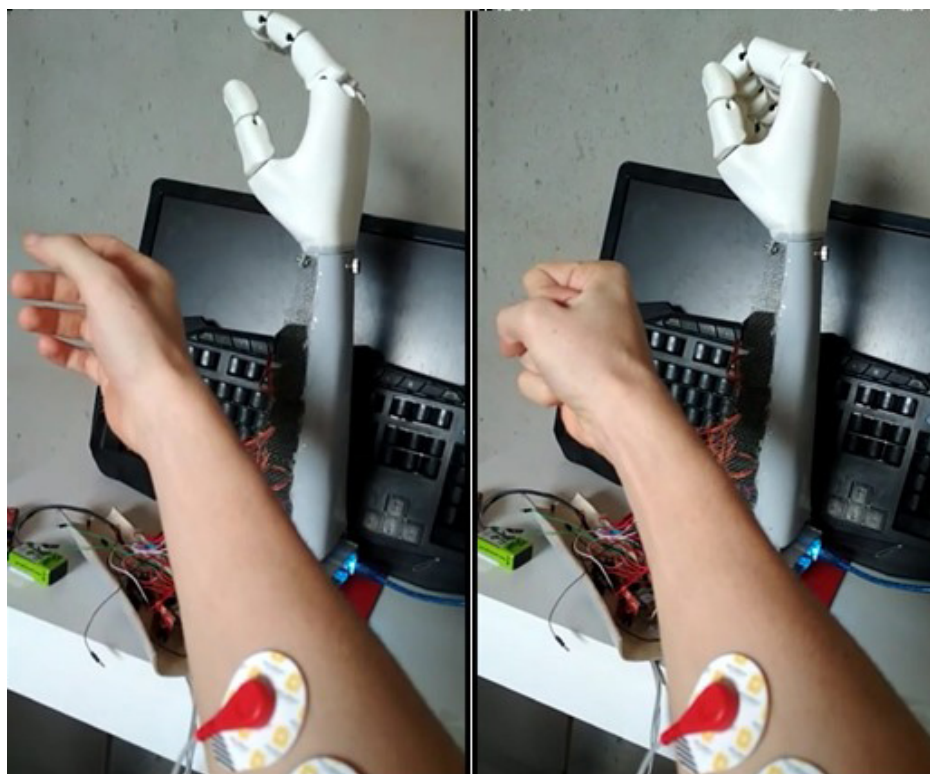


figura 9. Aplicação do módulo EMG na Friday.

## 2.6 REALIZAÇÃO DE TESTES

Com o objetivo de analisar o desenvolvimento e o funcionamento da prótese buscamos potenciais usuários para que fossem realizados testes de movimentação da prótese que demonstrassem se, de fato, o produto poderia ser utilizado. O público-alvo foram indivíduos que possuíam deficiência nos membros superiores, sendo eles uma senhora que teve o braço amputado e um rapaz adulto que já nasceu sem esse membro (realizando assim a conduta em dois tipos de casos diferentes). Cabe destacar que, para a realização do experimento, ocorreu uma reunião para aprovação do Comitê de Ética da instituição a qual o projeto pertence, tendo os riscos avaliados pelo diretor da instituição, uma professora e uma profissional da área da saúde, obtendo resultado positivo para a continuação do procedimento.

Os testes foram realizados na casa de cada um dos experimentadores, onde foi realizada uma breve explicação dos objetivos do projeto, quais procedimentos seriam realizados e a assinatura dos formulários necessários. Utilizou-se em ambos o módulo do sensor muscular por ser o de maior vantagem e facilidade para esse público.

Durante a realização do teste, foram fixados os três eletrodos e calculado uma média do potencial elétrico do músculo que seria utilizado. A



localização dos eletrodos irá variar de um indivíduo para outro, sendo necessário inicialmente medir onde tem-se atividade muscular mais ativa, após isso posiciona-se dois eletrodos a cerca de 6 cm de distância de um centro a outro e o terceiro na parte posterior do membro, exemplo: no caso do rapaz dois eletrodos foram fixados no bíceps e o terceiro próximo do tríceps. Após a preparação, pediu-se para que cada um dos sujeitos tentassem contrair e relaxar o músculo no qual os sensores foram fixados para que fosse possível ver de que forma aquela variação elétrica seria captada pela prótese. Com essa ação realizada, os resultados do teste se mostraram positivos já que, em ambos os casos, houve 100% de sucesso na abertura e fechamento da prótese (Figura 10 e 11).



figura 10. Teste da prótese em senhora com deficiência no membro superior através do sensor muscular.

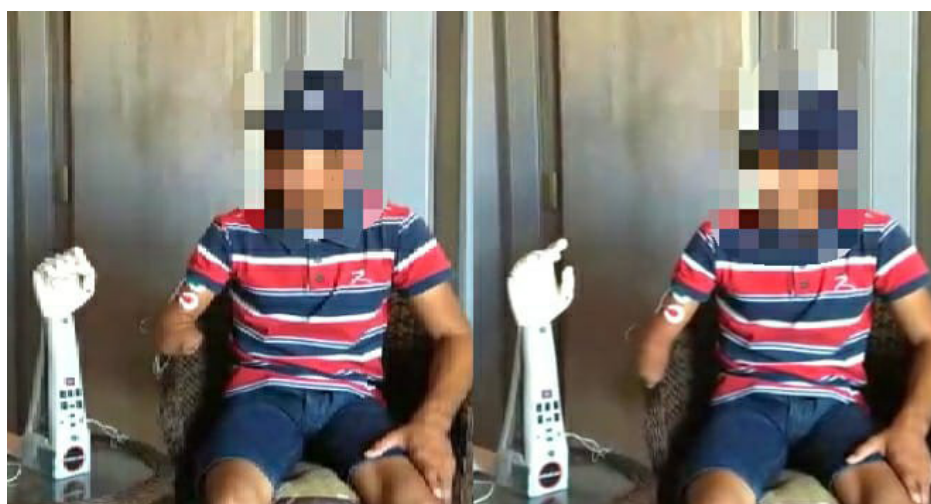


figura 11. Teste da prótese em rapaz adulto com deficiência no membro superior através do sensor muscular.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um dos primeiros impactos percebidos foi a surpresa ao apresentar a prótese para um indivíduo com deficiência física, podendo ser demonstrada as novas tecnologias que podem ser desenvolvidas com maior acessibilidade e menor custo. Além disso, a prótese poderá ser disponibilizada futuramente para aqueles que tenham essas necessidades, permitindo uma nova oportunidade para pessoas que tiveram os movimentos de alguma forma afetados sem ter que necessitar de um alto custo em dinheiro.

A partir dos testes foi possível confirmar o sucesso na criação e no funcionamento do protótipo, possibilitando também tomar nota das opiniões de futuros potenciais usuários. Alguns pontos positivos citados referem-se, principalmente, a percepção da proposta da criação da prótese, a senhora que realizou o teste emocionou-se ao perceber as possibilidades de movimentação e contou sobre a saudade que sentia de realizar algumas atividades cotidianas que foram prejudicadas após a amputação. Além disso, ela também comparou a prótese com uma que já havia sido ganhada pelo governo, afirmando que não gostava de usá-la por ser mais algo estético e menos funcional, mas que via na prótese do projeto uma possibilidade melhor de uso por possuir movimentação e uma aparência mais semelhante ao membro real. O rapaz, por sua vez, afirmou que gostou da proposta mas que não vê tanto interesse no uso de próteses porque, como já possui a deficiência desde que nasceu, já acostumou-se a realizar todas as suas atividades sem outro tipo de tecnologia. Ambos também afirmaram que um ponto necessário para reformulação consistia na possibilidade de fixação da prótese no membro.

Ademais, também conseguiu-se estabelecer uma tabela de gastos com os materiais que foram utilizados para a fabricação da prótese, tanto ela completa com os cinco módulos para controle quanto com apenas o sensor muscular (Figura 12 e 13). Os resultados dos valores totais utilizados para a construção mostram-se altamente distantes dos citados por Sawada (2015) e por Moraes (2018), demonstrando que o objetivo do projeto de produzir um instrumento que possa ser utilizado como EPI ou uma tecnologia assistiva, a partir de materiais eletrônicos e não eletrônicos de baixo custo, foi realizado com sucesso.



Item	Custo	Quantidade	Item	Custo	Quantidade
Mg995 Servo Analógico de engrenagem metal de alto torque	R\$ 36,63	5	Power bank 10.000 MAH	R\$ 100,00	1
Módulo Esp32 Espduino Wemos D1 Wifi R3	R\$ 54,49	1	Rede de metal 1m x 1m	R\$ 5,00	0,5m
Arduino Nano V 3.0 Rev3 Atmega328p	R\$ 19,90	1	Portas USB	R\$ 6,50	3
Arduino Micro R3 - compatível + cabo micro USB 2.0	R\$ 58,40	1	Chave gangorra	R\$ 2,00	5
Pro Mini Atmega328p Sv 16 MHz	R\$ 26,90	1	Baterias 9V 220 MAH recarregável	R\$ 2,50	2
Módulo Bluetooth HC-06 Rs232 Hc06	R\$ 21,45	1	Arduino UNO R3	R\$ 15,40	1
Módulo Sensor de atividade muscular EMG	R\$ 189,00	1	Papel alumínio 30cm x 7,5m	R\$ 14,70	1
Módulo de reconhecimento de voz para Arduino V3.1	R\$ 155,00	1	Luva de poliamida preta soft 9	R\$ 3,61	1
Impressão 3D da mão	R\$ 240,00	1	Folha de papel A4	R\$ 0,28	1
PVC 44mm 1m	R\$ 19,00	0,5m	Ponte de grafite B3 012	R\$ 0,40	1
Parafuso ½ Inox	R\$ 0,05	13	Fio Wire Wrap 120m 30awg	R\$ 0,63	2m
Placa de fibra de vidro virgem cobreada 1cm x 1cm	R\$ 1,32	15cm	Resistor 120R 1/4W	R\$ 0,75	5

tabela 1. Gastos e materiais da fabricação da Friday com cinco módulos de controle, valor total de R\$ 1.214,64.



tabela 2. Gastos e materiais da fabricação da Friday com o módulo EMG, feita no programa Excel, valor total de R\$ 390,31.

Item	Custo	Quantidade
Filamentos PLA 1KG	R\$ 130,00	0,120kg
Micro Servo Motor Towe Pro Mg90	R\$ 18,45	1
Módulo sensor de atividade muscular EMG	R\$ 189,00	1
Arduino Nano V3.0 Atmega328p	R\$ 17,40	1
Bateria 9V recarregável 220 MAH	R\$ 30,00	1
EVA 40x60cm	R\$ 4,49	1
Fio Wire Wrap 120m 30awg	R\$ 0,64	1,2m
Bateria recarregável Ultra Fire 18650	R\$ 11,00	1
Carregador bateria Ultra Fire	R\$ 6,70	1

Outro ponto importante foi a análise de cada um dos módulos desenvolvidos com seus respectivos exemplos de uso e pontos negativos e positivos, demonstrando que diversas atividades podem ser realizadas e adaptadas de acordo com a necessidade do usuário e que elas conseguem abarcar os objetivos propostos pelo projeto, reforçando o resultado positivo em sua realização (Tabela 03).

tabela 2. Lista dos módulos de controle desenvolvidos com suas respectivas características.

Módulo:	Vantagens:	Desvantagens:	Exemplo de uso:
<i>Bluetooth</i>	Sem a necessidade de energia elétrica.	Controle apenas em distâncias mais curtas.	Em casos de queda de energia elétrica.
<i>Wifi</i>	Controle a longas distâncias.	Necessidade de uma rede com acesso à internet.	Em casos de necessidades de longas distâncias.
<i>Sensor de voz</i>	Maior praticidade no uso, sem necessidade de um aparelho mediador.	Limitação com movimentos mais complexos.	Como EPI para movimentos com pouca complexidade.
<i>Luva-espelho</i>	Maior precisão na movimentação dos dedos da prótese.	Constante manutenção.	Cirurgias remotas, EPI para ambientes com risco de amputação.
<i>Sensor muscular</i>	Uso facilitado para indivíduos com a perda do membro superior que necessitam de um uso contínuo.	Controle limitado apenas para o uso dos dedos coletivamente.	Para indivíduos que possuam deficiência física nos membros superiores.

Por fim, cabe destacar os avanços notados na realização do protótipo do Projeto Friday com outros encontrados na literatura e também citados durante o artigo. Primeiramente, com relação ao protótipo de uma mão robótica de LEGO de Hunold et al. (2014), a prótese desenvolvida presente possui um material mais robusto e resistente, capaz de ter melhor durabilidade ao uso diário, além de ter uma aparência mais semelhante anatomicamente com o membro referido, fator que, como dito anteriormente, foi destacado positivamente por um dos indivíduos que testaram o produto. Em segundo lugar, de modo comparativo aos protótipos



construídos por Moraes (2018) e Barbosa et al. (2006), nota-se que foi possível avançar nas formas de utilização da prótese, não restringindo-se apenas aos indivíduos com deficiência mas como uma ferramenta capaz de evitar acidentes que causem essas amputações. Ademais, o projeto Friday trouxe módulos de comunicação com a prótese que ainda não tinham sido utilizados pelos autores anteriores, como o uso do Wifi e da luva espelho, além de ter o produto final testado por usuários que viriam a se encaixar dentro do público alvo escolhido, permitindo maior coleta de informações e avanços acerca dos próximos passos que devem ser realizados para que se chegue a um resultado pronto para ser distribuído no mercado ortopédico.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir dos resultados apresentados, tornou-se possível perceber a movimentação da mão de acordo com a necessidade do usuário, e o seu controle através da frequência do músculo do indivíduo e de outros módulos. Desse modo, conclui-se que os objetivos e a hipótese desse projeto estão sendo alcançados, verificando a possibilidade de desenvolver uma prótese de baixo custo que pudesse funcionar como tecnologia assistiva e um EPI.

Além disto, ressalta-se que o projeto necessita ainda de modificações para que chegue-se a um produto final, tendo como base as opiniões coletadas pelos testes, pretendendo adaptar a prótese para seu uso com fixação no membro através do uso de um encaixe, aperfeiçoar novos modelos e realizar novos testes com maior durabilidade de tempo de uso. Ademais, planeja-se também testar uma nova hipótese para a pesquisa, com o uso da ultrassonografia como uma forma de controle mais preciso da movimentação, de modo a resolver a limitação do módulo EMG.

Por fim, acredita-se que a existência do projeto foi capaz de continuar a visibilização de um grupo minoritário e demonstrar a necessidade de buscar soluções que auxiliem o bem-estar desses indivíduos. Além disso, também contribui cientificamente ao trazer a possibilidade do uso de novos materiais que ainda não tinham sido utilizados em pesquisas anteriores e quais pontos ainda precisam ser melhor pesquisados e adaptados. Assim, o projeto representa um passo já dado em busca do auxílio na garantia de direitos e de uma melhor qualidade de vida para esse público alvo, e uma possibilidade de prevenir que, em ambientes de trabalho, outros indivíduos venham a adquirir alguma deficiência.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, L. F. W.; SUNDFELD, L.; SILVEIRA, L.; ARÊDES, S. V. Projeto e Construção de uma prótese multifuncional microcontrolada da mão humana. **XX XBEB**, São Paulo, 2006. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Filipe-Wiltgen/publication/348436461\\_projeto\\_e\\_construcao\\_de\\_uma\\_protese\\_multifuncional\\_microcontrolada\\_da\\_mao\\_humana/links/5ff-f07a745851553a0416497/projeto-e-construcao-de-uma-protese-multifuncional-microcontrolada-da-mao-humana.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Filipe-Wiltgen/publication/348436461_projeto_e_construcao_de_uma_protese_multifuncional_microcontrolada_da_mao_humana/links/5ff-f07a745851553a0416497/projeto-e-construcao-de-uma-protese-multifuncional-microcontrolada-da-mao-humana.pdf). Acesso em: 15 maio 2021.
- BRASIL. Ministério da Justiça. **Decreto Nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999**. Regulamenta a Lei no 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. Brasil, 21 dez. 1999. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d3298.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm). Acesso em: 25 abr. 2021.
- CARO, Camila Caminha *et al.* A dispensação de órteses, próteses e meios auxiliares de locomoção (OPM) no Departamento Regional de Saúde da 3ª Região do Estado de São Paulo. **Caderno Brasileiro de Terapia Ocupacional UFSCar**, São Carlos, v. 22, n. 3, p. 521-529, 2014. <https://doi.org/10.4322/cto.2014.073>.
- COLLUCCI, Cláudia. Modernas, próteses no país são para poucos. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, p. nenhum, 19 set. 2004. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff1909200412.htm>. Acesso em: 7 maio 2019.
- HUNOLD, M. *et al.* Protótipo de prótese de mão robótica de lego controlada por sistema android para bi-amputado. **XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica**, Uberlândia - MG, p. 2452-2455, 2014.
- KAPANDJI, A.I. **Fisiologia Articular (Membro Superior)**. Volume I, 5ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- MORAES, Cinthya Rachel Lopes. **Desenvolvimento de um joelho eletrônico para utilização em próteses transfemorais**. 2018. 135 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. URI: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/32238>.
- OCARINO, Juliana de Melo *et al.* Eletromiografia: interpretação e aplicações nas ciências da reabilitação. **Fisioterapia Brasil**, Minas Gerais, v. 6, n. 4, p. 305-310, julho/agosto 2005. <https://doi.org/10.33233/fb.v6i4.2012>.
- ROCHA, E. F.; CASTIGLIONI, M. do C. Reflexões sobre recursos tecnológicos: ajudas técnicas, tecnologia assistiva, tecnologia de assistência e tecnologia de apoio. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, v. 16, n. 3, p. 97-104, 2005. 10.11606/issn.2238-6149.v16i3p97-104.





SAWADA, Thiago. Startup investe em impressão 3D para fabricar próteses de braço mais baratas. **O Estado de S. Paulo**, 1 nov. 2015. Disponível em: <https://link.estadao.com.br/noticias/inovacao,startup-investe-em-impressao-3d-para-fabricar-protese-de-braco-mais-baratas,10000028902https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff1909200412.htm>. Acesso em: 7 maio 2019.

VIEIRA, Sérgio. Acidentes com máquinas causam 12 amputações e quase um óbito por dia de trabalho no país. **Senado Notícias**, 8 set. 2015. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2015/09/08/acidentes-com-maquinas-causam-12-amputacoes-por-dia-e-601-mortes-por-ano>. Acesso em: 7 maio 2019.

#### **GISLAINE DE ALMEIDA MAIA**

Graduanda em Psicologia na Universidade Federal do Ceará (UFC) - Campus Fortaleza. cursou o Ensino Médio na Escola Estadual de Educação Profissional Avelino Magalhães, onde também obteve título de Técnico em Enfermagem.

#### **THIAGO COSTA MOREIRA**

Graduando em Telemática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Fortaleza. cursou o Ensino Médio na Escola Estadual de Educação Profissional Avelino Magalhães - Tabuleiro do Norte (CE), onde também obteve formação técnica em Edificações.

#### **FABIANA DA SILVA MAIA**

Formada em Licenciatura em Física pela Universidade Estadual do Ceará - Campus Limoeiro do Norte. Atualmente é docente de física na Escola Estadual de Educação Profissional Avelino Magalhães - Tabuleiro do Norte (CE).

**Contribuição de autoria.** Gislaíne de Almeida Maia, Thiago Costa Moreira participaram da elaboração do estudo, da investigação de dados, do levantamento bibliográfico e da redação do artigo. Fabiana da Silva Maia orientou todas as etapas e participou da revisão final e da edição do artigo.

submetido  
06.07.2020

reapresentado  
17.05.2021

aprovado  
01.07.2021

**Apoio.** Escola Estadual de Educação Profissional Avelino Magalhães.

**Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.





## AERONAR: AEROGERADOR PARA ÁREAS URBANAS UTILIZANDO SUCATA DE AR-CONDICIONADO

**VICTOR DE ANDRADE GOMES** 

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Salvador, BA, Brasil, 40301-015, victor.drad.g@gmail.com*

**EMERSON SILVA DA ROCHA** 

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Salvador, BA, Brasil, 40301-015, e.silva.rocha1234@gmail.com*

**VITOR LEÃO FILARDI** 

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Salvador, BA, Brasil, 40301-015, vitorleao@ifba.edu.br*

### RESUMO

A energia eólica é pouco explorada como fonte de energia sustentável em áreas urbanas. O Brasil é o 4º maior país em descarte inadequado de plástico. Com base nessa temática foi desenvolvido e aprimorado um aerogerador utilizando sucata de ar-condicionado que aproveita o fluxo laminar de vento em edificações nas áreas urbanas. O aparato desenvolvido possui 6 modos de instalação, tornando-o adaptável a diversos perfis de vento além de contar com um sistema multiplicador de rotações na razão 1:3,5. A potência máxima atual é de 1,8 W, atingida com rotação de 600 rpm, suficiente para carregar um aparelho de celular convencional. A potência máxima anterior, de 1,1 W era alcançada com rotação 2,5 vezes maior. Sendo assim, as melhorias aplicadas tornam o AERONAR ainda mais atrativo e viável do ponto de vista técnico para geração de energia limpa em áreas urbanas e ainda contribui para a reciclagem de material plástico.

**Palavras-chave:** Aerogerador. Fluxo Laminar. Reciclagem.

### AERONAR: WIND TURBINE FOR URBAN ZONES USING AIR-CONDITIONER SCRAPS

#### ABSTRACT

Wind energy is not yet commonly used in urban areas



as a clean energy resource. Brazil is the 4th country on the improper plastic disposal ranking. Based on this scenario, a wind turbine was developed and improved using air conditioning scraps that take advantage of the accelerated wind zone in the buildings. The developed system has six different installation modes, making the prototype more adaptable for different wind conditions, and a gearbox system with a 1:3.5 gear ratio. AERONAR is capable to generate 1.8 W with 600 rpm, sufficient energy to charge a cellphone. The maximum power of the previous version was 1.1W and it needed a rotation speed 2.5 times higher. Therefore, both efficiency and versatility upgrades contributed to making the developed wind turbine even more attractive and technically viable for generating clean energy in urban areas and for promoting plastic recycling.

**Keywords:** Wind Turbine. Laminar Flow. Recycling.

## INTRODUÇÃO

A quantidade de resíduos plásticos produzidos cresce em larga escala. O Brasil é o 4º maior produtor de lixo plástico no mundo e apenas 1,28% desta quantidade é reciclada (WORLD Wide Fund for Nature, 2019). Prevê-se que, até 2050, 25 bilhões de toneladas de resíduo plástico serão gerados, e apenas 10 milhões serão reciclados (GEYER; JAMBECK; RAW, 2017), como evidenciado no gráfico da Figura 1.

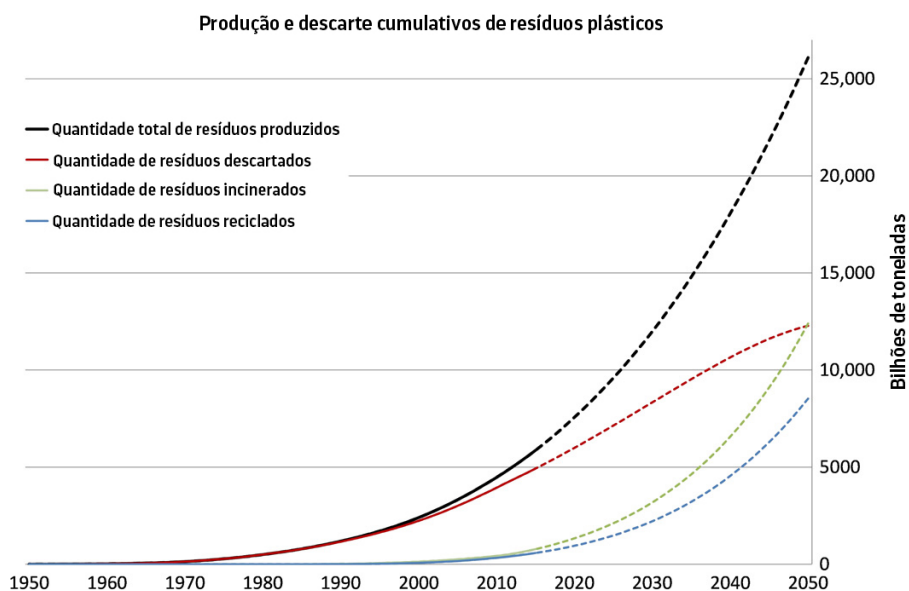


figura 1. Produção e descarte de resíduos plásticos acumulado ao longo dos anos.

Fonte: Adaptado de Geyer, Jambeck e Raw, 2017, p. 3.

Em contrapartida, a busca por alternativas sustentáveis para a geração de energia elétrica cresce progressivamente em todo o mundo. Dentre as diversas possibilidades, a utilização da energia eólica torna-se cada vez mais expressiva no Brasil. Em 2018, 72 novas fazendas eólicas foram implementadas, totalizando 583 plantas com capacidade total de 14,71



GW, representando um crescimento de 15% em relação a 2017 (ABEEólica, 2018).

A consolidação da energia eólica na matriz energética brasileira torna oportuno o desenvolvimento de novas tecnologias que englobam regiões onde sua utilização não é expressiva, como em ambientes urbanos. Devido à necessidade de grandes estruturas de instalação e a poluição sonora e visual causadas pela maioria das turbinas eólicas disponíveis no mercado, estes modelos tornam-se inadequados para instalação em zonas urbanas.

Portanto, o principal objetivo do presente artigo é relatar o processo de desenvolvimento de um protótipo conceitual de um aerogerador feito a partir de material reciclado capaz de aproveitar o fluxo laminar de vento incidente em prédios para geração de energia elétrica. Para isso, fez-se necessário analisar o perfil de vento da região de instalação; construir um sistema de aquisição e tratamento de dados, testar o conceito inicial de aproveitamento do fluxo laminar; analisar pontos de aprimoramento do protótipo; utilizar recursos como softwares de modelagem 3D e simulações para a aumentar a versatilidade e eficácia do projeto; e construir gráficos característicos de aerogeradores tais como curva de potência para avaliar sua viabilidade.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **FORMAÇÃO DAS CORRENTES DE AR**

A formação das correntes de ar se dá pelo fenômeno do aquecimento não uniforme da superfície terrestre, conseqüentemente gerando zonas de baixa e alta pressão. Esse fenômeno é responsável por forçar a movimentação do ar pela atmosfera. A diferença da temperatura incidente é influenciada por fatores como altitude, relevo, orientação dos raios solares e o movimento de rotação da Terra (DUTRA, 2008). Devido à inclinação natural do planeta, de aproximadamente  $23,5^\circ$ , os raios solares não o atingem de maneira igual, de modo que regiões próximas à Zona do Equador são mais aquecidas que as regiões polares. Por conseguinte, o ar quente tende a fluir para as regiões polares, e o ar frio em direção aos trópicos (DUTRA, 2008). Este deslocamento das massas de ar formam os ventos, como demonstrado na Figura 2.

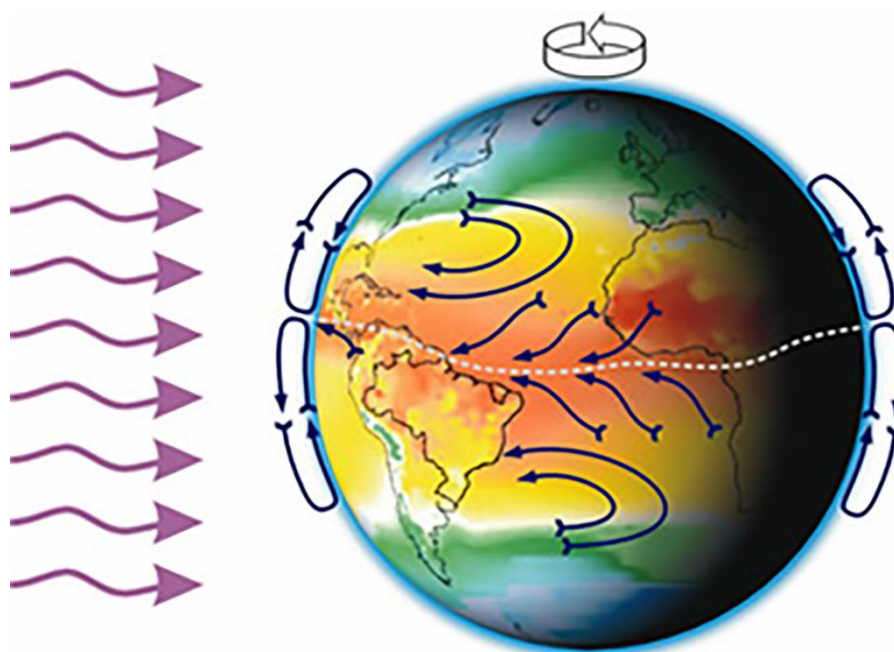


figura 2. Formação dos ventos em decorrência do deslocamento das massas de ar.

Fonte: Amarante, Zack e Sá, 2001, p. 23.

### AÇÃO DOS VENTOS EM EDIFICAÇÕES

Ao se chocar com um edifício, a corrente de ar cria zonas de sobre-pressão, isto é, com intensidade acima da pressão atmosférica, e zonas de sucção, com intensidade inferior à da pressão atmosférica (NASCIMENTO, et al., 2016). Este fenômeno pode ser visualizado na Figura 3, onde as indicações “+” representam as áreas de sobre-pressão e as indicações “-” as áreas de sucção. É denominada barlavento a região onde o vento incide (lateral esquerda do prédio), e sotavento a região oposta à região de barlavento (ARAGÃO; LEÃO, 2013).

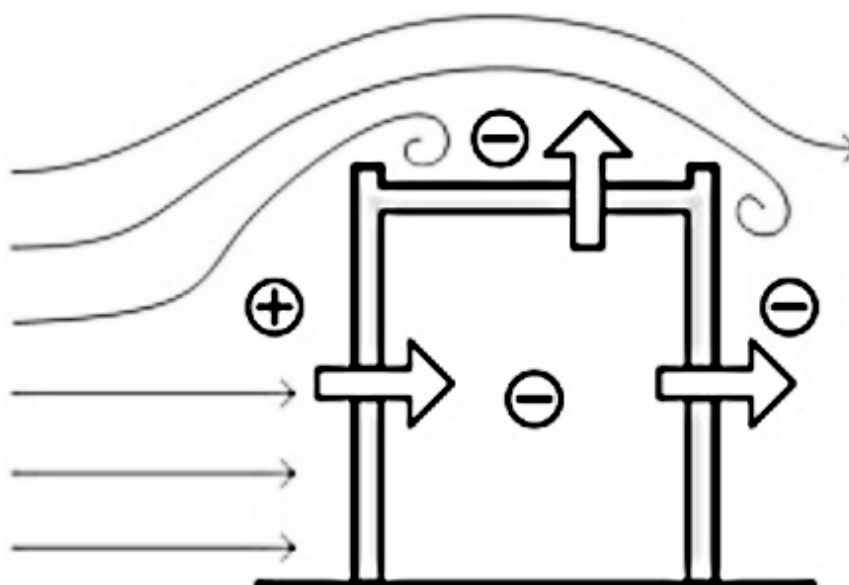


figura 3. Ação dos ventos em edificações.

Fonte: Aragão e Leão, 2013, p. 10.



Também chamado de Efeito Venturi, o fenômeno de afunilamento (Figura 4) ocorre devido à presença de duas ou mais edificações que tornam o caminho de passagem do vento mais estreito. Devido à diminuição da área de passagem, a velocidade do vento aumenta nesta região bem como a pressão nas paredes das edificações (NASCIMENTO, et al., 2016, apud GONÇALVES et al., 2007).

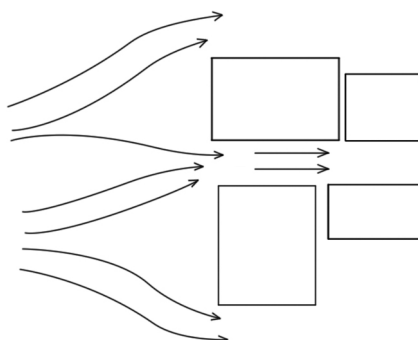


figura 4. Efeito Venturi nas edificações.

Fonte: Adaptado de Nascimento, et al., 2016, p. 42.

Os aerogeradores desenvolvidos com objetivo de operar na zona acelerada de vento decorrente do choque com edificações são inseridos na categoria de *Architectural Wind Microturbines (AWM)* e são instalados no parapeito dos prédios (AeroVironment, 2008). Por serem de pequeno porte, é possível a instalação de vários desses equipamentos em cadeia, maximizando assim o potencial energético. A ideia foi trazida pela empresa AeroVironment e o modelo foi instalado no *Logan International Airport*, localizado na cidade de Boston, Estados Unidos. De acordo com dados da empresa, o aproveitamento da zona acelerada de vento potencializa em 30% a geração de energia elétrica (GRAHAM, 2008).

#### POTÊNCIA E EFICIÊNCIA DAS TURBINAS

Como visto em Schubel e Crossley (2012), a potência disponível ( $P$ ) de uma turbina está relacionada com a sua velocidade linear ( $V$ ) como mostra a Equação (1), onde  $\rho$  representa a massa específica do ar em  $\text{kg/m}^3$  e  $A$  a área da turbina em  $\text{m}^2$ .

$$P = \frac{1}{2} \rho A V^3 \quad (1)$$

Para obter a velocidade linear das turbinas durante o funcionamento do aerogerador é necessário conhecer, além de suas dimensões físicas, sua velocidade de rotação ( $f$ ) no dado instante. Como visto em Lazzarini (1998), tal velocidade de rotação pode ser calculada caso o período ( $T$ ) de rotação das turbinas seja conhecido, como demonstra a Equação (2), que





relaciona as duas variáveis.

$$f = \frac{1}{T} \quad (2)$$

Como o raio ( $r$ ) é conhecido, e por estar em movimento circular uniforme, a velocidade linear ( $V$ ) da turbina pode ser calculada, como visto em Monteiro (2016), pela Equação (3).

$$V = 2\pi r f \quad (3)$$

Utilizando essas equações é possível definir a curva de potência, que relaciona a energia gerada com a velocidade do vento ou velocidade de rotação das turbinas. Outro fator importante para atestar a eficiência dos aerogeradores é o coeficiente de potência ( $C_p$ ), que relaciona a potência produzida pelo aerogerador com a potência total disponível para ser utilizada. Devido às limitações físicas, o máximo coeficiente de potência (Equação 4) possível para qualquer aerogerador, de acordo com a Lei de Betz, é de 59,3% (SCHUBEL; CROSSLEY, 2012). Por aproveitada entende-se a energia elétrica produzida pelo aerogerador por unidade de tempo, e  $P_{disponível}$  a potência total capaz de ser aproveitada, calculada pela Equação (1). Como a eficiência do aerogerador varia conforme sua velocidade de giro, o  $C_p$  também é variável.

$$C_p = \frac{P_{aproveitada}}{P_{disponível}} \quad (4)$$

## MATERIAIS E MÉTODOS

### MATERIAIS

Os materiais escolhidos para compor o aerogerador foram definidos com base na relação entre custo, benefício e disponibilidade dos componentes na instituição de ensino dos autores do presente artigo. O Quadro 1 contém informações sobre todos os materiais utilizados para a versão mais atual do protótipo, incluindo descrição funcional, quantidade adquirida e custo.

#	Aquisição	Peça	Descrição	Qtde.	Custo do Projeto	Preço Caso Comprada
a.	Reciclado	Turbinas Plásticas	Retirada de condicionadores de ar tipo split system. Responsável por captar a energia eólica e convertê-la em energia cinética de rotação. Possui comprimento de 955 mm, raio de 53,5 mm e peso de aproximadamente 1kg.	2	R\$ 0,00	R\$ 250,00



#	Aquisição	Peça	Descrição	Qtde.	Custo do Projeto	Preço Caso Comprada
b.	Fornecido pela instituição de ensino	Perfil de alumínio estruturado	Compõe a base de sustentação do protótipo e além de possuir fácil utilização, é resistente a oxidação. Possui altura de 100 mm e base de 30x30 mm.	3	R\$ 0,00	R\$ 46,40
c.	Reciclado	Motor elétrico DC	Responsável por converter a energia cinética de rotação em energia elétrica. O motor elétrico de corrente contínua utilizado foi retirado de uma impressora antiga. Por ser do tipo ímã permanente, facilita a rotação das turbinas devido ao baixo torque.	1	R\$ 40,00	R\$ 40,00
d.	Fornecido pela instituição de ensino	Rolamento revestido em nylon	Transmite o movimento das turbinas para o motor. Escolhido pois estava disponível na instituição de ensino. Possui comprimento de 60 mm e 15 mm de raio.	3	R\$ 0,00	R\$ 35,25
e.	Fornecido pela instituição de ensino	Acoplamento flexível de alumínio	Une o dínamo ao eixo metálico das turbinas captadoras, e devido ao material que é constituído, apresenta a resistência mecânica necessária. Possui diâmetro de 19 mm e comprimento de 24,5 mm.	1	R\$ 0,00	R\$ 22,90
f.	Comprado	Acoplamento metálico	Fixa as turbinas captadoras aos rolamentos, realizando a junção de ambos. Possui comprimento 60 mm de comprimento e raio de 14 mm.	2	R\$ 70,00	R\$ 70,00



#	Aquisição	Peça	Descrição	Qtde.	Custo do Projeto	Preço Caso Comprada
g.	Recicladas	Polias dentadas	O sistema como um todo possui a função de multiplicar a rotação da turbina na relação de 1:3,5. Retiradas da sucata de uma máquina de lavar danificada. A polia maior possui espessura de 19 mm e raio de 50,25 mm. A polia menor possui espessura de 15 mm e raio de 17,5 mm.	2	R\$ 0,00	R\$ 75,00
h.	Reciclado	Eixo metálico da polia maior	Transmite o movimento da turbina para o sistema de multiplicação de rotações. Retirado do mesmo equipamento das polias dentadas. Possui comprimento de 8,2 mm e raio de 5 mm.	1	R\$ 0,00	R\$ 5,00
i.	Comprado	Correia	Transmite a rotação da polia dentada maior para a polia dentada menor. Espessura de 19 mm e 140 mm de diâmetro.	1	R\$ 70,00	R\$ 70,00
j.	Comprado	Suporte metálico em L	Prende o perfil de alumínio à superfície de instalação. Escolhido o alumínio como material pois possui a resistência mecânica necessária, além de resistência a oxidação. Suas medidas são 80x80x80 mm.	13	R\$ 68,25	R\$ 68,25
k.	Reciclado	Chapa de aço inoxidável	Estrutura de fixação dos sistemas de multiplicação e geração de energia elétrica. Escolhido aço inoxidável pela alta resistência mecânica. Possui 1,5 mm de espessura, 220 mm de altura e 104 mm de altura.	1	R\$ 0,00	R\$ 17,00
l.	Fornecido pela instituição de ensino	Fita metálica perfurada	Fixa os rolamentos ao perfil estruturado de alumínio. Possui 17 mm de largura, 150 mm de comprimento e furos com 4 mm de raio.	3	R\$ 0,00	R\$ 5,75



#	Aquisição	Peça	Descrição	Qtde.	Custo do Projeto	Preço Caso Comprada
m.	Fornecido pela instituição de ensino	Módulo ESP32 DEVKIT V1	Microcontrolador de baixo custo, compacto e possui as tecnologias WiFi e Bluetooth integradas à placa, facilitando a implementação de um futuro sistema de monitoramento on-line.	1	R\$ 0,00	R\$ 85,00
n.	Reciclado	Sensor de corrente ACS712-5A	O circuito desenvolvido realiza a medição da corrente elétrica que percorre o circuito de carga. Reaproveitado de outros projetos anteriormente desenvolvidos.	1	R\$ 0,00	R\$ 16,00
o.	Fornecido pela instituição de ensino	Resistores de 3,3 e 6 Mega Ohm	Compõem o divisor resistivo confeccionado para medir a tensão produzida pelo motor. A tensão de entrada possui faixa de 0-12V e é enviada para o ESP32 na faixa de 0-3,3V. A ordem de grandeza (106 Ohm) limita a corrente no divisor resistivo a valores praticamente nulos, preservando a integridade do circuito.	1	R\$ 0,00	R\$ 1,00
p.	Fornecido pela instituição de ensino	Sensor de efeito hall S41 605-LF	Utilizado para medir o período de rotação das turbinas.	1	R\$ 0,00	R\$ 3,00
q.	Comprado	Capacitor de ventilador de teto	Atenua a desaceleração das turbinas em caso de diminuição da velocidade do vento. Por não possuir polaridade, pode ser utilizado independente do sentido de giro das turbinas. Capacitância de 10 uF.	1	R\$ 25,00	R\$ 25,00
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 273,25</b>	<b>R\$ 835,55</b>

quadro 1. Relação de custos e quantidade de materiais do aerogerador.

Das peças reaproveitadas, todas foram inspecionadas visualmente a fim de que nenhum equipamento com defeito expressivo pudesse ser utilizado e assim impactar negativamente no desempenho do aerogerador. Desta forma, deu-se preferência a peças cujo descarte havia sido recente.



Ao todo, as duas turbinas plásticas apresentam 7 aletas danificadas, porém quando comparado ao total geral, de 720 aletas, a razão é inferior a 1%.

### MODELAGEM 3D DO PRIMEIRO PROTÓTIPO

Para evitar inconsistências de montagem e, por consequência, gastos desnecessários de material e tempo, optou-se por projetar o aerogerador em 3D utilizando o software SolidWorks 2019 SP1 por seu amplo uso na área de engenharia. Assim, também foi possível ter uma melhor noção de materiais a serem utilizados. A Figura 5 mostra o modelo 3D do primeiro protótipo desenvolvido.

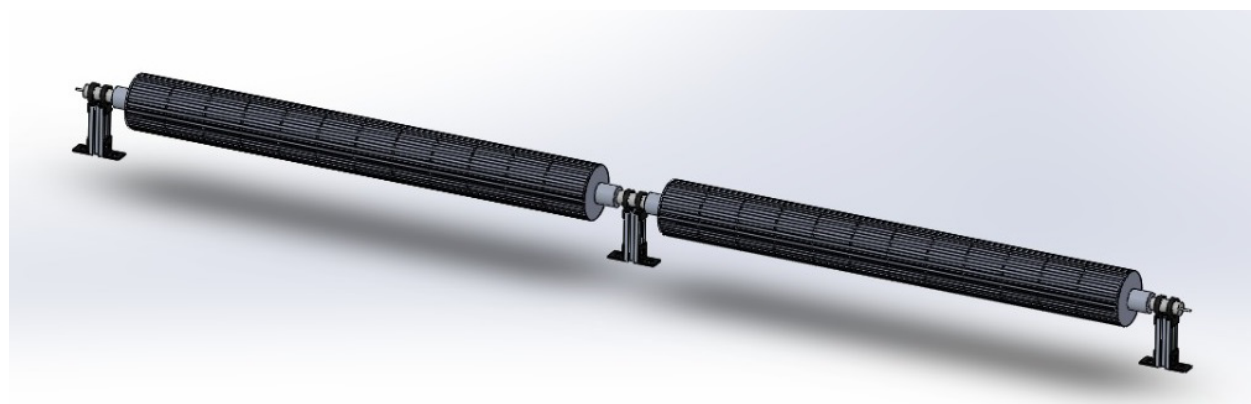


figura 5. Primeiro protótipo em 3D.

### ESCOLHA DO LOCAL DE INSTALAÇÃO

O local de instalação foi definido com base na altura do prédio, facilidade de instalação e direção e velocidade média do vento. Devido à presença de outra edificação ao lado, o edifício escolhido encontra-se na região de afunilamento descrita na seção 2.2. Portanto, torna-o propício para o aproveitamento do fluxo acelerando do vento para a geração de energia elétrica. A velocidade do vento na região foi medida utilizando o termo-anemômetro digital da marca Homis modelo H811-012 em diferentes horários no período da manhã e tarde durante 1 semana. As informações referentes ao local que apresentou a melhor relação entre os quatro fatores podem ser vistas na Tabela 1. A altura em relação ao nível do mar foi coletada a partir de dados encontrados na plataforma *Google Earth*.

Altura do prédio em relação ao solo (m)	6 m
Altura do prédio em relação ao nível mar (m)	63 m
Direção do vento	Nordeste
Velocidade média do vento (m/s)	4 m/s

tabela 1. Perfil do vento no local de instalação.

### MONTAGEM E TESTE AERODINÂMICO



Com o modelo 3D finalizado e todas as peças disponíveis, o primeiro protótipo foi construído. Como esperado, nenhuma alteração construtiva foi necessária, visto que durante a modelagem 3D as incongruências evidenciadas foram resolvidas.

O primeiro teste foi realizado em ambiente controlado e teve por objetivo atestar a captação da energia eólica por parte das turbinas. Durante um período de 10 minutos, o aerogerador foi exposto a uma corrente de ar controlada e com pressão variável de 0,4 a 2,5 psi originada de um compressor de ar. A partir do giro das turbinas plásticas, foi possível comprovar que as aletas faltantes não influenciaram na rotação do sistema geral. A próxima etapa consistiu em atestar a captação da energia eólica proveniente de correntes de ar naturais. O aerogerador foi colocado ao nível do chão em um local próximo ao prédio definido como local de instalação de modo a testá-lo sob uma condição mais próxima do real.

#### INSTALAÇÃO E ANÁLISE DE DESEMPENHO

O aerogerador foi instalado na posição horizontal e no parapeito do prédio pela facilidade em montar, desmontar ou realizar qualquer intervenção que fosse necessária. Embora a posição vertical de instalação trouxesse mais benefícios, como aproveitar o vento vindo de qualquer direção, para a instalação nesse formato, seria necessário a montagem de andaimes, além de pessoal capacitado e habilitado, o que impactaria no avanço do projeto caso fosse necessário reparar algum componente ou remover o aerogerador do local. Além disso, o terreno ao redor do edifício é irregular, tornando a montagem de qualquer estrutura mais onerosa. Por esses motivos, o AERONAR foi instalado como mostra a Figura 6.



figura 6.  
Aerogerador  
instalado.



A construção de um sistema de aquisição se mostrou indispensável para facilitar o registro dos dados (tensão, corrente e rotação), como também para posterior avaliação da viabilidade e eficiência do sistema desenvolvido.

Durante 3 dias da semana, foi realizada a inspeção visual da integridade das partes mecânicas do aerogerador e medição da tensão fornecida pelo gerador elétrico. Durante os demais dias, o seu funcionamento era monitorado à distância pelo prédio ao lado. O período de monitoramento teve duração total de 6 semanas. Decorrido este tempo, o aerogerador foi desmontado para inspeção de suas peças mecânicas. Embora tenha se mostrado eficaz no aproveitamento do fluxo laminar acelerado do vento, e assim comprovado a possibilidade de utilização de turbinas de condicionadores de ar para geração de energia eólica, alguns aspectos construtivos não atenderam às expectativas de vida útil e eficiência. Os pontos considerados insatisfatórios foram reunidos e tratados em reuniões entre os autores, onde um plano de melhorias foi definido e executado. Dentre os aspectos observados, destacaram-se:

a) O rápido desgaste das partes mecânicas (Figura 7), que contribuiu para a perda de energia cinética de rotação durante a transmissão do movimento. Por meio de inspeção visual, constatou-se que a conexão entre o eixo das turbinas e os acoplamentos flexíveis havia se deteriorado. A folga entre ambas as peças implicou na rotação descoordenada das duas turbinas.

b) O mal dimensionamento do gerador elétrico, visto que a velocidade de vento necessária para que o aerogerador iniciasse a rotação (também conhecida como velocidade de corte) estava acima da velocidade média de vento da região. Portanto, a geração de energia além de ocorrer apenas em momentos específicos, durava pouco tempo e era de baixa intensidade, isto é, abaixo de 1W.



figura 7.  
Acoplamento  
flexível desgastado.

Como estratégia de resolução, foi decidido modelar novas peças mecânicas e trocar seu material constituinte, agora em liga de alumínio. A fim de possibilitar o melhor aproveitamento possível da energia eólica independente do regime de ventos da região, também foi imaginada a criação de novas peças mecânicas que permitissem modificar a disposição das turbinas para que melhor se encaixassem para diversos locais diferentes. O motor foi substituído por um de menor torque, porém com potencial de geração de energia elétrica similar. Anteriormente o sistema multiplicador de rotação era em conjunto com o gerador, e, devido aos problemas apresentados, optou-se pela construção de um sistema multiplicador de rotações por correia de forma separada do gerador elétrico e dimensionado especificamente para o aerogerador.

#### DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS

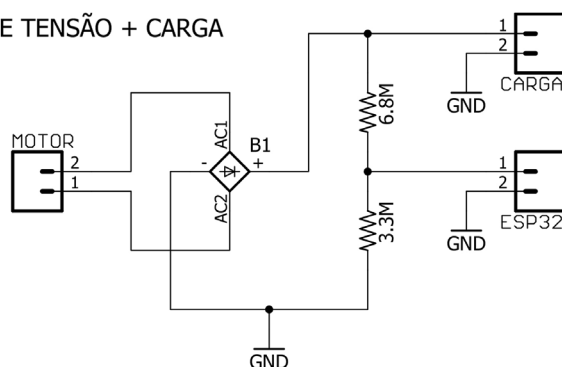
Em substituição ao uso do multímetro digital para realização da leitura dos parâmetros do aerogerador, principalmente por não ser possível realizar a armazenagem dos dados lidos para posterior processamento, foi desenvolvido um sistema de aquisição de dados que captura as informações de tensão, corrente e rotação da turbina. Esse sistema de aquisição foi implementado em um microcontrolador ESP32, modelo DEVKIT V1. Para compatibilizar a tensão medida com a entrada analógica do microcontrolador, foi montado um divisor resistivo em paralelo com a conexão para a carga. Foi introduzido ao circuito uma ponte retificadora para



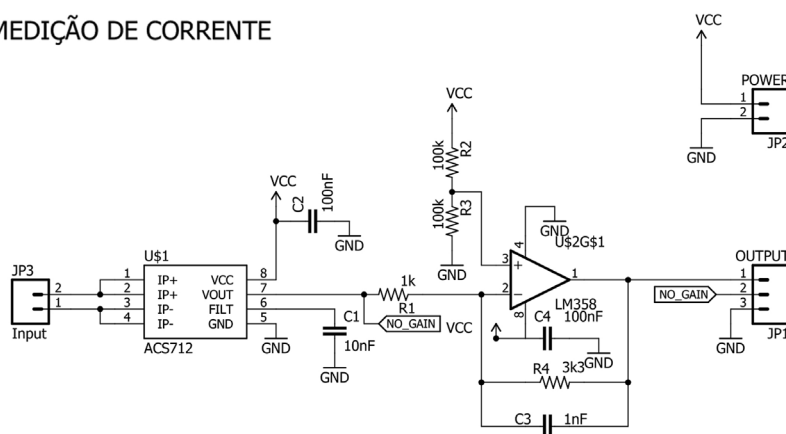


que a tensão produzida pelo gerador elétrico não tenha sua polaridade invertida quando a rotação da turbina alterar de sentido, assim evitando danos ao equipamento conectado. A medição da corrente fornecida foi realizada pelo sensor ACS712-5A em série com o circuito de carga. Sendo assim, seu valor só é mensurado quando houver uma carga conectada ao sistema. O valor lido é convertido em um sinal de tensão proporcional à intensidade da corrente elétrica. Um circuito amplificador de sinal com ganho de 3,3 foi acoplado à saída do sensor para melhorar a relação sinal/ruído. O diagrama de todos os circuitos utilizados pode ser visualizado na Figura 8.

#### DIVISOR DE TENSÃO + CARGA



#### MEDIÇÃO DE CORRENTE



#### SENSOR DE ROTAÇÃO

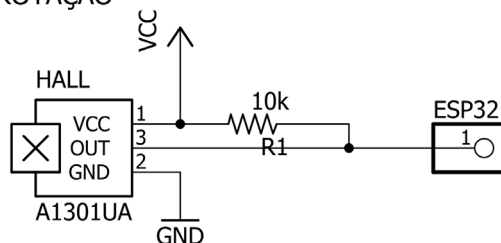


figura 8. Diagrama dos circuitos de medição.

O circuito divisor de tensão junto à conexão da carga foi confeccionado em uma placa universal. O circuito medidor de corrente foi feito em



máquinas especializadas para confecção de placas de circuito impresso, conforme pode ser visto na Figura 9.

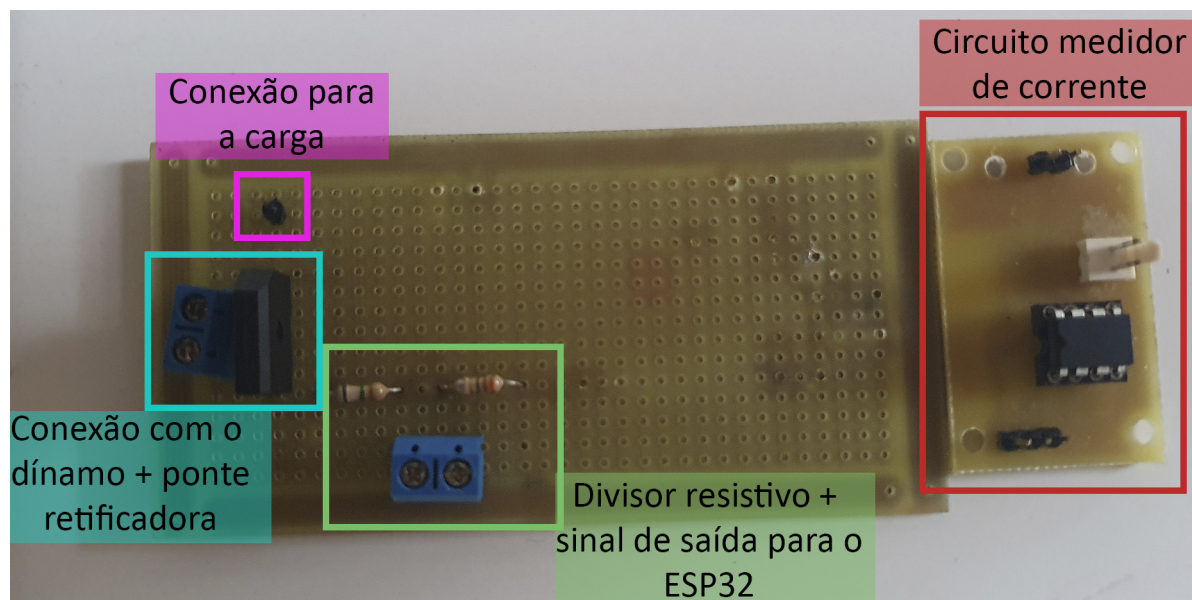


figura 9. Circuitos de Medição de Tensão e Corrente Confeccionados.

A calibração dos sensores foi realizada utilizando uma fonte de bancada e um multímetro calibrado e certificado da marca Keysight modelo U1233A. Os dados adquiridos foram ajustados para uma equação de reta por apresentarem um padrão linear de dispersão. Com o auxílio do *software* Origin 7.0, foi possível obter os valores de calibração de tensão (Equação 5) e da corrente (Equação 6), onde  $x$  representa o valor de contagem do A/D do ESP32.

$$V = 0,00313x + 1,94906 \quad (5)$$

$$A = 0,47781x - 1307,69951 \quad (6)$$

O sistema desenvolvido para medir a rotação da turbina é composto por um sensor de efeito hall modelo S41 605-LF, fixado na caixa azul acoplada à estrutura mecânica do aerogerador e um ímã acoplado na borda da turbina (Figura 10).

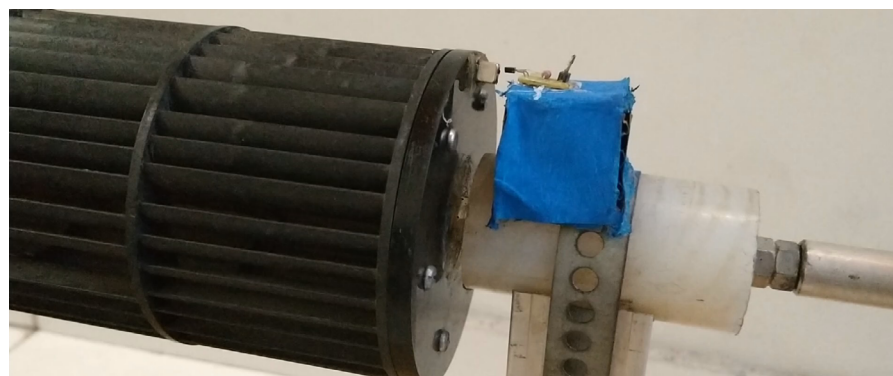


figura 10. Sistema de medição da velocidade de rotação da turbina.



A visualização dos dados adquiridos foi realizada através do recurso monitor serial da plataforma Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). A Tabela 2 apresenta as informações adquiridas exemplificando as medições feitas no local de instalação.

Horário	Potência (mW)	Tensão (V)	Corrente (mA)	Velocidade de Rotação (rpm)	Velocidade Linear (cm/s)
12:12:31,813	0,00	0,00	0,00	86,21	48,30
12:12:31,850	0,00	0,00	0,00	86,21	48,30
12:12:32,380	0,00	0,00	1,00	111,11	62,25
12:12:32,415	0,00	0,00	0,00	111,11	62,25
12:12:32,907	0,00	0,00	0,05	125,79	70,47
12:12:32,907	0,00	0,00	0,05	125,79	70,47
12:12:33,364	0,00	0,00	0,53	133,33	74,70
12:12:33,399	0,00	0,00	0,53	133,33	74,70
12:12:33,781	0,00	0,00	2,44	145,99	81,79
12:12:33,815	0,00	0,00	2,44	145,99	81,79
12:12:34,169	0,00	0,00	5,30	164,84	92,35
12:12:34,203	0,00	0,00	5,30	164,84	92,35
12:12:34,518	7,63	1,97	3,87	187,50	105,04
12:12:34,518	7,63	1,97	3,87	187,50	105,04
12:12:34,839	3,00	2,03	1,48	202,02	113,18
12:12:34,839	3,00	2,03	1,48	202,02	113,18
12:12:35,119	5,08	2,08	2,44	212,01	118,78
12:12:35,119	5,08	2,08	2,44	212,01	118,78
12:12:35,405	0,00	2,13	0,00	219,78	123,13
12:12:35,405	0,00	2,13	0,00	219,78	123,13
12:12:35,689	0,00	2,20	0,00	229,01	128,30
12:12:35,689	0,00	2,20	0,00	229,01	128,30
12:12:35,971	0,00	2,19	0,00	229,89	128,79
12:12:35,971	0,00	2,19	0,00	229,89	128,79
12:12:36,250	0,00	2,12	0,00	223,05	124,96
12:12:36,250	0,00	2,12	0,00	223,05	124,96



Horário	Potência (mW)	Tensão (V)	Corrente (mA)	Velocidade de Rotação (rpm)	Velocidade Linear (cm/s)
12:12:36,528	0,00	2,09	0,00	216,61	121,35
12:12:36,528	0,00	2,09	0,00	216,61	121,35
12:12:36,813	0,00	2,11	0,00	212,77	119,20
12:12:36,850	0,00	2,11	0,00	212,77	119,20
12:12:37,128	0,00	2,05	0,00	206,19	115,51

tabela 2.  
Estruturação dos dados lidos utilizando a IDE Arduino.

Após a realização dos testes, os dados são salvos e posteriormente importados para o software Excel para tratamento, cálculo e criação dos gráficos característicos de aerogeradores.

#### MODELAGEM DE MELHORIAS E SIMULAÇÕES DE FLUXO

Antes de confeccionar os equipamentos previstos no plano de melhorias, foi feita a modelagem 3D utilizando o software SolidWorks 2019 SP1. Uma das melhorias planejadas é o aumento da versatilidade de instalação do aerogerador, tornando-o adaptável a diversos perfis de vento. Para tal, foi projetado um rearranjo da disposição das turbinas no formato série ou paralelo (Figura 11). Além disso, as características construtivas do sistema de fixação do protótipo permitiram instalar as turbinas captadoras nas posições vertical ou horizontal.

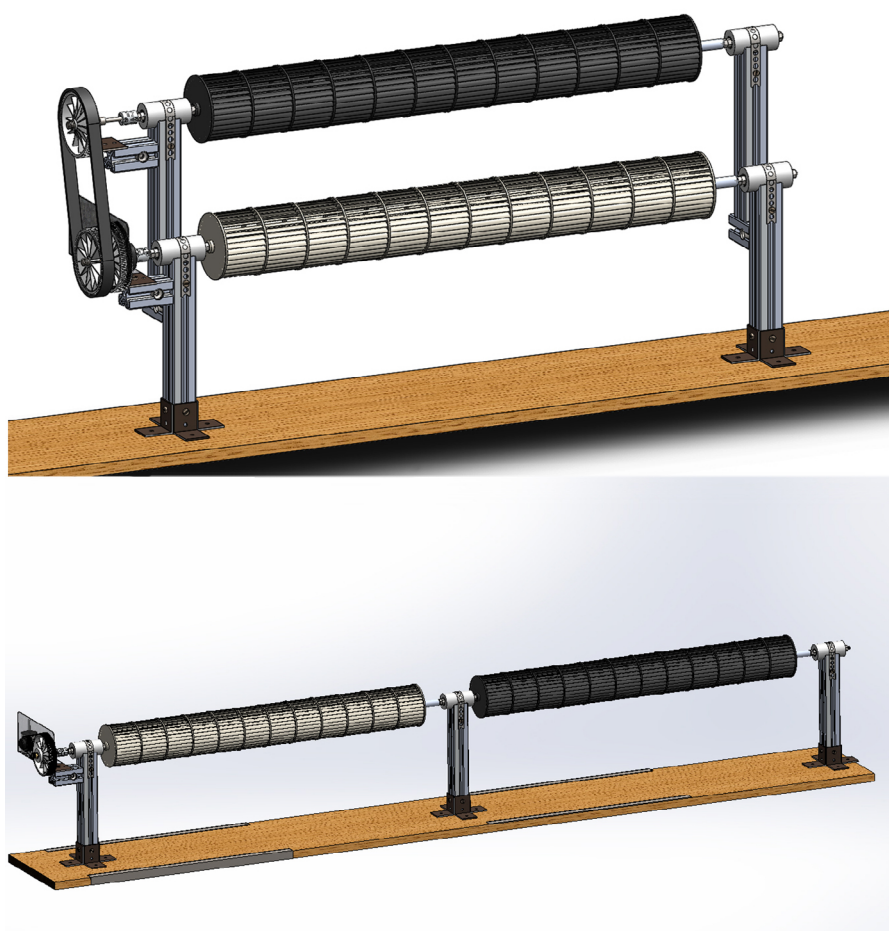


figura 11.  
Aerogerador nos  
arranjos série  
e paralelo.

Com o protótipo finalizado, fez-se a modelagem do edifício escolhido como local de instalação e a simulação da dinâmica dos ventos na região. Os dados coletados durante a etapa de escolha do local de instalação foram utilizados para configurar o perfil de vento no simulador. Demais informações tais como umidade e pressão foram definidas com base nos dados disponíveis do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Através da simulação, foi possível estimar as zonas de alta pressão e a altura em relação ao parapeito que apresenta o fluxo de ar mais intenso. Como pode ser visualizado na Figura 12, o local atual, embora se encontre em uma zona satisfatória de pressão, está acima do fluxo de maior intensidade. Portanto, antes de realizar a construção, já foi possível projetar novas melhorias, como a regulação de altura das turbinas em relação ao parapeito.

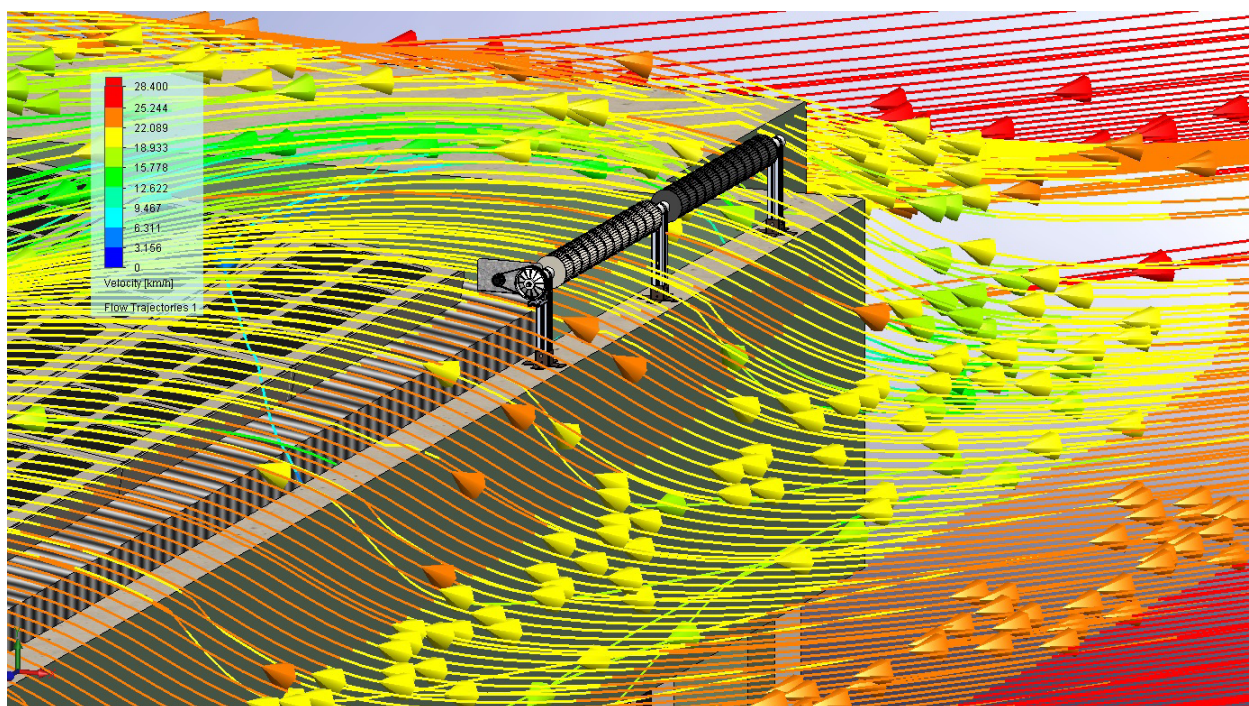


figura 12. Simulação da ação do vento no local de instalação do aerogerador.

#### INSTALAÇÃO DE MODIFICAÇÕES E TESTES DE DESEMPENHO

O acoplamento rígido em alumínio foi feito em um torno mecânico, também utilizado para realizar pequenos ajustes na polia dentada menor do sistema multiplicador de rotações, a fim de que se adequasse ao novo motor elétrico. Os sistemas de multiplicação e conversão de energia foram integrados e fixados à chapa de aço inoxidável e posteriormente fixada na estrutura do suporte. O protótipo finalizado pode ser visto na Figura 13.

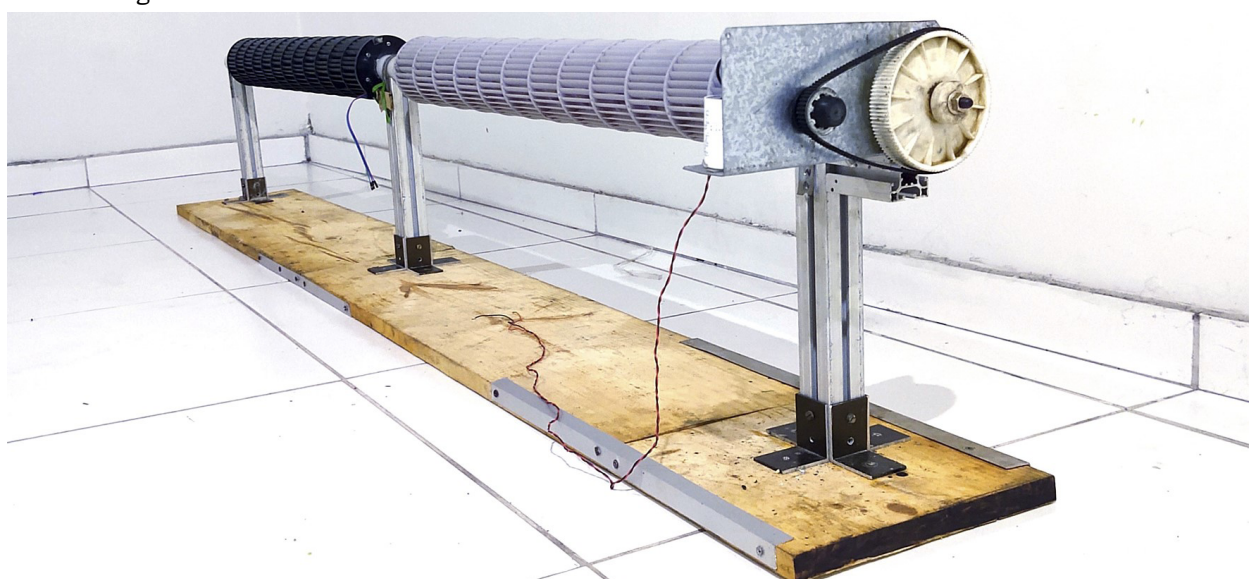


figura 13. Segunda versão do aerogerador montada.



Após finalizar a montagem e verificar a integridade estrutural do protótipo, foram iniciados os testes em ambiente controlado. Uma furadeira foi acoplada ao eixo das turbinas captadoras para testar os acoplamentos mecânicos e o sistema de geração de energia.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### RESULTADOS DO MODELO ATUAL

A potência máxima atingida nos testes foi de 1,8 W, com velocidade de rotação das turbinas de 600 rpm, o que equivale a uma velocidade linear de 3,4 m/s. A energia fornecida pelo sistema foi capaz de carregar um aparelho celular convencional e acender uma trilha de 29 LEDs de alto brilho, com potência individual de aproximadamente 6mW. O resultado geral dos testes em ambiente controlado está representado no gráfico da Figura 14, que relaciona a potência gerada e o coeficiente de potência com a respectiva velocidade de rotação da turbina.

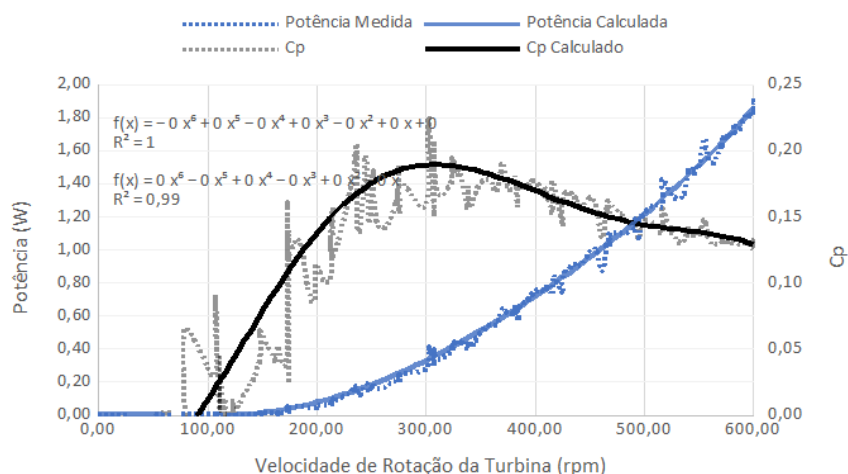


figura 14. Curva de potência e Cp do novo aerogerador.

O máximo valor do coeficiente de potência, desconsiderando os picos, foi de 19%, atingido com  $P_{turbina} = 3,38$  W e  $P_{gerador} = 0,64$  W. Em comparação com o gráfico da Figura 15, que representa a curva padrão de desempenho de aerogeradores comerciais, percebe-se a similaridade de comportamento dos dois aerogeradores, demonstrando que a curva de potência do protótipo desenvolvido está dentro do esperado. Vale ressaltar que o AERONAR não possui limitador de velocidade, portanto não apresenta a faixa fixa de potência após um certo valor de rotação das turbinas como um aerogerador convencional possui.

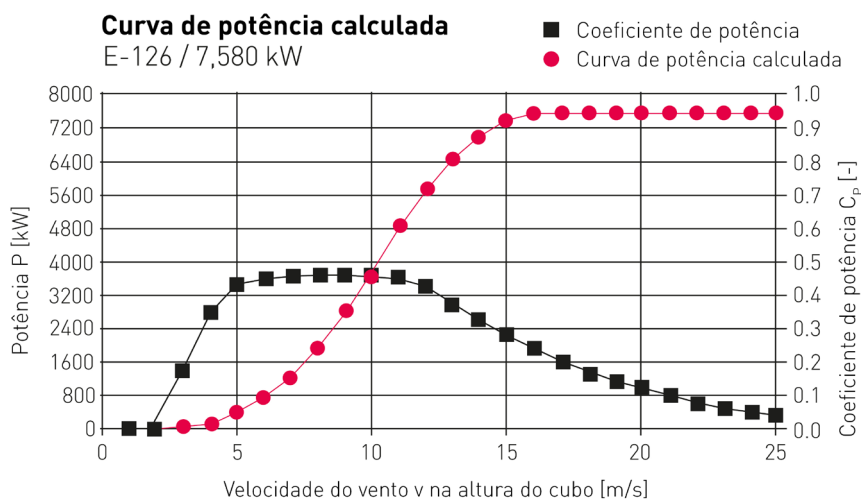


figura 15. Curva de potência e  $C_p$  de um aerogerador comercial.

Por serem compactos, é possível instalar múltiplos aerogeradores em um só edifício. Como visto na Figura 16, apenas uma das laterais do prédio escolhido como local de instalação é capaz de comportar 8 aerogeradores, aumentando a potência máxima de 1,8 W para 14,4 W. Além disso, devido ao seu design discreto, não causa poluição visual.

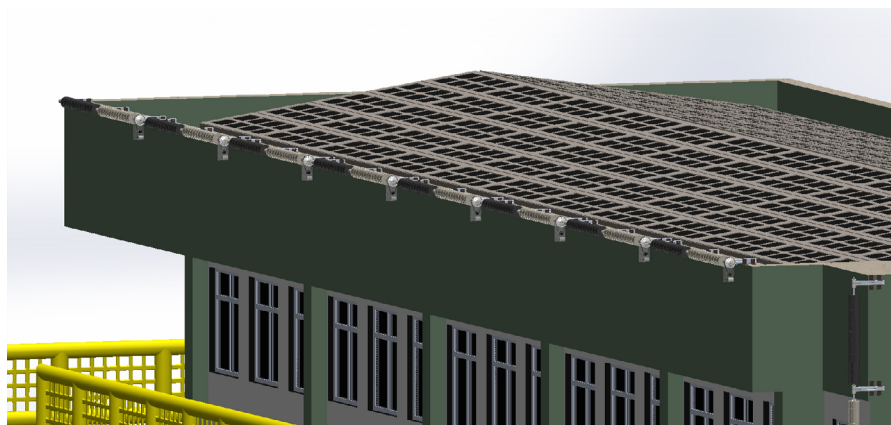


figura 16. Aerogeradores em cadeia ao longo do prédio.

Como o protótipo permite 6 modos diferentes de instalação, torna-se adaptável para diferentes perfis de vento, facilitando sua instalação em diferentes regiões, como visto na Figura 17.

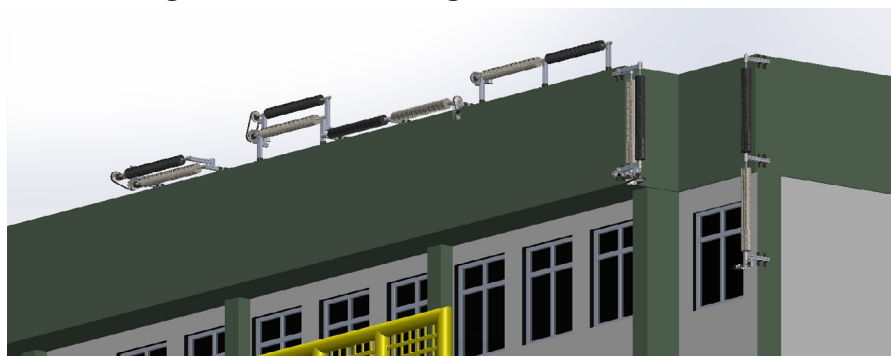


figura 17. Diferentes modos de instalação do aerogerador.





## COMPARAÇÕES COM O MODELO ANTERIOR

A versão anterior do aerogerador produzia uma potência máxima de 1,2 W, e para isso necessitava de uma rotação de 1250 rpm, equivalente a uma velocidade linear da turbina de 7 m/s. A velocidade do vento necessária para atingir essa velocidade foi 20 m/s, estimada com base no coeficiente de potência geral calculado para a versão anterior. Devido às políticas de isolamento social em decorrência da doença de COVID-19, uma infecção respiratória causada pelo Coronavírus da Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS-CoV-2), ainda não foi possível realizar os testes do aerogerador no local real de instalação. No dia 11 de março de 2020, por conta da sua alta taxa de transmissão, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou a COVID-19 como uma pandemia (PEREIRA, et al., 2020 apud SCHUCHMANN et al., 2020). Com a implementação de políticas de quarentena visando reduzir o contágio pelo vírus, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Campus de Salvador, teve suas atividades presenciais suspensas, assim impossibilitando o acesso aos materiais necessários e demais recursos que os autores do presente artigo poderiam dispor para efetuar novas modificações no protótipo. Sendo assim, a versão atual não pode ser instalada no prédio escolhido. Portanto, não foi possível estimar a velocidade de vento necessária para atingir a potência máxima do aerogerador.

O modelo atual, além de ter apresentado um ganho de aproximadamente 167% na potência máxima, atingiu o valor anterior, de 1,2 W, com 504 rpm, ou seja, aproximadamente 2,5 vezes menor que a rotação necessária anteriormente. A Figura 18 mostra a comparação entre as duas versões e a potência gerada por cada uma. A diferença entre a inclinação das curvas torna notório o impacto dos aprimoramentos no aumento da eficiência do protótipo.

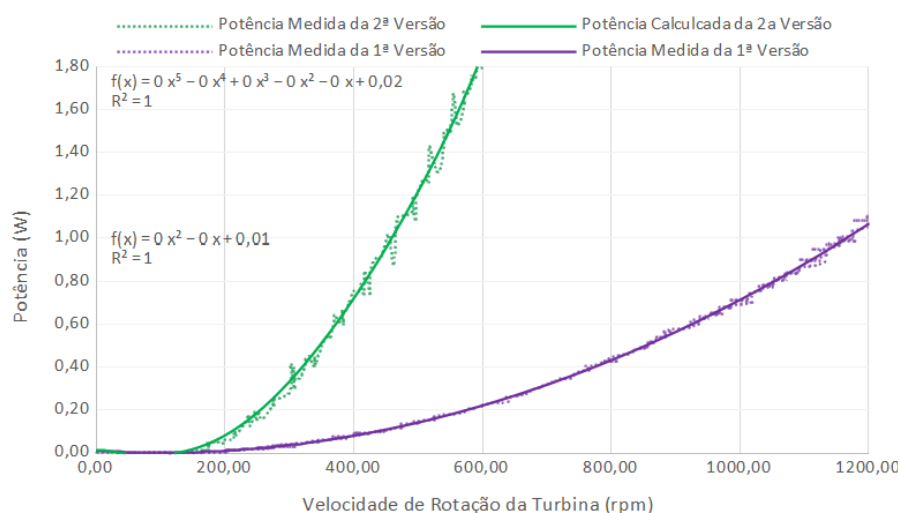


figura 18. Comparação da curva de potência entre as duas versões do aerogerador.



Em relação ao coeficiente de potência, o modelo anterior possuía eficiência máxima de 2%, referente apenas ao aproveitamento da potência disponível na turbina. Como visto na seção 4.1, o  $C_p$  máximo dessa etapa aumentou para 19%. No gráfico da Figura 19 é apresentada a comparação entre as duas versões do aerogerador conforme o aumento da rotação das turbinas. É possível perceber que mesmo a uma velocidade de rotação baixa, isto é, inferior a 200 rpm, o novo aerogerador já ultrapassa o valor máximo do coeficiente de potência do protótipo anterior.

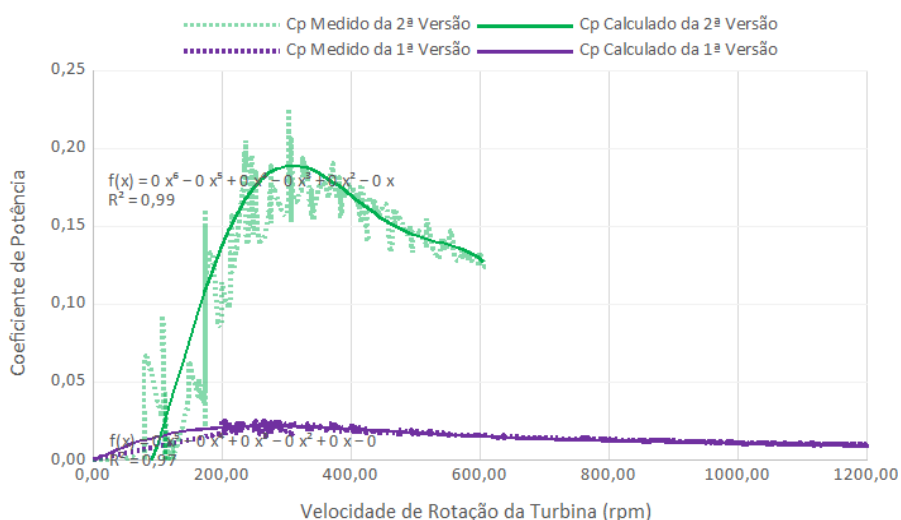


figura 19.  
Comparação entre  
os coeficientes  
de potência das  
duas versões.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por impactar diretamente na redução do descarte indevido do plástico e no desenvolvimento do setor de energias renováveis, o protótipo está em consonância com a geração de energia limpa e acessível e o desenvolvimento de cidades e comunidades sustentáveis, ambos objetivos do desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU, 2021).

É notório que através das melhorias implementadas, houve um ganho expressivo na eficiência do aerogerador, tornando sua implementação mais viável. Além disso, o uso de peças recicladas não demonstrou impactar no desempenho do modelo. O desenvolvimento desse protótipo, principalmente pelo fato de explorar um fenômeno pouco utilizado para geração de energia eólica, que é o fluxo laminar ao redor dos prédios, contribui para a popularização de modelos de aerogeradores especialmente para áreas urbanas, principalmente pela possibilidade de instalar diversos destes em um só prédio ou residência, apresentar baixo ruído e não poluir visualmente o ambiente. O sistema de medição de variáveis demonstrou eficiência e se tornou crucial para o monitoramento do desempenho dos protótipos desenvolvidos. Como continuidade deste



trabalho de pesquisa, pretende-se desenvolver um conversor analógico-digital externo ou desenvolver uma etapa de condicionamento de sinal antes da entrada analógica do microcontrolador ESP32 para melhorar ainda mais a relação sinal/ruído.

Dando continuidade ao processo de melhoria contínua, novos pontos de aprimoramento estão sendo pensados, como, por exemplo, o desenvolvimento de um gerador elétrico a partir de motores de ventiladores de teto, por apresentarem maior potencial de geração elétrica e menor torque. Também se planeja o desenvolvimento de uma interface web que irá fornecer os valores das variáveis monitoradas e assim possibilitar a consulta dos dados do aerogerador em tempo real.

Espera-se que a utilização deste aerogerador, em larga escala e que a longo prazo, poderá beneficiar diversas famílias ao possibilitar uma redução da conta de energia fornecida pela concessionária local além de contribuir na reciclagem de plástico.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEEÓlica. **Boletim Anual de Geração Eólica de 2018**. Disponível em: <[http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Boletim-Anual\\_2018.pdf](http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Boletim-Anual_2018.pdf)> Acesso em: 02 jun. 2020.
- AEROVIRONMENT. **AeroVironment Awarded Patents for Architectural Wind(R) Building-Integrated Energy Generation System**. Disponível em: <<https://investor.avinc.com/news-releases/news-release-details/aerovironment-awarded-patents-architectural-windr-building>>. Acesso em: 19 jul. 2020.
- ARAGÃO, Moniz de; LEÃO, Marcelo. **Forças devidas ao vento em edificações**, 2013. 47 slides. Disponível em: <[http://aquarius.ime.eb.br/~moniz/metallica/estruturas\\_metalicas\\_2013\\_3.pdf](http://aquarius.ime.eb.br/~moniz/metallica/estruturas_metalicas_2013_3.pdf)>. Acesso em: 17 jul. 2020.
- AMARANTE, Odilon; ZACK, Michael; SÁ, Antonio. **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Brasília: CEPEL, 2001. 47 p. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas\\_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf)>. Acesso em: 04 jun. 2020.
- DUTRA, Ricardo. **Energia Eólica: Princípios e tecnologias**. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial\\_eolica\\_2008\\_e-book.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_eolica_2008_e-book.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2020.
- ENERCON. **E-82 Wind Turbine**. Disponível em: <<https://www.enercon.de/en/products/ep-2/e-82/>>. Acesso em: 03 jun. 2020.



GEYER, Roland; JAMBECK, Jenna; LAW, Kara. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, v. 3, n. 7, jul. 2017. Disponível em: <https://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782>. Acesso em: 02 jun. 2020.

GRAHAM, Michael. **Urban Modular Architectural Wind Power Microturbines!** Disponível em: <<https://www.treehugger.com/sustainable-product-design/urban-modular-architectural-wind-power-microturbines.html>> Acesso em: 03 jun. 2020.

LAZZARINI, Victor. **Elementos de Acústica**. Apostila do Departamento de Artes da UEL, Londrina, 1998. Disponível em: <[https://www.fisica.net/ondulatoria/elementos\\_de\\_acustica.pdf](https://www.fisica.net/ondulatoria/elementos_de_acustica.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2020.

MONTEIRO, Marco Aurélio (org.). **Ciências da Natureza: Física**. 2. ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016. Disponível em: <[https://www2.unesp.br/Home/servico\\_ses/caderno\\_fisica.pdf](https://www2.unesp.br/Home/servico_ses/caderno_fisica.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2020.

NASCIMENTO, Breno Matias et al. Abordagem didática e prática da ação do vento em edificações. In: **Anais do Sétimo Congresso Latino-Americano da Construção Metálica**. São Paulo: ABCEM, 2016. p. 29-50. Disponível em: <<https://www.abcem.org.br/construmetal/downloads/Anais-do-7-Construmetal2016-EBook.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2020.

ORGANIZAÇÃO das Nações Unidas. **Os ODS**. Disponível em: [http://www.agenda2030.org.br/os\\_ods/](http://www.agenda2030.org.br/os_ods/). Acesso em: 27 fev. 2021.

PEREIRA, Maria, et al. The COVID-19 pandemic, social isolation, consequences on mental health and coping strategies: an integrative review. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, e652974548, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4548>.

SCHUBEL, Peter; CROSSLEY, Richard. Wind Turbine Blade Designs. **Energies**, v. 5, n. 9, p. 3425-3449, set. 2012. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/5/9/3425>. Acesso em: 03 jun. 2020.

WORLD Wide Fund for Nature. **Brasil é o 4º país do mundo que mais gera lixo plástico**. Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/?70222/Brasil-e-o-4-pais-do-mundo-que-mais-gera-lixo-plastico>> Acesso em: 02 jun. 2020.



#### VICTOR DE ANDRADE GOMES

Cursou o Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Campus de Salvador (2016-2020). Membro do Grupo de Pesquisa em Sistemas Embarcados, Controle e Eficiência Energética (GSECEE) também do IFBA, onde desenvolveu projetos científicos na área de robótica e energias sustentáveis. Atualmente, é estagiário técnico na área de Instrumentação Industrial na Braskem S/A.

#### EMERSON SILVA DA ROCHA

Cursou o Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Campus de Salvador (2016-2020). Membro do Grupo de Pesquisa em Sistemas Embarcados, Controle e Eficiência Energética (GSECEE) também do IFBA, onde desenvolveu projetos científicos na área de robótica e energias sustentáveis. Atualmente cursa Engenharia Elétrica Industrial, também no IFBA – Campus de Salvador, (2020-2026) e atua como técnico de instrumentação na Unigel.

#### VITOR LEÃO FILARDI

Graduado em Engenharia Elétrica com ênfase em Eletrônica pela Escola de Engenharia de Lins (2001) e mestrado e doutorado em Engenharia Mecatrônica pela Universidade Federal da Bahia (2006) e (2016), respectivamente. Foi professor e coordenador de Engenharia Mecatrônica da Faculdade de Ciência e Tecnologia (2008). Foi professor da Universidade Estadual de Feira de Santana (2009). Atualmente é pesquisador da Universidade Federal da Bahia pelo LaPO (Laboratório de Propriedades Óticas) e Professor DE no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), onde é líder do Grupo de Pesquisa em Sistemas Embarcados, Controle e Eficiência Energética (GSECEE).

- submetido** 31.07.2020 **Contribuição de autoria.** Victor de Andrade Gomes e Emerson Silva da Rocha participaram da elaboração do estudo, da investigação de dados, do levantamento bibliográfico e da redação do artigo. Vitor Leão Filardi orientou todas as etapas e participou da revisão final e da edição do artigo.
- reapresentado** 31.10.2020 **Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.
- aprovado** 20.12.2020

## HYPERLOOP AURORA: O TRANSPORTE DO AMANHÃ, HOJE

**GABRIEL SOUZA DA PAZ** 

*Escola Santa Mônica, Pelotas, RS, Brasil, 96020-220,  
gabrielsozadapaz@hotmail.com*

**TIAGO AZEVEDO BRAGA** 

*Escola Santa Mônica, Pelotas, RS, Brasil, 96020-220,  
tiago.fisico@gmail.com*

**SUZANE ROSA RIBEIRO** 

*Escola Santa Mônica, Pelotas, RS, Brasil, 96020-220,  
suzanedarosaribeiro@gmail.com*

### RESUMO

A humanidade se aproxima perigosamente de um ponto irreversível no que tange às mudanças climáticas. As emissões provenientes de veículos a combustão – criados no século XIX – são um dos principais atores dessa crise. É necessário um novo modal, concebido do princípio, visando os desafios do século XXI. O Aurora – resultado deste trabalho – é um modelo de transporte que parte do conceito de Hyperloop, mas utiliza, para isso, técnicas de mecanismos já consolidadas nos aerobarcos e túneis de vento. Pensado para as demandas futuras, caracteriza-se por ser rápido, autossustentável, elétrico e zero emissões. Protótipos em escala reduzida mostraram-se funcionais e estimativas realizadas indicam velocidades de até 254m/s para uma versão de passageiros e/ou cargas.

**Palavras-chave:** Hyperloop. Aurora. Tecnologia. Transporte. Pneumático.

### HYPERLOOP AURORA: THE TRANSPORT OF TOMORROW, TODAY

#### ABSTRACT

Humanity is dangerously approaching the unavoidable point when it comes to climate change. Emissions from combustion vehicles – created in the 19th century – are one of the main players in this crisis. A new modal is needed, conceived from the beginning, aiming at the challenges of the 21st century. Aurora – the



result of this work - is a transport model that starts with the concept of Hyperloop but uses levitation and propulsion techniques already consolidated in air boats and wind tunnels. Designed for future demands, it is characterized by being fast, self-sustaining, electric and zero emissions. Small-scale prototypes proved to be functional, and estimates made indicate speeds of up to 254m/s for a version of passengers and/or cargo.

**Keywords:** Hyperloop. Aurora. Transportation. Future. Pneumatic.

## INTRODUÇÃO

Procurando solucionar os problemas atuais de transporte, este trabalho tem por objetivo desenvolver um modelo de Hyperloop tecnologicamente mais viável que o original, visando às demandas atuais e futuras, com atenção para o cenário brasileiro e internacional e valendo-se de técnicas diferentes do Hyperloop original, atingindo os principais benefícios desse modal de forma a priorizar a viabilidade imediata, com tecnologia acessível e executável. Além disso, a partir do modelo criado, realizar testes e estimativas de performance, além de elaborar a conjuntura em volta deste sistema. Neste capítulo, ao longo da breve contextualização no cenário dos transportes, poderão ser observados a importância e alguns critérios a ser levados em conta no dimensionamento de um novo modal.

Os modos convencionais de transporte são compostos por quatro tipos, exclusivamente: ferroviário, rodoviário, hidroviário e aéreo – além do dutoviário, que será desconsiderado aqui por se limitar apenas ao transporte de fluidos. Estes modos de locomoção tendem a ser relativamente lentos (ferroviário e hidroviário), caros (aéreo), ou uma combinação dos dois anteriores (rodoviário). Ao longo dos últimos dois séculos, esses meios foram movidos essencialmente pela combustão, projetados para isso, resultando inevitavelmente na emissão de poluentes. Somente o setor de transporte foi responsável por 48,7% das emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil em 2018 (BRASIL, 2018).

Em 2019 a aviação comercial gerou cerca de 915 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> (ATAG, 2020). Segundo Dirk Notz e Julienne Stroeve (2016), cada tonelada a mais de CO<sub>2</sub> na atmosfera é responsável pelo derretimento de 3m<sup>2</sup> de gelo ártico. Ou seja, somente em 2019 a aviação comercial foi responsável pelo derretimento de aproximadamente 2.745km<sup>2</sup>, o equivalente à área das cidades do Rio de Janeiro e São Paulo somadas, contribuindo significativamente para o aquecimento global e a extinção de animais que vivem nas calotas polares.

Atualmente, nos transportes, a única fonte de energia escalável e não poluente é a eletricidade, visto que biocombustíveis ainda o são, apesar



de poluírem menos que os de fontes fósseis. O hidrogênio é outro combustível totalmente limpo, mas impraticável com a tecnologia atual, por ser extremamente volátil e de difícil armazenagem. Partindo disso, a seguir estão expostos os principais avanços em tornar elétricos os 4 ramos de transporte existentes:

- *Rodoviário*: No ramo de transportes de carga, o caminhão mais próximo de entrar em produção em série é o Testa Semi<sup>®1</sup>, com autonomia máxima de 800km por 180 mil dólares americanos. Já no setor de ônibus rodoviário, o mais avançado é um modelo brasileiro da Marcopolo<sup>®2</sup>, o Viaggio 1050 elétrico, com autonomia máxima de 500km. E, para os automóveis de passeio, há alternativas relevantes, já que os veículos elétricos são ótimos para a locomoção urbana, mas para viagens de longo curso se mostram impraticáveis tanto por conta da autonomia, como também pela demora no carregamento.

- *Ferrovário*: Por ser o modal menos poluentes dentre os demais, há pouca preocupação em eletrificar o setor de cargas, havendo poucos avanços nessa área. Já no transporte de passageiros, as antigas máquinas a combustão deram lugar a complexos trens-bala, que não ultrapassam os 300km/h e se limitam a pouco mais de uma dezena de exemplares, exclusivamente na Europa e na Ásia, evidenciando a barreira dessa tecnologia.

- *Aquaviário*: A confiabilidade das baterias, atualmente, torna grandes navios cargueiros inviáveis, porém, avanços têm sido feitos com cargueiros pequenos de transporte costeiro. O primeiro deles, o Yara Birkeland<sup>3</sup>, entraria em funcionamento no final de 2020, no entanto, devido à pandemia de SARS-Cov-2 na Noruega, sua construção foi paralisada.

- *Aéreo*: Esse é o meio que possui os maiores desafios para se tornar elétrico, devido a sua sensibilidade ao peso das baterias, e é o meio mais usado para viagens de longas distâncias. O maior avião comercial elétrico fez seu primeiro voo em 2020, trata-se de um Cessna Gran Caravan adaptado<sup>4</sup>, com alcance de 160km e velocidade máxima de 183km/h. Neste protótipo, os assentos de passageiros deram lugar as baterias.

---

1 Disponível em: [tesla.com/semi](https://tesla.com/semi). Acesso em: 11 set. 2021.

2 Disponível em: [marcopolo.com.br/marcopolo/comunicacao/noticias/marcopolo-apresenta-onibus-viaggio-1050-eletrico-e-paradiso-1800-double-decker-na-fretamento-2019](https://marcopolo.com.br/marcopolo/comunicacao/noticias/marcopolo-apresenta-onibus-viaggio-1050-eletrico-e-paradiso-1800-double-decker-na-fretamento-2019). Acesso em: 11 set. 2021.

3 Disponível em: [yara.com/news-and-media/press-kits/yara-birkeland-press-kit](https://yara.com/news-and-media/press-kits/yara-birkeland-press-kit). Acesso em: 11 set. 2021.

4 Disponível em: [theguardian.com/world/2020/may/27/worlds-largest-all-electric-aircraft-set-for-first-flight](https://theguardian.com/world/2020/may/27/worlds-largest-all-electric-aircraft-set-for-first-flight). Acesso em: 11 set. 2021.





Segundo Steffen et al. (2018, p. 8254) o mundo está caminhando em direção ao abismo do aquecimento global, estando num “ponto de não retorno” de concentração de CO<sub>2</sub>; em que, se nada for feito, acarretará uma cascata de eventos que irão direcionar a Terra irreversivelmente para o caminho da extinção. Posto que a terraformação ainda é uma hipótese distante, a espécie humana põe em xeque sua própria existência. Segundo Spratt e Dunlop (2019), mudanças são cobradas. E as mudanças que são vistas hoje se limitam à eletrificação de modais concebidos a mais de um século para funcionarem à combustão. Essa limitação tem dificultado o surgimento de veículos para longas distâncias e que superem os 300km/h sem emissão de poluentes. O mundo carece de um transporte com a rapidez de um avião, com a emissão de um automóvel elétrico e a autonomia de um trem.

Porém, se há de fato vontade de mudar nossa matriz energética no âmbito da mobilidade e fazer um investimento realmente massivo em um novo sistema de transporte terrestre, o retorno deve, por direito, ser proporcional em comparação com as alternativas aqui já apresentadas. É preciso investir em algo definitivo, que atenda realmente ao critério ecológico, sem comprometer o traslado de cargas e passageiros.

Foi neste âmbito que a proposta do Hyperloop nasceu em 2013, publicada por Elon Musk, sendo um sistema totalmente diferente dos demais. Consistia em uma cápsula que levita por meios pneumáticos dentro de um tubo parcialmente despressurizado, equipado com sistemas de indução magnética, sendo esses meios - pneumáticos e magnéticos - para levitação e propulsão, respectivamente. Tudo isso reduzia ao máximo o atrito, proporcionando um transporte elétrico e de altíssima velocidade – superior à do som. O Hyperloop é um conceito, não possui patentes nem qualquer tipo de exclusividade, estando aberto a qualquer empresa desenvolver e implementar o seu, assim como as companhias Hyperloop One® e Hyperloop TT® têm feito.

Hyperloop é considerado um conceito de transporte de código aberto. Os autores incentivam todos os membros da comunidade a contribuir para o processo de design do Hyperloop. A interação do projeto por vários indivíduos e grupos pode ajudar a trazer o ‘Hyperloop’ de uma ideia para uma realidade. (MUSK, 2013, P. 2, tradução própria)

Embora solucione vários dos problemas que existam com os transportes, o Hyperloop original cria outros. Emprega tecnologia que utiliza materiais caros, especialmente na levitação e propulsão, as quais são feitas por MagLev, um sistema que necessita de uma complexa forma de refrigeração, além de empregar supercondutores também caros e escassos,



limitando muito sua popularização. Somado a isso, toda essa complexidade e componentes torna sua manutenção difícil, resultando em um maior custo de operação. Estima-se que, ao longo dos anos, a demanda por essa tecnologia e os avanços na área tornem essa modalidade mais barata, possibilitando seu acesso a mais países. Entretanto, não se pode esperar um futuro longínquo para que as mudanças comecem.

O conceito do Hyperloop traz soluções para os problemas do transporte, sendo sua execução o impeditivo - gerador de outros problemas - para atingir tal objetivo. Todavia, um sistema que usasse o mesmo conceito, porém com meios diferentes para alcançar a levitação e propulsão, resolveria várias das dificuldades dessa tecnologia.

Posto isso, nasce a pretensão deste projeto: desenvolver um Hyperloop totalmente diferente dos propostos até hoje. Uma versão que priorize a execução, ao contrário dos demais que dão maior ênfase na velocidade. E, através disso, chegar a uma forma mais viável para uso em escala que mantenha, entretanto, a eficiência e sustentabilidade de um Hyperloop, mas que seja mais barato tanto na instalação quanto na construção. E, assim, criando uma ferramenta não só capaz de mitigar as emissões de poluentes nos transportes, mas também acessível e escalável globalmente. Este artigo focará apenas na versão de passageiros, por ser a mais complexa. Entretanto, o mesmo sistema pode convir a transporte de cargas em um sistema intermodal com containers no lugar dos assentos.

Para isso, além desta breve introdução, o artigo conta com mais seis seções. Na primeira delas, é problematizado o impacto do sistema de transportes atual no meio ambiente e são apresentadas algumas soluções as quais o Aurora propõe apresentar. A segunda seção apresenta o referencial de tecnologias bem consolidadas que serão usadas na levitação e propulsão do projeto. A terceira seção traz as especificações e descrições gerais do modelo proposto de Hyperloop, o Aurora, através de um método bastante simplista deste autor. A quinta seção faz uma análise teórica dos resultados obtidos. A sexta seção apresenta as considerações finais do trabalho.

## **TRABALHOS RELACIONADOS**

### **IMPORTÂNCIA DA PESQUISA NO SETOR**

Há inúmeras pesquisas na área do transporte renovável como previamente abordado na introdução deste trabalho, entretanto, a maioria procura uma forma de contornar os problemas fazendo adaptações nos transportes atuais. Adaptações essas que servem como um atenuante para uma crise climática e econômica mundial, já que, vale lembrar,



o petróleo é um bem finito, uma das fontes de CO<sub>2</sub> diretamente ligada ao aquecimento global, e pilar de diversos setores – especialmente o do transporte - e economias. Sendo assim, mudanças reais neste setor são essenciais para a mitigação das mudanças climáticas, como visto na tabela a seguir.

Setor Energético	1,4
Setor Residencial	8,26
Setor Comercial	0,5
Setor Público	0,38
Setor Agropecuário	7,88
Setor de Transportes	77,64
Setor Industrial	3,94

Tabela 1. Consumo Setorial de Derivados do Petróleo no Brasil em 2019(%).

Fonte: Balanço Energético Nacional, 2020.

Em cidades grandes, como São Paulo, até 90% da poluição atmosférica é causada pelo setor de transportes (BRASIL, 2011). Ou seja, é neste setor que se localiza a espinha dorsal do problema, e é por onde se deve começar, se houver o desejo em reverter o cenário de aniquilação simulado por Spratt e Dunlop (2019). Além disso, segundo Steffen et al. (2018, p. 8254) as mudanças para evitar esse cenário devem acontecer imediatamente, visto que a terra se aproxima de um “ponto de não retorno” de concentração de CO<sub>2</sub>.

Um exemplo danoso dos transportes atuais são as locomotivas, que, apesar de consideradas mais eficientes que outros modais - como o rodoviário -, ainda assim causam um desperdício significativo de energia. Um breve retrato desta ineficiência está no atrito. Os rolamentos de uma locomotiva convencional possuem, em média, um coeficiente de atrito com os trilhos de 0,35, segundo Lundberg (2015). Isso significa que é como se houvesse 35% a mais de peso. Em uma locomotiva de 100 toneladas, por exemplo, com esse coeficiente de atrito, será necessário exercer uma força equivalente a transportar 35 toneladas de cargas a mais para vencer somente o atrito com os trilhos, isso sem considerar o arrasto aerodinâmico, e os atritos nos mancais, interno do motor e entre partes móveis.

Diante de tudo isso, há pela frente grandes desafios: buscar novas alternativas de transporte com fontes de combustível não fóssil; desenvolver tecnologias para a melhor eficiência dos motores, já que os atuais, a combustão, podem chegar a desperdiçar cerca de 80% dessa energia (NASCIMENTO, 2008); e priorizar o transporte das pessoas, não o das máquinas. Esse é um dos caminhos para tornar o transporte mais ecológico. Além do mais, é notável uma certa lacuna no setor de transportes



rápidos que ultrapassam os 300km/h. Correspondente, hoje, há cerca de uma dezena de trens-bala exclusivamente no hemisfério norte – o que, de certa forma, ilustra a barreira tecnológica e financeira desse equipamento – e aos aviões, um ramo no qual as companhias operam no limite entre o prejuízo e lucro, com total dependência do petróleo. A aviação em particular é muito sensível à baixa densidade energética de outras fontes de energia, como as baterias, o que dificulta muito o avanço da eletrificação desse meio. Pode-se destacar, também, a crise que ocorreu durante a Guerra do Golfo, onde o preço do petróleo disparou e, por conseguinte, o querosene de aviação também, o que causou graves consequências a esse setor. Hoje, a aviação é totalmente refém do petróleo, e este, por sua vez, é refém do dólar no Brasil. Vale lembrar: o preço do petróleo no Brasil é cotado em dólar, portanto, variações cambiais afetam todo tipo de combustíveis derivados, desde querosene de aviação à gasolina automotiva. Com o dólar afetando uma área tão estratégica, como o setor de transportes, no Brasil, a sua alta causa um efeito cascata em todo o país, agravando crises. Um exemplo marcante recente foi a “Greve dos caminhoneiros de 2018”.

Esses são alguns dos motivos pelos quais energia e transporte devem ser nossa prioridade máxima nas próximas décadas, necessita-se de sistemas de transporte público em massa e “acessível”. Sistemas que podem movimentar muitos passageiros de maneira eficiente, segura, econômica e empregando energias renováveis.

## HYPERLOOP

Foi para preencher esse espaço que a ideia do Hyperloop nasce. Consiste em um modo de transporte de passageiros e / ou carga, de código aberto, desenvolvido em conjunto por equipes da Tesla Motores e SpaceX, empresas de Elon Musk, que por sua vez foi fortemente inspirado no Vactrain, de Robert Goddard. É composto por um tubo elevado do solo, parcialmente despressurizado, equipado com sistemas de indução eletromagnética – similar aos de canhão eletromagnéticos ‘railgun’ – para a propulsão; e uma cápsula, responsável pelo transporte efetivo, que flutuaria com um sistema MagLev. Este seria o modelo original do Hyperloop.

Conquanto, este modelo original emprega tecnologias de ponta – ainda em desenvolvimento – em seus métodos, impossibilitando seu amplo uso e restringindo essa solução a poucas rotas que compensam. A tecnologia MagLev, usada para a levitação, tem poucos usos práticos fora do campo acadêmico, é um nicho específico, o que a torna muito cara devido ao pouco uso, além de ser complexa. E os indutores de campo eletromagnéticos, usados para a propulsão, necessitam de uma ampla estrutura de indutores ao longo de todo percurso, além de uma fonte de



energia poderosa para alimentá-los e uma linha de transmissão sofisticada ao longo do trajeto para transmitir a alta corrente necessária – ou o uso de centenas de conversores de tensão para corrente. Tudo isso resulta em um sistema de instalação e manutenção caros.

## SUMARIZAÇÃO

É clara a ideia de que qualquer mitigação visando às mudanças climáticas, bem como suas consequências, devem inevitavelmente passar pela busca de um modal mais adequado para o século XXI. Esse modal poderia ser o Hyperloop, no entanto, sua complexidade é uma barreira para tal.

E é por um modal mais sustentável, o qual minimize a atuação do transporte no aquecimento global, que o presente trabalho aproveita-se do Hyperloop conceitual para desenvolver uma opção mais adequada de transporte, mantendo os benefícios que essa ideia já traz e solucionando os obstáculos que ela provoca.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Visto que os principais obstáculos para o Hyperloop Original são os métodos usados na propulsão e levitação, busca-se alternativas considerando as tecnologias consolidadas. Substitui-se, neste projeto, a propulsão magnética por um método usado já há muito tempo para o transporte de cartas e pequenos objetos nos correios pneumáticos, o ar comprimido, e para o respaldo mecânico desse sistema em grande escala, há os túneis de vento, aparelhos que geram poderosas correntes de ar em um tubo para análises do comportamento do ar em laboratório, e portanto, possuem motores muito similares, os quais seriam necessários para a instalação desse sistema num Hyperloop. Para a levitação, embora diversos modelos tenham sido considerados, somente um se destaca, devido a ser o único já empregado em transporte além do MagLev, a levitação aerostática. O maior respaldo para o uso desta tecnologia está nos hovercrafts (navios anfíbios que usam a levitação aerostática para andar sobre superfícies marítimas e terrestres) teorizado por Cockerell (1960).

A seguir é exposto a contribuição de cada uma dessas ferramentas para este projeto:

- *Túneis de vento*: dos túneis de vento de circuito contínuo herda-se os poderosos ventiladores responsáveis por prover ventos de até 555km/h (154m/s), como no maior túnel de vento do mundo, no Centro de Pesquisa Langley nos Estados Unidos (USAF, 2021).

- *Correios Pneumáticos*: Este contribui com seu princípio de funcionamento, é a maior referência que se tem do uso da pneumática para o



transporte, por mais que hoje não seja muito comum, já foi muito usada para o transporte de correspondências na Europa<sup>5</sup>.

- *Hovercraft*: dessa herda-se sua tecnologia de bolsões de ar, que reduz drasticamente o atrito com a superfície.

## METODOLOGIA

Em suma, o princípio de funcionamento do Hyperloop Aurora é o mesmo de um Hyperloop Original - um módulo de transporte que flutua dentro de um tubo hermeticamente fechado e viaja a altas velocidades. O que diverge são os métodos usados para isso que são mais comuns e simples de manufacturar e instalar. Nos capítulos subsequentes a este, se encontra especificações e descrições sobre cada um dos principais componentes e características do Hyperloop Aurora.

## TUBO

A função do tubo é guiar o módulo de transporte e conduzir as correntes de ar. É de liga metálica resistente, hermeticamente fechado, com paredes internas revestidas de um material com aspereza mínima, elevado do solo por pilares de aproximadamente 6m de altura - podendo variar dependendo dos obstáculos naturais ao longo da rota - dividido em secções que, devido ao fato de serem pré-fabricadas, são facilmente erguidas e soldadas. Graças a essa elevação, pode facilmente transpor pequenos rios e obstáculos, além de não necessitar de grandes alterações em infraestruturas já existentes, como rodovias e avenidas que cruzam seu caminho, conforme ilustrado na figura a seguir. É importante que as paredes e piso da área de passagem da cápsula sejam revestidas com um material de aspereza mínima, a fim de evitar a perda de força tanto da cápsula quanto das correntes de ar.

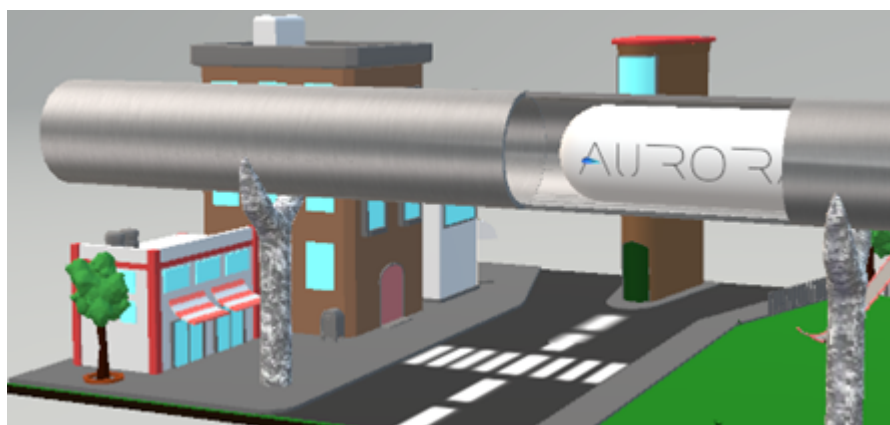


figura 1. Ilustração de implementação no meio urbano.

<sup>5</sup> Disponível em: [pt.wikipedia.org/wiki/Correio\\_pneum%C3%A1tico\\_de\\_Praga](https://pt.wikipedia.org/wiki/Correio_pneum%C3%A1tico_de_Praga). Acesso em: 11 set. 2021.



Seu diâmetro pode variar de acordo com o módulo de transporte e carga transportada em um projeto específico para cada região, no entanto, para uma versão padrão de transporte de passageiros, um diâmetro de 3m a 3,4m é considerado o suficiente para comportar com conforto duas fileiras de poltronas duplas e um corredor central, tamanhos similares a cabine executiva de um Boeing 737.

Devido à cápsula andar em altas velocidades sempre no interior do tubo, torna o transporte mais seguro e silencioso para aqueles ao longo da via, fazendo com que a presença do Aurora seja quase que imperceptível para aqueles ao seu entorno, sem ser pelo meio visual, além de evitar atropelamento de pessoas e animais. O uso do tubo no sistema também torna o transporte imune às condições climáticas adversas e protege a cápsula de transporte da ação dos agentes de degradação provenientes do clima.



figura 2. Ilustração de corte transversal no tubo.

Cada Hyperloop Aurora exigiria um projeto em particular, com algumas dimensões e especificações a serem definidas de rota para rota, de acordo com as condições e demanda em que irá operar.

#### MÓDULOS OU CÁPSULAS DE TRANSPORTE

É o que efetivamente irá se mover e transportar os passageiros e cargas. Ele sempre permanecerá no interior do tubo, os únicos motores presentes serão os usados para gerar o bolsão de ar sob o módulo. Contará com dois pacotes de baterias, um desses sendo backup, usado apenas em emergência. O outro é o pacote principal, composto de baterias recarregáveis e mantido em um compartimento encaixado ao módulo, de modo que possa ser facilmente removido e trocado por outro carregado



nas estações. Ele alimenta todo sistema de suporte aos passageiros e os motores responsáveis pela levitação.



figura 3. Diagrama de possível módulo de transporte do Aurora.

Seu design, visto na Figura 3, é pensado para oferecer o maior conforto para seus usuários, o interior seria muito semelhante ao de um avião comercial em classe executiva com poltronas reclináveis e porta-bagagem.

Na parte traseira, há o módulo com as baterias principais acopladas ao módulo com um formato do interior de um meio cilindro, que prioriza uma maior resistência aerodinâmica para o ar que incide na sua traseira, aproveitando-o melhor em sua locomoção e tornando-o mais eficiente. A aerodinâmica também é pensada de forma a desviar o ar que não será usado para o movimento para as laterais, assim criando uma espécie de efeito solo com as paredes do tubo.

Pode-se fazer uma analogia do módulo com um barco à vela: o módulo seria como um veleiro dentro do tubo, que usaria a força do vento artificial gerado para se locomover.

### PROPULSÃO

A propulsão do sistema fica a cargo de ventiladores colocados nas extremidades do tubo, que irão gerar rápidas correntes de ar no interior dele, também sendo usadas em modo reverso para frear a cápsula em condições normais de operação. Vale destacar que, desta forma, a resistência aerodinâmica se torna um fator positivo na velocidade<sup>6</sup>, algo inédito nos transportes de médio e grande porte. Sendo uma propulsão não embarcada, torna o sistema leve, ágil e eficiente, já que todo peso dos motores ficará imóvel, não desperdiçando energia para mover máquinas, priorizando, assim, o transporte das pessoas ou apenas o que realmente seja necessário. Pelo motivo dos principais motores estarem localizados somente nas extremidades do tubo ou em pontos estratégicos estáticos, facilita a manutenção e torna muito mais fácil isolar o ruído ao redor, sendo muito silencioso e confortável para aqueles dentro e fora da cápsula.

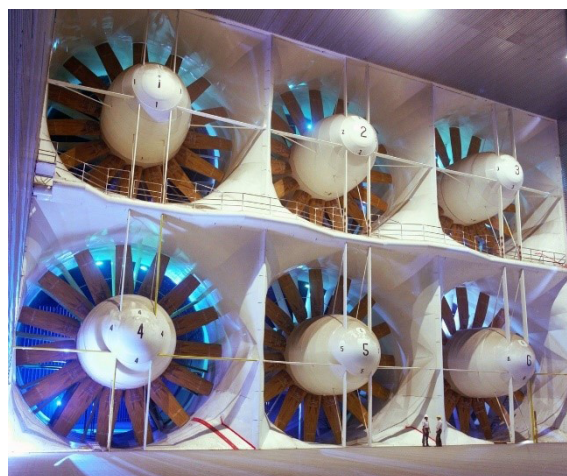
<sup>6</sup> Até o módulo atingir 254m/s.





figura 4. Motores de túnel de vento do Ames Research Center.

Fonte: NASA



Seriam motores muito similares a esses na figura 4, usados em túneis de ventos. Duas pessoas próximas ao ventilador 5 dão uma noção de escala. Esse, em particular, localizado nos Estados Unidos, no National Full Scale Aerodynamics Complex(NFAC), gera vento de até 555km/h (154m/s), com seis ventiladores alimentados por seis motores de 22.500 cavalos de potência, cada um com diâmetro aproximado de 12m (USAF, 2021). Aplicando a Lei de Boyle, e considerando a pressão do vento como  $0,613v^2$ , de acordo com a NBR 6123, um único motor idêntico a esses seria capaz de gerar, em um tubo de 3,5m do Aurora, correntes de ar de 231m/s.

Como o atrito entre o módulo e a superfície do túnel é bastante reduzido, o movimento linear transferido pelo deslocamento de ar para a cápsula será suficiente para produzir uma aceleração inicial e deslocar o módulo de transporte a altíssimas velocidades.

Apesar da propulsão se assemelhar ao Aeromóvel, por ambos utilizarem correntes de ar para se deslocar, o Aurora destaca-se por se locomover no mesmo compartimento em que o ar é deslocado possuindo, assim, uma maior superfície de arrasto com o ar – proporcionando velocidades maiores -, bem como eliminando o conjunto de vedações existentes no Aeromóvel entre o compartimento o qual conduz o ar e o veículo - que acaba por gerar uma certa resistência ao movimento, ao contrário do Aurora que, com o seu sistema de levitação, tende a gerar resistência mínima ao movimento das correntes de ar.

#### FRENAGEM

Há duas formas principais de se frear o módulo de transporte:A principal delas é a inversão do fluxo de ar do tubo. É esta forma que se deve priorizar no uso, por ser mais simples e possuir menor desgaste. Esse tipo de frenagem é ideal para declives acentuados, no entanto dependendo da velocidade e distância dos sistemas de propulsão, pode não ser tão eficiente.



Nesse caso há a outra opção, de variar a pressão do bolsão de ar da cápsula de forma a aumentar ou reduzir o atrito com a superfície.

## CURVAS

O ideal, assim como uma linha férrea, é que o percurso tenha o mínimo de curvas, mas nem sempre isso é possível, portanto, as curvas que existirem deverão possuir um raio bem amplo e a velocidade da cápsula terá de ser reduzida por segurança. O comprimento do módulo de transporte não é um problema já que, devido à rapidez e alta disponibilidade, não haverá necessidade de cápsulas compridas, assim mantendo um comprimento compatível com as curvas.

Ainda é cogitado um sistema de ar comprimido na parede do tubo externa à curva que, através de vários bicos injetores controlados por um refinado computador, injete ar contra a cápsula em pontos estratégicos calculados, permitindo que a cápsula mantenha uma velocidade maior.

## SISTEMA REGENERATIVO

É essencial que as paredes do tubo possuam o mínimo de asperezas possíveis para que não haja a perda da força pneumática, mesmo assim, em percursos de longa distância, é fundamental que haja um sistema regenerativo dessa força para manter rapidez e eficiência.

É ideal que esse sistema seja instalado nas curvas - já que nelas o ar perderá a maior parte da velocidade - e que atue em conjunto com comportas que dividam o trajeto em secções pneumáticas, mantendo, em trajetos longos, o fluxo de ar apenas na secção da cápsula.

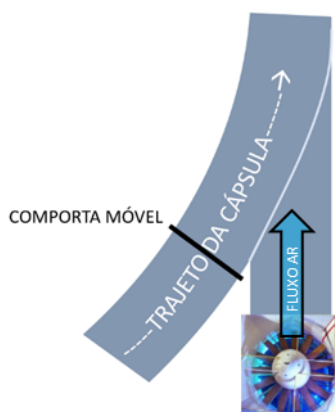


figura 5. Exemplo de sistema amplificador aplicado em uma curva.

Na junção dos dois tubos haverá um guia para manter a curva da cápsula. O motor do sistema amplificador será o mesmo instalado nas extremidades do tubo.



## LEVITAÇÃO

Dentre os vários tipos de levitação (aerostática, magnética, eletrostática, supercondutora, inductrack, acústica, óptica e aerodinâmica), optou-se pela aerostática, pois se mostrou ser a mais viável pelo baixo custo com simples manutenção e confecção. Ela consiste em produzir uma grande região de ar de alta pressão debaixo do objeto a ser levantado, através de um colchão de ar e ventiladores, sistema similar ao usado pelos hovercrafts.

As principais vantagens dessa levitação são de que usa-se motores mais comuns e simples que aqueles de outros tipos, o que facilita a manutenção. São basicamente ventiladores elétricos que utilizam as mesmas tecnologias de helicópteros elétricos e túneis de vento hoje em dia. São poucos motores, mas de grande potência ou segregados em vários motores de pequena potência, similar ao que acontece nos multicóptero elétricos.

Esses motores direcionam o ar para uma cavidade flexível situada entre o módulo e a parte deslizante inferior, formando um colchão de ar, no entanto, haverá outros motores que o direcionarão em todos os sentidos, contra as paredes do tubo, para estabilizá-la. As entradas de ar para esses motores serão na parte frontal da cápsula, sendo direcionadas até eles por tubulações, conforme ilustrado na figura 5.



figura 6. Ilustração das entradas de ar para o sistema de levitação.

Nesse caso, ao contrário da propulsão, optou-se por deixar esses motores embarcados, já que se ficassem no tubo, necessitariam de uma grande quantidade deles espalhada ao longo do percurso, além de gerar uma corrente de ar instável e encarecer o custo, tornando-se mais eficiente a levitação embarcada.



figura 7. Hacker Motor.

Fonte: Volocopter, 2021.

Esses são os Hacker Motor de 3,9 kW da Hacker Brushless Motor (VOLOCOPTER, 2021). Dezoito deles são usados no multicóptero elétrico Volocopter VC200, que é capaz de se elevar a centenas de metros. Esse é um exemplo de motor que pode ser usado para inflar o bolsão de ar da cápsula. É elétrico, alimentado por baterias, potente, compacto e há respaldo tecnológico.

## ENERGIA

Em relação à energia usada, será 100% elétrica, e para se certificar de que não é proveniente de fontes não renováveis, como por exemplo oriunda de termelétricas, e de que assim não contribui para o efeito estufa, toda a estrutura deverá utilizar um sistema próprio de energia solar para o seu total funcionamento, instalada ao longo do trajeto sobre o tubo, sem ocupar áreas adicionais. Este investimento complementar em painéis solares se justifica e reflete não apenas na preservação do meio ambiente, mas também no custo de operação, já que pela alta demanda de eletricidade, em poucos anos esse investimento deve ser compensado.

Além disso, por gerar sua própria energia, crises ou variações cambiais não afetam diretamente os custos de operação, proporcionando uma logística, de pessoas e bens, muito mais estável.

## SEGURANÇA

O transporte mais seguro do mundo, desconsiderando o elevador, é o avião, no entanto, não é infalível, e em grande parte pelo fator humano. Dados estatísticos mostram que 80% dos acidentes aéreos envolvendo aeronaves de grande porte são causados por erro humano (BOEING, 2008).



Seja por falha de treinamento, estresse, fadiga, desatenção, imprudência, imperícia, negligência, erro de julgamento, falha de planejamento, supervisão deficiente, falta de coordenação entre a tripulação, falhas de comunicação, operação indevida do equipamento e outros. Os aviões de hoje, equipados com poderosos computadores capazes de evitar acidentes, mostraram-se muito mais confiáveis do que os sentidos humanos, mas dificilmente existirá uma aeronave comercial autônoma nos céus, pois apesar do alto refinamento tecnológico já alcançado, há ações que uma máquina não poderá fazer tão cedo, de forma independente, na aviação comercial.

Em princípio, o Aurora requer o mínimo de interação humana para seu funcionamento, por ser um sistema extremamente automatizado. Também irá contar com um software monitorando a todo momento possíveis falhas, fazendo simulações das ações antes de executá-las, podendo, se for o caso, ativar sistemas de frenagem de emergência do módulo -independente do reverso dos ventiladores nas extremidades do tubo - controlando seu movimento de transporte por meio das informações recebidas dos sensores espalhados nas cápsulas, estações, casas de máquinas e ao longo do trajeto. Em adição, o uso do tubo também proporciona maior segurança do sistema perante fatores externos, sejam eles climáticos ou humanos, como vandalismo e atropelamentos.

Além da segurança operacional, a ativa também foi planejada. Todos os módulos contarão com um telefone com linha direta à central de comando, para que, em caso de falhas ou mal-estar de passageiros, equipes de suporte estejam de prontidão na estação mais próxima. A cápsula também conta com baterias redundantes para alimentar o sistema de levitação, ainda assim, mesmo que ambas as baterias falhem, isso não causará um grande transtorno aos passageiros, já que a distância da cápsula ao solo é mínima, somente o necessário para evitar atrito. Após o ocorrido a central de comando será notificada, cilindros fornecerão oxigênio aos passageiros, já que o sistema de troca de ar ficaria comprometido sem energia, enquanto equipes rebocariam o módulo de transporte até o ponto de apoio mais próximo.

Fissuras ao longo do tubo não comprometem sua segurança, já que a redução de pressão é compensada com o aumento da potência dos motores, assim que sensores de pressão detectarem a redução, o problema será percebido e reparado. A falta de energia também não é um problema, já que na maior parte do tempo não dependerá da rede elétrica, gerando a sua própria. Se ainda assim não for suficiente, geradores a diesel colocados nas estações terão de entrar em ação. Tudo isso, aliado ao fato de que suprime a possibilidade de duas das principais causas de acidentes - atropelamentos e fator humano - tornam o Aurora um



sistema bastante seguro em uma primeira análise, talvez um dos mais seguros.

Elementos de segurança embutidos no módulo de transporte

- Extintores;
- Telefone via rádio;
- Baterias redundantes;
- Cilindros de oxigênio;
- Kit de primeiros socorros;
- Iluminação de emergência;
- Sistema automático de extinção de incêndio;
- Câmeras de segurança com transmissão de imagem.

Elementos de segurança nas estações ou ao longo do tubo

*Estações:*

- Geradores;
- Máquinas de raio X;
- Central de comando;
- Câmeras de segurança;
- Seção de combate a incêndio e primeiros socorros;
- Cápsula adaptada para inspeção do tubo e eventual reboque de outra cápsula avariada.

*Ao longo do tubo:*

- Pontos de apoio com saída do tubo;
- Sensores magnéticos, de pressão e laser;
- Receptores rádio do telefone do módulo.

## VELOCIDADE

A velocidade do Aurora, do ponto de vista mecânico - já que há outros fatores que devem ser levados em conta na hora de definir uma velocidade de cruzeiro, como por exemplo o percurso e materiais - está ligada, principalmente, à força do vento gerada pelas bombas pneumáticas. Assim, visto que túneis de vento, mais especificamente os de circuito aberto e corrente de ar contínua, usam um princípio semelhante, optou-se por



usar esses dados para estimar a velocidade preliminar do Aurora.

Ao saber que o túnel de vento do NFAC é de circuito aberto e corrente de ar contínua, características semelhantes a do sistema de propulsão que seria usado no Aurora, atingindo velocidades de 154m/s - ainda que numa secção quase 43x maior do que em um sistema com módulo de transporte com 3m de diâmetro - utiliza-se esta velocidade como base para os cálculos.

A força do vento que incidirá nas frentes traseira da cápsula pode ser calculada pela equação 1.  $A$ ,  $P$  e  $C_d$  referem-se a área incidente do vento, pressão e ao coeficiente de arrasto, respectivamente.

$$F = A \times P \times C_d \quad (1)$$

Ela nos fornecerá dados próximos, já que neste caso considera-se apenas esses fatores, mas na prática, há várias outras forças menores incidindo no módulo de transporte a favor e contra o sentido de seu movimento.

Para calcular a área projetada, vale-se da fórmula  $\frac{(\pi r)^2}{2}$ , onde  $r$  é o raio da cápsula, por sua traseira se tratar de um formato semelhante ao interior de um meio cilindro. Para  $P$ , usa-se  $P = 0,613 v^2$ , conforme a norma NBR-6123 para pressão do vento, onde os coeficientes derivam de cálculos baseados em valores típicos da densidade do ar e da aceleração gravitacional. Já o  $C_d$  - como a traseira possui formato da parte interior a meio cilindro - é 2,30 (FELIPPONE, 2004).

$$F = \frac{(\pi r)^2}{2} \times (0,613 v^2) \times 2,3 \quad (2)$$

Portanto, a equação da força do vento na cápsula é (2), restando duas variáveis, o  $r$  que é o raio da cápsula, e  $v$  que é a velocidade do vento. Já na equação (3), há a 2ª lei de Newton adaptada, que surge por meio da força do vento descoberta da equação 2 e a massa do módulo resulta a sua aceleração.  $F$  e  $m$  são força do vento incidente e massa da capsula, respectivamente.

$$a = \frac{F}{m} \quad (3)$$

A equação (3) normalmente é usada para descobrir a aceleração de um objeto, no nosso caso o  $a$  irá expressar a velocidade da cápsula, já que a partir do momento em que ela passa a ser mais rápida que o ar, cria-se uma baixa pressão na sua traseira, fazendo com que perca força. Quando volta a se estabilizar com a corrente, retoma o ganho de velocidade, consecutivamente se mantendo em velocidade praticamente constante.



Vale lembrar que todas as unidades devem estar no padrão do sistema internacional de medidas.

#### PROTÓTIPO DE VIABILIDADE

Desenhado para pôr em prática todos os princípios aqui propostos de forma fidedigna para comprovação de viabilidade conceitual e métodos. É importante destacar que esta maquete é fiel apenas ao funcionamento. Os materiais foram escolhidos exclusivamente pela sua acessibilidade em ambiente doméstico. Por exemplo, o usado para fazer o tubo dessa miniatura foram as folhas de acetato. Para a base do tubo, era necessário um material com mínima aspereza possível, tendo sido essa característica encontrada no vidro, que neste caso foi usado o de uma mesa de jantar. Outra vantagem do vidro foi a possibilidade de instalar os fotosensores – que detectam a posição da cápsula na maquete para o controle autônomo – do lado de fora do compartimento em que a cápsula corre.

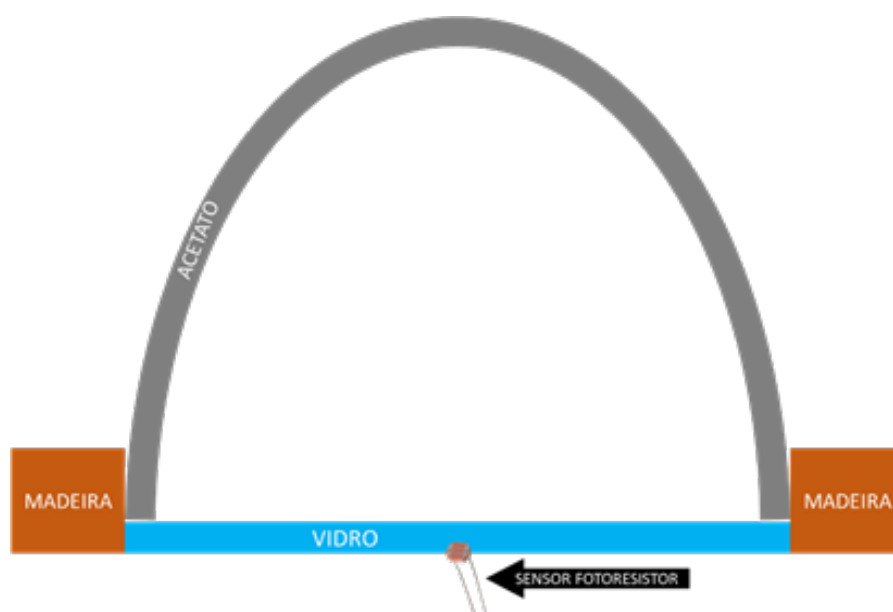


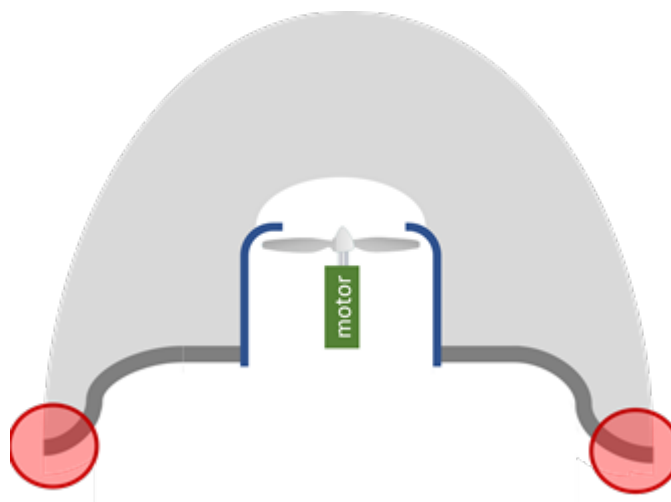
figura 8. Corte transversal do tubo da miniatura.

Com o intuito da propulsão, nas extremidades desse tubo, são empregados coolers de computador. Esses, por sua vez, são controlados por um microcontrolador genérico que processa os dados recebidos de fotoresores instalados debaixo do vidro. Detectando a sombra da passagem da cápsula, assim determinando sua posição, e gerenciando qual cooler acionar para acelerar ou frear, no momento necessário. Com a finalidade de demonstração da viabilidade conceitual do Aurora, a cápsula se move de uma ponta a outra do tubo, comprovando, nessa miniatura, a harmonia do conjunto levitação e propulsão para o transporte.





figura 9. Corte transversal da cápsula em miniatura.



Quanto ao módulo protótipo, é predominantemente de embalagem descartável de poliestireno expandido (EPS), na figura 7 as linhas em cinza escuro são uma bandeja de isopor, apenas com um furo central para a colocação de um motor de drone com hélice, o qual bombeará ar para esta cavidade interna, até que ele escape e forme uma zona de alta pressão nos círculos em vermelho na figura - que é a efetiva área de contato da cápsula com a superfície - suficiente pra levantar a cápsula por milímetros, mas sendo eficiente para redução do atrito. Já a parte em cinza claro é feita com o mesmo EPS de embalagem descartável, esse por sua vez tem função similar a uma vela em um barco a vela.



figura 10. Miniatura da cápsula.



figura 11. Maquete.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Além de toda proposta aqui desenvolvida, este trabalho apresenta três importantes resultados, referentes a sua viabilidade imediata, um dos focos do projeto.

O primeiro deles tange à exequibilidade atual tecnológica do projeto já que, se analisados, todos os sistemas do Aurora são herdados de outros setores, como o sistema de propulsão dos túneis de vento, sistemas de suporte à vida da aviação e levitação do setor naval. Este é um aspecto relevante, pois significa que não há muitos empecilhos para sua construção, hoje, um fator determinante na luta contra a corrida do aquecimento global.

O segundo comprova a teoria de conceito e métodos do Aurora. A operacionalidade de seu protótipo de viabilidade comprova a harmonia desses sistemas em prol do transporte.

O outro importante resultado se refere ao modelo matemático aqui elaborado, que estimam sua performance teórica em escala real, já que em miniatura os conceitos se provaram funcionais. Aplicando esse modelo matemático para um Aurora de 3m de diâmetro e pesando 4 toneladas (peso estimado considerando uma cápsula cheia de 1200kg, com 32 passageiros de 80kg+5 kg de bagagem), para uma corrente de ar de 154m/s. O resultado foi de que a cápsula em tais condições possuiria uma velocidade de cruzeiro de 93 m/s ou 334 km/h. Velocidade essa totalmente aceitável para qualquer tipo de locomoção terrestre hoje em dia.

Foi usada como base dos cálculos a velocidade do vento no túnel de vento



NFAC da NASA e Força Aérea dos Estados Unidos, desconsiderando que a área desse túnel é em torno de 43x maior que o tubo de 3m considerado nessa simulação. Isso significa que com os mesmos motores, se considerasse a eventual compressão e ganho de velocidade do ar para as dimensões do Aurora, essas velocidades poderiam ser muito maiores.

Seguindo esse modelo matemático, a velocidade máxima e ideal de cruzeiro – já que seria nela em que haveria maior eficiência – do Aurora, com essas especificações, seria de 254m/s, pois é nesse ponto que o eixo X (velocidade do vento) passa o eixo Y (velocidade da cápsula). Visto que, se a velocidade da capsula for maior que a do vento, não haverá força pneumática contínua sobre a parte traseira da cápsula, causando grandes oscilações.

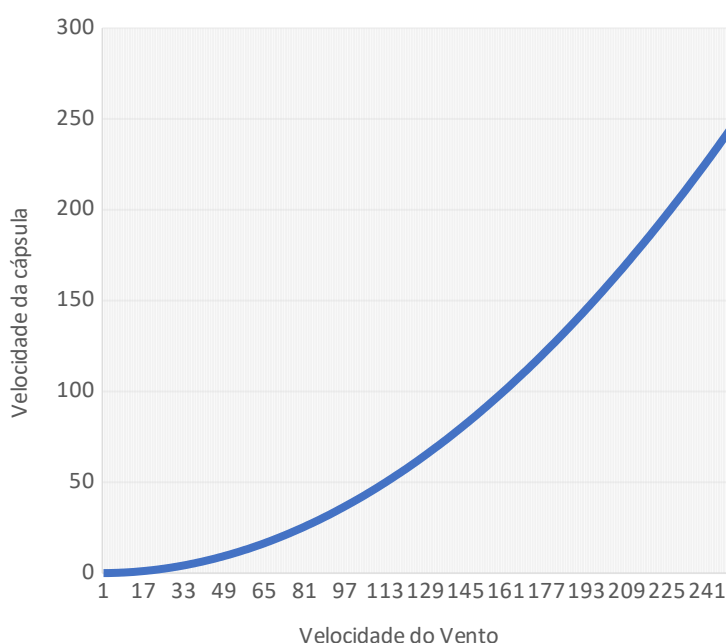


gráfico 1.  
Velocidades do  
vento x cápsula.

A fim de exemplificar a conveniência, será feita uma simulação entre a rota Rio de Janeiro-RJ ⇌ São Paulo-SP. Hoje, há dois principais meios de transporte de passageiros entre estas que são as duas cidades mais populosas do Brasil: o aéreo e rodoviário. Sendo essa rota aérea a mais movimentada das américas, e a rodoviária a mais agitada do país.

Há um antigo projeto federal para a instalação de um TAV (trem de alta velocidade) neste percurso, no entanto, ainda assim a velocidade máxima estimada para o Aurora é cerca de 2,6 vezes superior que a estimada para o TAV. Além de que, numa análise superficial, aquele parece ser mais seguro e fácil de construir que este, sem falar que a tecnologia para o TAV teria de ser quase que em sua totalidade importada, já para o



Aurora não. Há empresas nacionais que possuem toda a tecnologia para a produção das peças necessárias, como a WEG S.A. para a fabricação dos motores, EMBRAER S.A. para a cápsula e a vasta indústria siderúrgica nacional para o tubo.

Nas condições já citadas, o Aurora faria esse trajeto de aproximadamente 380km em pouco mais de 1,3 horas usando os motores do NFAC, mas se considerar a velocidade de cruzeiro ideal do Aurora esse percurso seria feito em 25 minutos, independente das condições climáticas, e com zero emissão de carbono, consumindo apenas energia elétrica – uma das mais baratas.

Ademais, considerando toda a seção Segurança, o Aurora tem de tudo para ser o melhor modal de transporte nesse quesito. Juntando a segurança operacional da aviação em um transporte terrestre.

## CONCLUSÕES

No constante processo de globalização haverá cada vez mais a necessidade de transportes de circulação de produtos, mercadorias, serviços e pessoas. Sobretudo esse setor possui um padrão energético baseado fundamentalmente em petróleo, se tratando de um dos setores mais poluentes da atmosfera, e considerando que, nesta era, em que mudanças são necessárias imediatamente, é ainda mais aparente a situação de insustentabilidade do sistema atual.

Portanto este é um importante setor para pesquisa e desenvolvimento de novos meios. E como analisado neste artigo, as tentativas de adaptações sobre os modais já existentes, não são suficientes. Foi para solucionar estes problemas que surgiu a plataforma do Hyperloop, um modal desde o início projetado para atender as demandas do futuro, mas como visto, ainda é algo além do seu tempo.

O trabalho aqui desenvolvido, com foco em justamente proporcionar maior acessibilidade a esta tecnologia, para solucionar estes e outros problemas, parece ter alcançado os seus objetivos, já que se mostrou uma plataforma muito mais simples do que o Hyperloop original, com uso de motores elétricos relativamente mais comuns que supercondutores e motores lineares, o que torna uma fácil manutenção e implementação, resultando em um custo de operação mais barato, que por sua vez reflete em passagens e fretes mais em conta. Isso não só torna mais acessível o seu uso em muito mais rotas que o Hyperloop original seria viável, mas também faz do conceito 'Hyperloop' viável com a tecnologia de hoje, que já é amplamente usada.

Através dele se cria o potencial de construir um sistema tão poderoso quanto um Hyperloop tradicional e, assim, mitigar abruptamente as



mudanças climáticas logo em um dos atores mais poluentes; além de prover um transporte mais rápido e barato para um desenvolvimento global mais sustentável.

Dessarte, o Aurora também se mostra uma ótima ferramenta para auxiliar países a atingirem suas metas no Acordo de Paris investindo em um setor estratégico e colaborando com 2 dos 17 objetivos globais de desenvolvimento sustentável (ODS) da Resolução 70/1 das Nações Unidas. Mais especificamente o ODS 9 que objetiva investimentos em infraestrutura e em inovação essenciais para o desenvolvimento e a garantia de igualdade de acesso à essas tecnologias – o Aurora simplifica e populariza a tecnologia Hyperloop – e o ODS 13 que visa às ações contra as mudanças climáticas, desejando impedir que projeções de catástrofes, como as citadas neste trabalho, se tornem realidade.

Não foi possível realizar estimativas orçamentárias, pois podem variar muito com as dimensões da rota. O Aurora utiliza, em grande parte, matéria prima industrial, cujos valores são negociados em contratos fechados entre empresas. O autor desse trabalho chegou a enviar pedidos orçamentários para fornecedores, mas não obteve respostas. E as próximas etapas do projeto devem focar-se nisso, buscando parcerias para a realização de estudos mais profundos com relação à engenharia de materiais e aspectos financeiros.

Mesmo com todas essas adaptações o Aurora não deixa de ser um Hyperloop, o Hyperloop Aurora. Ele cria uma direção nova para a tecnologia, o que proporciona um universo de estudos. Em síntese, este trabalho apresenta os moldes de uma solução concreta para problemas atuais. Há muitos detalhes que tiveram de ser ocultados por limitação de caracteres neste artigo, mas a ideia principal, em suma, está exposta. Considere-se este artigo como um breve prefácio do Hyperloop Aurora.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOEING; RANKIN, William. **MEDA investigation process**. 2008. Disponível em: [boeing.com/commercial/aeromagazine](http://boeing.com/commercial/aeromagazine). Acesso em: 12 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Brasil. **Anuário estatístico de transportes terrestres**. 2018. Brasília, 2018. 53 p. Disponível em: [gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/suma-exec-aet-2010-2018-pdf](http://gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/suma-exec-aet-2010-2018-pdf). Acesso em: 16 maio 2021.

BRASIL. Ministério Do Meio Ambiente. **1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários**. 2011. Brasília, 2011.



Disponível em: [mma.gov.br](http://mma.gov.br). Acesso em: 20 jun. 2020.

COCKERELL, Christopher. The hovercraft and its place in the transport system. **Journal of the Royal Society of Arts**, 108(5052), 884-905. 1960. Disponível em: [jstor.org/stable/41368990](http://jstor.org/stable/41368990). Acesso em: 28 jul. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2020: Ano base 2019**. EPE – Rio de Janeiro: EPE, 2008

FILIPPONE, Antonio. **Aerodynamic database: Drag Coefficients**. 2004. Disponível em: [aerodyn.org/Drag/tables.html](http://aerodyn.org/Drag/tables.html). Acesso por meio de [archive.org](http://archive.org) em: 2 jul. 2008.

LUNDBERG, Jan et al. Measurements of friction coefficients between rails lubricated with a friction modifier and the wheels of an IORE locomotive during real working conditions. **Wear**, v. 324, p. 109-117, 2015.

MUSK, Elon et al. **Hyperloop alpha**. 2013. Disponível em: [spacex.com/sites/spacex/files/hyperloop\\_alpha.pdf](http://spacex.com/sites/spacex/files/hyperloop_alpha.pdf). Acesso em: 13 jun. 2020.

NASA (EUA). **25 Years with the Largest Wind Tunnel in the World**. NASA, 2012. Disponível em: [nasa.gov](http://nasa.gov). Acesso em: 30 jul. 2020

NASCIMENTO, Joel H.S.. **Estudos dos processos físicos envolvidos nos motores que utilizam como combustível álcool e gasolina (ciclo otto)**. 2008. TCC – Curso de Física, UCB, Brasília, 2008.

NOTZ, Dirk; STROEVE, Julianne. Observed Arctic sea-ice loss directly follows anthropogenic CO<sub>2</sub> emission. **Science**, [S.L.], v. 354, n. 6313, p. 747-750, 3 nov. 2016. American Association for the Advancement of Science (AAAS). [dx.doi.org/10.1126/science.aag2345](https://doi.org/10.1126/science.aag2345).

SPRATT, David; DUNLOP, Ian. Existential climate-related security risk: A scenario approach. **Austrália: National Centre for Climate Restoration**, 2019. Disponível em: [researchgate.net](http://researchgate.net). Acesso em: 07 jul. 2020.

USAF (EUA). **NFAC**. Disponível em: [arnold.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/409302/national-full-scale-aerodynamics-complex/](http://arnold.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/409302/national-full-scale-aerodynamics-complex/). Acesso em: 20 jul. 2020.

VOLOCOPTER (Bruschal). Volocopter **WhitePaper**. Disponível em: [press.volocopter.com/images/pdf/Volocopter-WhitePaper-1-0.pdf](http://press.volocopter.com/images/pdf/Volocopter-WhitePaper-1-0.pdf). Acesso em: 21 jan. 2021.



#### GABRIEL SOUZA DA PAZ

Gabriel Souza da Paz é estudante do ensino médio na Escola Santa Mônica em Pelotas/RS. Participou de diversos projetos voltados para a iniciação científica e foi estudante finalista da 19ª Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (FEBRACE) dentre outras amostras científicas nacionais com o projeto de engenharia Hyperloop Aurora. Ao longo do projeto descobriu sua paixão por engenharias, em especial a aeroespacial, curso que agora deseja cursar como formação.

#### TIAGO AZEVEDO BRAGA

Possui Graduação em Licenciatura em Física pela Universidade Federal de Pelotas (2016), e Mestrado em Física pela Universidade Federal de Pelotas (2019). Tem experiência na área de Física, onde atuou nas áreas de Ensino de Física com o projeto PIBID (2009/1 a 2010/2). De (2011/2 a 2012/1) foi bolsista da PROBIC na área de Física Estatística de Simulações de Sistemas Complexos. Nos anos de 2012/2 a 2013/1, foi bolsista da FAPERGS do grupo de Supercondutividade e Magnetismo. Atualmente é professor de ensino fundamental, médio, pré-vestibular e curso técnico na área de radiologia.

#### SUZANE ROSA RIBEIRO

Possui graduação em Letras - Português e Literatura Portuguesa - pela Universidade Federal de Pelotas (2010). Tem experiência em docência no estudo da Língua Portuguesa, sob a abordagem sociolinguística interacional, de Erving Goffman. Tem interesse na área de Análise do Discurso, com ênfase na escola francesa, de Michel Pêcheux ; na área da Semiótica, de Ferdinand de Saussure e também na análise intertextual, de Mikhail Bakhtin. Atualmente, é professora da Escola de Ensino Fundamental e Médio Santa Mônica.

submetido  
31.07.2020

reapresentado  
29.05.2021

aprovado  
30.06.2021

**Contribuição de autoria.** Gabriel Souza da Paz participou da elaboração do projeto, da investigação de dados, da concepção de sistemas, do levantamento bibliográfico e da redação do artigo. Tiago Azevedo Braga e Suzane Rosa Ribeiro orientaram em todas as etapas e participaram da revisão final do artigo.

**Licença de uso.** Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons CC-BY. Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

**ABRIC**  
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INCENTIVO À CIÊNCIA