

pós-graduação

28 OUTUBRO 2021

2 0 2 1

SIICTEC

Seminário Institucional de  
Iniciação Científica,  
Inovação e Tecnologia.

CIÊNCIA 5.0

Hiperconexões  
que transformam

Seminário Institucional de Extensão  
Seminário de Integração em Pesquisa e Pós-Graduação



acta



# ACTA

**V -SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO EM PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – SIPPG**  
(28 de outubro de 2021)

ERECHIM  
2021

## REITORIA

**Reitor:** Arnaldo Nogaro

**Pró-Reitora de Ensino:** Edite Maria Sudbrack

**Pró-Reitora de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação:** Neusa Maria John Scheid

**Pró-Reitor de Administração:** Nestor Henrique de Cesaro

## DIREÇÕES DOS CAMPI E DAS EXTENSÕES

**Câmpus de Frederico Westphalen**

**Diretora Geral:** Silvia Regina Canan

**Diretora Acadêmica:** Elisabete Cerutti

**Diretor Administrativo:** Ezequiel Plinio Albarello

**Câmpus de Erechim**

**Diretor Geral:** Paulo Roberto Giollo

**Diretor Acadêmico:** Adilson Luis Stankiewicz

**Diretor Administrativo:** Paulo José Sponchiado

**Câmpus de Santo Ângelo**

**Diretor Geral:** Gilberto Pacheco

**Diretor Acadêmico:** Marcelo Paulo Stracke

**Diretora Administrativa:** Berenice Rossner Wbatuba

**Câmpus de Santiago**

**Diretora Geral:** Michele Noal Beltrão

**Diretor Acadêmico:** Claiton Ruviano

**Diretora Administrativa:** Rita De Cassia Finamor Nicola

**Câmpus de São Luiz Gonzaga**

**Diretora Geral:** Dinara Bortoli Tomasi

**Diretora Acadêmica:** Renata Barth Machado

**Câmpus de Cerro Largo**

**Diretor Geral:** Renzo Thomas

**XXV -SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO EM PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – SIPPG**  
(CIÊNCIA 5.0 – Hiperconexões que transformam)

**O conteúdo dos textos é de responsabilidade exclusiva dos(as) autores(as).  
Permitida a reprodução, desde que citada a fonte**

Organização: Amito José Teixeira, Claodomir Antonio Martinazzo, Elisabete Maria Zanin, Marcelo Luis Mignoni, Sônia Beatris Balvedi Zakrzewski  
Editoração/Diagramação: EdiFAPES  
Revisão: Autores  
Capa: (Assessoria de Marketing, Comunicação e Eventos /URI Erechim)

A188 Acta do XXV Seminário de Integração em Pesquisa e Pós-Graduação SIPPG  
[recurso eletrônico] / organização  
Amito José Teixeira ...[et al.]. – Erechim, RS: EdiFAPES, 2021.  
1 recurso online.  
ISBN 978-65-88528-13-6  
Modo de acesso: <<http://www.uricer.edu.br/edifapes>>

Evento realizado na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões –  
Câmpus de Erechim.

1. Iniciação científica 2. Pesquisa científica I. Teixeira, José Amito  
C.D.U.: 001.891(063)

Catálogo na fonte: bibliotecária Sandra Milbrath CRB 10/1278



**edifapes**

Livraria e Editora  
Av. 7 de Setembro, 1621  
99.709-910 – Erechim-RS  
Fone: (54) 3520-9000  
[www.uricer.edu.br](http://www.uricer.edu.br)



## PROGRAMAÇÃO DO EVENTO

**Data: 28 de outubro de 2021**

### Abertura Oficial

Local: *YouTube* da URI Erechim

Início: 08h30min

Término: 08h50min

### Momento Cultural

Local: *YouTube* da URI Erechim

Início: 08h50min

Término: 09h

### Palestra de Abertura: Ciência e Sociedade: uma inter-relação complexa

Local: *YouTube* da URI Erechim

Palestrante: Profa. Dra. Carolina Brito

Início: 09h

Término: 10h15min

### Apresentações Orais

Local: via *Google Meet*

Início: 10h30min

Término: 12h

### Apresentações Orais

Local: via *Google Meet*

Início: 13h30min

Término: 16h15min

### Roda de Conversa: Extensão Universitária - Interação Dialógica entre a Universidade e a Comunidade

Local: Sala do *Google Meet*

Início: 13h30min

Término: 15h30min

### Entrega de Prêmios e Destaques em Iniciação Científica e em Extensão

Local: *YouTube* da URI Erechim

Início: 16h30min

Término: 16h45min

### Solenidade de Encerramento

Local: *YouTube* da URI Erechim

Início: 16h45min

Término: 17h

## PREFÁCIO

A humanidade vive atualmente momentos singulares, nos quais a produção e a divulgação de informações e conhecimentos ocorre num volume cada vez maior e numa velocidade cada vez mais acelerada. Isso, tem a ver com a Ciência e a Tecnologia a ela associada e, às universidades, embora não sejam exclusivas, são o grande *locus* onde esse conhecimento é gerado. Nesse contexto, a Ciência merece ser valorizada, subsidiada e incentivada e nunca negada, relegada a segundo plano ou desvalorizada. A Ciência não é importante porque é útil, mas é útil porque é importante (Martins, 2020).

Acreditamos que uma Nação só poderá atingir um nível de desenvolvimento econômico e social que a coloque em posição de destaque, se tiver muitos investimentos, nomeadamente em educação humanística, científica, tecnológica e inovadora de excelência. Soma-se a isso, a necessidade da participação ativa e crítica dos cidadãos, para que se tenha uma sociedade democrática e não excludente. Depreende-se disso que a sociedade precisa acreditar na Ciência e, por ela, lutar!

A URI iniciou suas atividades como instituição produtora de conhecimentos, atendendo à tríade do ensino, da pesquisa e da extensão, na fase do percurso histórico da humanidade caracterizado como Sociedade da Informação. Nesse período 4.0, com a aparição dos computadores, o mundo ficou digital e, com isso passou a ser possível processar uma grande quantidade de dados e de nos comunicar em tempo real com pessoas de qualquer parte do planeta.

Prestes a celebrar 30 anos como universidade, vê-se inserida numa nova era, denominada de 5.0, ou sociedade superinteligente. É a Era que se caracteriza pela evolução da anterior (4.0) na qual os computadores e a hiperconexão resultam em um modo de vida mais inteligente, eficiente e sustentável. Essa Era tem três valores principais que a fundamentam: a qualidade de vida, a construção de um mundo menos excludente e a sustentabilidade socioambiental.

Diante disso, como universidade comunitária, a URI tem presente a sua responsabilidade social, expressa em sua missão, ao orientar que devemos formar nossos estudantes como pessoas, como profissionais com competência técnica para o exercício laboral e, em terceiro lugar, porém não menos importante, para exercer com plenitude a sua cidadania, ocupando seu lugar neste contexto de mundo e contribuindo para sua transformação.

Depreende-se disso que uma das formas da URI cumprir com seu papel de produção e disseminação do conhecimento científico para a comunidade de sua abrangência, é por meio da realização deste importante evento integrado, cujo tema é “Ciência 5.0: hiperconexões que transformam”. Dentre esses, destacamos o XXV Seminário de Integração em Pesquisa e Pós-Graduação, sob a responsabilidade de organização do Câmpus de Erechim, cuja memória ficará registrada nas Actas que ora prefaciamos.



Cientes da complexidade crescente dos contextos para o desenvolvimento da pesquisa e, paradoxalmente, de diminuição do financiamento para a sua produção, registramos nossos agradecimentos ao CNPq, à CAPES, à FAPERGS e à FuRI pelo incentivo e aporte financeiro para a realização deste seminário integrado.

Sigamos confiantes na importância da divulgação do conhecimento produzido e que, pelas hiperconexões que se estabelecerão, a URI possa contribuir para a transformação social necessária para um mundo melhor, que é possível!

Erechim, outubro de 2021.

Profa. Dra. Neusa Maria John Scheid  
Pró-Reitora de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação da URI

## SUMÁRIO

<b>INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE SECAGEM E ADIÇÃO DE MALTODEXTRINA EM HIDROLISADO DE CMS DE FRANGO NA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE .....</b>	<b>15</b>
Ana Luiza Lira; Enzo Cunha Nicoletti; Ilizandra Aparecida Fernandes; Rosicler Colet; Jamile Zeni; Juliana Steffens .....	15
<b>AVALIAÇÃO DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA DE CALABRESA FATIADA INTERFOLHADA COM FILMES ATIVOS DE FÉCULA DE MANDIOCA COM EXTRATO DE CHÁ VERDE .....</b>	<b>20</b>
Daniele Hamann; Marina Zick; Bruna Maria Saorin Puton; Rosicler Colet; Geciane Toniazzo Backes; Rogério Luis Cansian.....	20
<b>SELEÇÃO DE FORMULAÇÕES PARA DESENVOLVIMENTO DE FILMES ATIVOS DE INTERFOLHAMENTO PARA PRODUTOS ALIMENTÍCIOS.....</b>	<b>29</b>
Daniele Hamann; Thais Comin; Laís Thomazoni; Bruna Maria Saorin Puton; Geciane Toniazzo Backes; Rogério Luis Cansian.....	29
<b>AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA PRESENÇA DE GRUPOS ALDEÍDO E CARBONILA NA ESTRUTURA DE SUPORTE DE POLIURETANO (EPU).....</b>	<b>38</b>
Carolina E. Demaman Oro; Tiago dos Santos Gonçalves; Andressa Franco Denti; Gabriela Mesquita Briel; Alexander Junges; Rogério Marcos Dallago.....	38
<b>ESTUDO DA ESTABILIDADE OPERACIONAL DE PECTINASE COMERCIAL IMOBILIZADA EM SUPORTE DE PARAFINA FUNCIONALIZADA .....</b>	<b>45</b>
Carolina E. Demaman Oro; Tiago dos Santos Gonçalves; Andressa Franco Denti; Bethina Pascuetti Tres; Marcelo Luis Mignoni; Rogério Marcos Dallago.....	45
<b>POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE ÁCIDO HIALURÔNICO POR <i>STREPTOCOCCUS ZOOEPIDEMICUS</i>.....</b>	<b>50</b>
Diane Rigo; Leonardo M. da Silva; Gabriela de S. Banaszkeski, Rosicler Colet; Rogério M. Dallago; Jamile Zeni.....	50
<b>AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA, ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E BACTERICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE ALECRIM, CANELA, CRAVO E MANJERICÃO.....</b>	<b>58</b>
Janier Sirena; Bruna Maria Saorin Puton; Felipe Zaniol; Jacir Dal Magro; Natália Paroul; Rogério Luis Cansian .....	58



<b>ESTUDO DE ESTABILIDADE DE NANOSSENSOR DE CANTILEVER DE ÓXIDO DE GRAFENO PARA DETECÇÃO DE CÁDMIO EM ÁGUA .....</b>	<b>69</b>
Sandra Cristina Ballen, Diego Maroso da Silva, Rafaela Vitória Utteich, Lucelia Hoehne, Juliana Steffens, Clarice Steffens.....	69
<b>SÍNTESE ENZIMÁTICA E CONFIRMAÇÃO DE OLEATO DE ASCORBILA.....</b>	<b>77</b>
Karine Angélica Dalla Costa, Amanda Santa Catarina, Rogério Luis Cansian, Rogério Marcos Dallago, Jamile Zeni, Natalia Paroul .....	77
<b>CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA E DE MORTALIDADE USANDO ÁCIDO LÁTICO E ÁCIDO CÍTRICO SOBRE <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i>.....</b>	<b>85</b>
Carina de Castro Gabriel Tomalok; Maria Eduarda Wlodarkiewicz; Bruna Maria Saorin Puton; Rosicler Colet; GecianeToniazco Backes; Rogério Luis Cansian.....	85
<b>TRATAMENTO DE PAPADA SUÍNA COM ÁCIDOS LÁTICO E CÍTRICO PARA CONTROLE DE <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i>.....</b>	<b>92</b>
Carina de Castro Gabriel Tomalok; Maria Eduarda Wlodarkiewicz; Bruna Maria Saorin Puton; Rosicler Colet; GecianeToniazco Backes; Rogério Luis Cansian.....	92
<b>CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FOLHAS DE <i>PERESKIA ACULEATA</i> MILL .....</b>	<b>100</b>
Ilizandra Aparecida Fernandes; Paloma Zanoello, Lucas Henrique Nascimento, Bruna Maria Saorin Puton <sup>1</sup> , Rosicler Colet, Rogério Luis Cansian.....	100
<b>ENCAPSULAMENTO POR <i>SPRAY DRYER</i> DE CAROTENOIDES PRODUZIDOS POR <i>Sporidiobolus salmonicolor</i> CBS 2636.....</b>	<b>105</b>
Rosicler Colet; Patrícia Griep; Jamile Zeni; Eunice Valduga .....	105
<b>AVALIAÇÃO DA CINÉTICA DE CRESCIMENTO DE <i>Escherichia coli</i> IN VITRO E EM CORTES DE FRANGO IN NATURA E TEMPERADO E VALIDAÇÃO DE SOFTWARE DE MICROBIOLOGIA PREDITIVA .....</b>	<b>112</b>
Rosicler Colet; Angélica Jacobi Danielli; Diane Rigo; Rogério Luis Cansian; Geciane Toniazco Backes .....	112
<b>EFEITO DO HERBICIDA 2,4-D SOBRE A ATIVIDADE DA CATALASE E PROXIDAÇÃO LIPÍDICA EM <i>Artemia salina</i> (LEACH, 1819) .....</b>	<b>120</b>
Alex Pinheiro Vizzotto, Monica Demarco, Hemili Alves, Albanin Aparecida Mielniczki-Pereira.....	120
<b>ORIGEM E EVOLUÇÃO DA VIDA NA TERRA- INTERNET É A PRINCIPAL FONTE DE INFORMAÇÃO PARA JOVENS DO ENSINO MÉDIO.....</b>	<b>126</b>
Andrieli Sadovski Majewski; Sônia Beatris Balvedi Zakrzewski.....	126

<b>MODELAGEM DE NICHOS POTENCIAL DOS GÊNEROS DE RATOS DE ESPINHO <i>PROECHIMYS</i> E <i>TRINOMYS</i> (RODENTIA: ECHIMYIDAE) .....</b>	<b>133</b>
Chaiane Teila laeger; Renan Maestri; Rodrigo Fornel.....	133
<b>VARIAÇÃO GEOGRÁFICA: INFLUÊNCIA NA MORFOLOGIA DO SINCRÂNIO DE ESPÉCIES DE <i>PROECHIMYS</i> (RODENTIA: ECHIMYIDAE) .....</b>	<b>143</b>
Chaiane Teila laeger, Renan Maestri, Rodrigo Fornel.....	143
<b>O SUBSTRATO E O TEMPO DE COLONIZAÇÃO INFLUENCIAM A DIVERSIDADE TAXONÔMICA E FUNCIONAL DE TRICHOPTERA EM RIACHOS? .....</b>	<b>155</b>
Mariana Nunes Menegat; Sílvia Vendruscolo Milesi; Rozane Maria Restello .....	155
<b>ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO-DA-ÍNDIA COMERCIAL .....</b>	<b>164</b>
Andressa Franco Denti; Bruna Maria Saorin Puton; Bethina Pascuetti Tres; Carolina Elisa Demaman Oro; Rogério Marcos Dallago; Juliana Steffens.....	164
<b>AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS ETANÓLICOS DE CAMOMILA (<i>Matricaria recutita</i>), CIDREIRA (<i>Cymbopogon citratus</i>) E LARANJEIRA (<i>CITRUS AURANTIUM</i>).....</b>	<b>169</b>
Andressa Franco Denti; Gabriela Mesquita Bruel; Julia Lisboa Bernardi; Rogério Marcos Dallago; Juliana Steffens .....	169
<b>EFEITO DO LÍQUIDO IÔNICO HIDROGENOSSULFATO DE TRIETILAMÔNIO [TEA][HSO<sub>4</sub>] NA DETERMINAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA DE CROMO MEDIANTE COMPLEXAÇÃO COM EDTA... ..</b>	<b>175</b>
Júlia Lisboa Bernardi, Natália Ambrósio, Bruna Maria Saorin Puton, Andressa Franco Denti, Rogério Marcos Dallago, Marcelo Luis Mignoni .....	175
<b>AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE TÉRMICA DE EXTRATO ENZIMÁTICO PECTINOLÍTICO EM ALGINATO COMERCIAL .....</b>	<b>184</b>
Julia Lisboa Bernardi; Andressa Franco Denti; Gabriela Mesquita Bruel; Carolina Elisa Demaman Oro; Bruna Maria Saorin Puton; Rogério Marcos Dallago .....	184
<b>A ESCOLA DA INFÂNCIA DO SÉCULO 21 E O CONHECIMENTO PODEROSO .....</b>	<b>190</b>
Adriane Graeff; Arnaldo Nogaro .....	190
<b>A CONSTRUÇÃO DA IDENTIDADE DOCENTE PARA A ATUAÇÃO NA EDUCAÇÃO INFANTIL .....</b>	<b>197</b>
Arcelita Koscheck; Jordana Wruck Timm .....	197
<b>A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E GAÚCHA QUE AMPAROU AS ESCOLAS PÚBLICAS NO CENÁRIO PANDÊMICO .....</b>	<b>201</b>
Daniela Jéssica Veroneze; Arnaldo Nogaro .....	201



<b>CONSTRUINDO PROJETOS DE VIDA: UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA NO ENSINO FUNDAMENTAL</b>	<b>209</b>
Dioneia Maria Samua Vieira; Susana Schwartz Basso; Luci dos Santos Bernardi .....	209
<b>OS SABERES E A IDENTIDADE DOCENTE NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO INFANTIL</b>	<b>214</b>
Cristiane Rodrigues Mendes .....	214
<b>PRÁTICAS EDUCATIVAS COM BEBÊS NA EDUCAÇÃO INFANTIL: NOTAS REFLEXIVAS</b>	<b>218</b>
Erone Hemann Lanes; Jordana Wruck Timm .....	218
<b>UM ESTUDO SOBRE AS POSSIBILIDADES DE AUTONOMIA DOCENTE FACE AO IDEB</b>	<b>225</b>
Estéfani Barbosa de Oliveira Medeiros; Edite Maria Sudbrack.....	225
<b>ESTUDO LITERÁRIO SOBRE PROCESSOS EDUCATIVOS CONTEMPORÂNEOS</b>	<b>231</b>
Fernando De Cristo; Silvia Regina Canan .....	231
<b>MATERIAL DIDÁTICO MULTIMODAL: CONCEITO, POSSIBILIDADES E DESAFIOS</b>	<b>239</b>
Katia Zardo; Luana Teixeira Porto .....	239
<b>EDUCAÇÃO EM TEMPOS DE PANDEMIA: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A CRISE PERMANENTE, A CRISE NA EDUCAÇÃO E O DESMONTE DA EDUCAÇÃO NACIONAL</b>	<b>245</b>
Lia Machado dos Santos; Luci Mary Duso Pacheco .....	245
<b>O VALOR DA EDUCAÇÃO CORPORATIVA E A CARÊNCIA DE UM OLHAR APRECIATIVO PARA O EDUCADOR CORPORATIVO</b>	<b>254</b>
Wislan Lima Marques; Luci Mary Duso Pacheco.....	254
<b>REDES ESTRATÉGICAS EMPRESARIALES LOCALES PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL: APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE REDES SOCIALES</b>	<b>263</b>
Florencia Marturet; Marina Guarrochena de Arjol .....	263
<b>NANOFILTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DA CASCA DE JABUTICABA (<i>MYRCIARIA CAULIFLORA</i> (VELL.) O. BERG) SABARÁ</b>	<b>273</b>
Bruna Seguenka; Natália Ambrósio; Eunice Valduga; Juliana Steffens.....	273
<b>VALIDAÇÃO DE MODELO MATEMÁTICO DO CRESCIMENTO DA <i>SALMONELLA CHOLERAESUIS</i> EM FUNÇÃO DO pH E TEMPERATURA</b>	<b>281</b>
Marcieli Peruzzolo; Angélica Jacobi Danielli; Bruno Fischer, Geciane Toniazzo Backes; Rogério Luis Cansian; Marco Antônio S. F. de Souza .....	281

<b>CINÉTICA DO CRESCIMENTO DA <i>SALMONELLA CHOLERAESUIS</i> EM VARIAÇÃO DE PH E TEMPERATURA</b> .....	<b>288</b>
Giovana Cristina Ceni; Marcieli Peruzzolo; Angélica Jacobi Danielli; Marco Antônio S. F. de Souza; Geciane Toniazzo Backes; Rogério Luis Cansian .....	288
<b>TESTE <i>IN VITRO</i> DA VIABILIDADE GASTROINTESTINAL DO PROBIOTICO <i>LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS</i> (LA 02) LIOFILIZADO .....</b>	<b>293</b>
Giovana Cristina Ceni; Marcieli Peruzzollo; Caroline Cheis Polina; Maritiele Naissinger da Silva; Eunice Valduga; Geciane Toniazzo Backes .....	293
<b>ANALFABETISMO DIGITAL E LETRAMENTO DIGITAL E O ENSINO NO BRASIL .....</b>	<b>299</b>
Cassiano Assunção; Carlise Diell .....	299
<b>O USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA GARANTIR O LETRAMENTO EM PERÍODO PANDÊMICO</b> .....	<b>305</b>
Simone Soares Rissato Alves; Jordana Wruck Timm.....	305

# TRABALHOS

PÓS-GRADUAÇÃO:

*LATO SENSU E STRICTO SENSU*



## **Ciências Agrárias**

## INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE SECAGEM E ADIÇÃO DE MALTODEXTRINA EM HIDROLISADO DE CMS DE FRANGO NA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Ana Luiza Lira<sup>1</sup>; Enzo Cunha Nicoletti<sup>2</sup>; Ilizandra Aparecida Fernandes<sup>3</sup>; Rosicler Colet<sup>4</sup>; Jamile Zeni<sup>5</sup>; Juliana Steffens<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Mestranda no curso de Engenharia de Alimentos - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI Erechim), analuizalira8@gmail.com.

<sup>2</sup> Graduando no curso de Medicina Veterinária – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI Erechim).

<sup>3</sup> Pós Doutoranda na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI Erechim).

<sup>4</sup> Técnica de laboratório na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI Erechim).

<sup>5</sup> Docente na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI Erechim).

<sup>6</sup> Docente na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI Erechim).

**RESUMO:** O Brasil vem ganhando destaque como o terceiro maior produtor de carne de frango a nível mundial, e nesse cenário observa-se a preferência por determinados cortes da carne e a necessidade em reaproveitar outros. Um dos subprodutos que pode ser obtido é a carne mecanicamente separada (CMS), a qual serve de fonte proteica para produção de hidrolisados. A enzima Alcalase® é muito eficiente na hidrólise enzimática, porém esse processo precisa ser realizado em condições adequadas para garantir a qualidade do produto final. Para poder aplicar os peptídeos desses hidrolisados, geralmente é necessário convertê-lo em pó e os processos de secagem por pulverização são os mais indicados, como por exemplo o *spray dryer*. O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da temperatura de secagem e adição de maltodextrina em hidrolisado de CMS de frango na atividade antioxidante. Além de avaliar a cor e atividade de água do pó obtido. Constatou-se, de um modo geral, melhores resultados de IC<sub>50</sub> do hidrolisado desidratado a 160 °C. No que se refere a atividade de água e cor a temperatura de 160 °C também se sobressaiu após comparar as mesmas concentrações em diferentes temperaturas.

**Palavras-chave:** DPPH. Alcalase. Maltodextrina.

### INTRODUÇÃO

Um dos setores que mais se destaca no Brasil nos últimos anos é a produção de frangos de corte, possibilitando que o país ganhe destaque no cenário mundial, onde já se apresentou como maior exportador e terceiro maior produtor de carne de frango. Essa produção está presente em diversos estados brasileiros, mas é na região Sul que encontram-se em maior concentração (TREMEA e SILVA, 2020).

Dentro desse contexto observou-se a preferência por determinados cortes da carne de frango, gerando uma necessidade em encontrar meios para o aproveitamento de dorsos, pescoços e ossos resultantes da desossa. Então surgiu a carne mecanicamente separada de aves (CMS), atualmente muito utilizada na produção de salsichas e mortadelas (OLIVEIRA et al., 2014).

A CMS pode ser vista como a carne residual dos ossos que passa por separação manual ou mecânica, assim é possível aproveitar a maior parte da carne evitando desperdícios e gerando lucros (TASIĆ et al., 2017). Sendo assim, ela também pode servir de fonte proteica para obtenção de hidrolisados, os quais são de grande interesse industrial e podem ser utilizados dentro de diversas áreas e formulações, sendo a hidrólise enzimática um dos métodos mais vantajosos para essa finalidade (OLIVEIRA et al., 2014).

A hidrólise enzimática é uma reação realizada sob condições controladas que além de garantir a qualidade dos hidrolisados, consegue modificar e melhorar as características funcionais das proteínas devido a formação de aminoácidos livres e de um perfil peptídico, os quais possuem algumas propriedades importantes como capacidade antioxidante e antimicrobiana (SCHMIDT et al., 2020).

Várias enzimas podem ser usadas no processamento de alimentos, entre elas, as proteases têm se tornado cada vez mais interessantes por suas propriedades específicas, demonstrando alto rendimento produtivo, especificidade e alta atividade em meio a substratos (BINOD et al., 2019). Um exemplo dessas proteases é a enzima Alcalase, que tem mostrado um amplo campo de aplicação para produção e modificação de alimentos (TACIAS-PASCACIO et al., 2020). A enzima Alcalase® é muito eficiente para transformar esses hidrolisados, ela é produzida pela fermentação do microrganismo *Bacillus licheniformis*, sendo utilizada em temperatura alta e alcalinidade moderada (SCHMIDT et al., 2020).

Porém, para poder utilizar esses hidrolisados em outras aplicações, geralmente é necessário convertê-los em pó e os processos de secagem por pulverização são os mais indicados. Nessa etapa deve-se levar em consideração o efeito da secagem sobre as propriedades funcionais, a temperatura de entrada e saída, o estado das partículas, o teor de umidade, validade e controle de odor/sabor (WANG e SELOMULYA, 2019). Para um núcleo solúvel em água, ele pode ser dissolvido na solução com um material de parede, que se for apropriado torna-se uma etapa fundamental para o encapsulamento na secagem (FANG; BHANDARI, 2012).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da temperatura de secagem e adição de maltodextrina em hidrolisado de CMS de frango na atividade antioxidante. Além de avaliar a cor e a atividade de água do pó obtido.

## METODOLOGIA

O processo de hidrólise enzimática foi realizado de acordo com metodologia descrita por Sbeghem et al. (2020). A partir dos hidrolisados foi preparado 3 amostras, sendo elas: 200mL de hidrolisado bruto puro (SM), 200mL de hidrolisado bruto puro mais 2,5% de maltodextrina (C/M 2,5%) e 200mL de hidrolisado bruto puro mais 5% de maltodextrina (C/M 5%). As amostras puras foram conduzidas diretamente ao processo de secagem, enquanto que as amostras com maltodextrina foram submetidas a agitação por 30min em agitador digital (IKA RW 20 digital) até ficarem homogêneas e então serem conduzidas aos processos de secagem. Estas amostras foram submetidas à temperaturas de secagem (Spray Dryer LabPlant (SD-05) de 120 °C e 160 °C e fluxo de ar em torno de 73m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>.

Para secagem com temperatura de 120°C manteve-se vazão de 12 m<sup>3</sup>/h, com temperatura de saída de 53°C para amostra pura, 55°C para amostra com 2,5% de maltodextrina e 58°C para amostra com 5% de carreador.

Na temperatura de entrada de 160°C foi possível manter a vazão em 14 m<sup>3</sup>/h, ficando a temperatura de saída em 74°C para amostra pura, 77°C e 79°C para as amostras com 2,5% e 5% de maltodextrina, respectivamente. As mostras desidratadas foram avaliadas em relação a: cor, atividade de água, rendimento e atividade antioxidante.



Para determinar a cor das amostras foi utilizado um colorímetro Minolta (CR410) (MIOTTI, 2016). A leitura de atividade de água foi realizada em equipamento Novasina, LabTouch-aw. A análise da atividade antioxidante foi realizada através do método de sequestro do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil). Para realização dessa análise seguiu-se o proposto por Silva et al. (2018) com adaptações. A atividade de captura de radicais pelas amostras é expressa como percentual de inibição de DPPH e calculada através da Equação (1):

$$AA\% = 100 - \left[ \frac{(\text{Abs. amostra} - \text{Abs. branco}) \times 100}{\text{Abs. controle}} \right] \quad (1)$$

Após a avaliação da faixa de concentração ideal, calculou-se a concentração de amostra necessária para capturar 50% do radical livre DPPH (IC<sub>50</sub>) por análise de regressão linear.

Todas as análises foram realizadas em triplicata e tratadas segundo a média, desvio padrão e teste de Tukey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados para atividade de água ( $a_w$ ), parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) e atividade antioxidante (IC<sub>50</sub>) dos hidrolisados de CMS de frango a diferentes temperaturas de secagem e concentração de maltodextrina. Onde observa-se que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes concentrações de maltodextrina para todos os parâmetros avaliados para ambas as temperaturas.

**Tabela 1:** Atividade de água ( $a_w$ ), parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) e atividade antioxidante (IC<sub>50</sub>) dos hidrolisados de CMS de frango a diferentes temperaturas de secagem e concentração de maltodextrina

Amostra	$A_w$	Cor			IC <sub>50</sub>
		$L^*$	$a^*$	$b^*$	
<b>Secagem em 120 °C</b>					
SM	0,220 ± 0,001 <sup>a</sup>	50,85 ± 1,230 <sup>b</sup>	3,47 ± 0,050 <sup>a</sup>	5,41 ± 0,123 <sup>a</sup>	3,07 ± 0,002 <sup>c</sup>
C/M 2,5 %	0,214 ± 0,002 <sup>b</sup>	52,60 ± 1,083 <sup>b</sup>	3,15 ± 0,045 <sup>b</sup>	5,11 ± 0,216 <sup>ab</sup>	5,44 ± 0,006 <sup>a</sup>
C/M 5%	0,218 ± 0,001 <sup>a</sup>	54,82 ± 1,100 <sup>a</sup>	2,80 ± 0,060 <sup>c</sup>	5,03 ± 0,010 <sup>b</sup>	4,53 ± 0,003 <sup>b</sup>
<b>Secagem em 160 °C</b>					
SM	0,192 ± 0,002 <sup>a</sup>	52,80 ± 1,481 <sup>c</sup>	3,58 ± 0,060 <sup>a</sup>	5,46 ± 0,240 <sup>a</sup>	2,14 ± 0,002 <sup>c</sup>
C/M 2,5 %	0,137 ± 0,001 <sup>b</sup>	54,91 ± 1,000 <sup>b</sup>	2,60 ± 0,040 <sup>b</sup>	5,07 ± 0,334 <sup>a</sup>	2,28 ± 0,004 <sup>b</sup>
C/M 5%	0,140 ± 0,002 <sup>b</sup>	56,43 ± 0,143 <sup>a</sup>	2,00 ± 0,075 <sup>c</sup>	4,64 ± 0,005 <sup>b</sup>	2,69 ± 0,005 <sup>a</sup>

Média ± desvio padrão seguido de letras minúsculas na mesma coluna diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ ).

SM: hidrolisado puro; CM 2,5%: hidrolisado com adição de 2,5% de maltodextrina; CM 5%: hidrolisado com adição de 5% de maltodextrina.

Através dos parâmetros avaliados, a maior diferença observada foi em relação a atividade de água, onde dentro da mesma temperatura mas em diferentes concentrações os resultados ficaram bem equivalentes, mas comparando as mesmas concentrações em diferentes temperaturas as amostras desidratadas a 120 °C mostraram resultados mais elevados. Wang e Selomulya (2019) citam que temperaturas mais altas na secagem por pulverização trazem algumas vantagens, como menor umidade do pó e densidade aparente, já uma temperatura de entrada mais baixa pode promover maior recuperação do produto no uso de peptídeos. Além do mais, tanto a maltodextrina como a goma arábica

são mencionadas no uso como carreadoras, a fim de melhorar o desempenho dos peptídeos na secagem.

Zambrano et al. (2019) citam que a atividade de água é uma medida que diz respeito a disponibilidade de água para reações biológicas em um alimento e que embora a atividade de água esteja relacionada ao teor de umidade, esta relação é bem complexa pois depende do tipo de alimento que está sendo analisado, mas a atividade de água é considerada um fator mais crítico para o crescimento microbiano. Os autores citam que para evitar o crescimento microbiano, o ideal é que a umidade se mantenha abaixo de 10% e a atividade de água não ultrapasse valores de 0,650. Portanto, os resultados de  $a_w$  obtidos no presente trabalho, para ambas as temperaturas de secagem, indicam que os hidrolisados em pó são pouco propensos ao crescimento microbiano.

Referente aos parâmetros de leitura de cor foi observado que em diferentes concentrações mas dentro da mesma temperatura os valores ficaram muito próximos e que as amostras com 5% de maltodextrina se mostraram mais claras que as demais, em ambas temperaturas. Entretanto, traçando uma linha de comparação entre as amostras de mesma concentração mas em diferentes temperaturas pode-se dizer que, de um modo geral, os produtos obtidos da desidratação a 160 °C são mais claros e menos avermelhados. Em todas as leituras foi apontado uma cor amarelada, constatada pelo valor de  $b^*$ .

Miotti et al. (2016) citam que parâmetro  $L^*$  refere-se a luminosidade, o brilho, denotado pelas cores preto e branco ( $L^* = 0$  e  $L^* = 100$ , respectivamente). As dimensões  $a^*$  e  $b^*$  são os canais de cores, consideradas coordenadas cromáticas, onde os valores positivos de  $a^*$  representam a cor vermelha e de  $b^*$  o amarelo e os valores negativos de  $a^*$  o verde e de  $b^*$  a cor azul. A partir dos resultados obtidos (Tabela 1) observa-se que as amostras com 5% de maltodextrina se mostraram mais claras. Sendo que, de um modo geral, os pós obtidos a partir da desidratação a 160 °C são mais claros e menos avermelhados.

Quanto ao valor de  $IC_{50}$ , os melhores resultados foram obtidos quando o hidrolisado foi desidratado a 160 °C sem a presença de maltodextrina. Wang e Selomulya (2019) citam que a alta temperatura do ar de entrada (170-200 °C) promove maior atividade antioxidante do pó de hidrolisado de carne de frango, ao contrário de temperaturas mais baixas (120-160 °C). Tais achados corroboram com os resultados do presente estudo. James et al. (2018) diz que quanto maior a vazão, mais alta será a temperatura de saída, pois ocorre maior fornecimento de energia para o sistema, e isso também pode influenciar a não preservação do núcleo da amostra.

## CONCLUSÕES

O processo de secagem em *spray dryer* do hidrolisado de CMS de frango com uso maltodextrina como carreador apresentou melhores resultados principalmente de atividade da água e  $IC_{50}$  em temperatura de secagem de 160 °C, demonstrando promover maior estabilidade sobre os peptídeos da amostra.

## REFERÊNCIAS

BINOD, P.; PAPAMICHAEL, E.; VARJANI, S.; SINDHU, R. - **Introduction to Green Bioprocesses: Industrial Enzymes for Food Applications**. Springer Nature Singapore Pte Ltd. cap. 1, 2019.

FANG, Z.; BHANDARI, B. - **Encapsulation technologies and delivery systems for food ingredients and nutraceuticals**: Spray drying, freeze drying and related processes for food ingredient and nutraceutical encapsulation (ed). Woodhead Publishing, cap. 4, p. 73-109, 2012.

JAMES, N.K.S.; CASTRO, L.P.S.; SOUZA, T.R.; NOGUEIRA R. I.; FREITAS S. P. - Características morfológicas de microcápsulas obtidas por spray dryer: efeito da temperatura e da vazão do ar. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/334233403\\_CHARACTERISTICAS\\_MORFOLOGICAS\\_DE\\_MICROCAPSULAS\\_OBTIDAS\\_POR\\_SPRAY\\_DRYER\\_EFEITO\\_DA\\_TEMPERATURA\\_E\\_DA\\_VAZAO\\_DO\\_AR](https://www.researchgate.net/publication/334233403_CHARACTERISTICAS_MORFOLOGICAS_DE_MICROCAPSULAS_OBTIDAS_POR_SPRAY_DRYER_EFEITO_DA_TEMPERATURA_E_DA_VAZAO_DO_AR). Acesso em: 20 ago. 2021.

MIOTTI, L. L.; SANTOS, I. S.; NICOLOSO, G. F.; POZZOBON, R. T.; SUSIN, A. H.; DURAND, L. B. - The Use of Resin Composite Layering Technique to Mask Discolored Background: A CIELAB/ CIEDE2000 Analysis. **Operative Dentistry**, v. 41, n. 6, 2016.

OLIVEIRA, M. S. R.; FRANZEN, F. L.; TERRA, N. N. - Utilização da carne mecanicamente separada de frango para a produção de hidrolisados proteicos a partir de diferentes enzimas proteolíticas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 291-302, 2014.

SBEGHEN, A. L.; FERNANDES, I. A.; STEFFENS, C.; VALDUGA, E.; BRIÃO, V. B.; ZENI, J.; STEFFENS, J. - Optimization of enzymatic hydrolysis process of mechanically separated chicken meat. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 67026-67037, 2020.

SCHMIDT, M. M.; FONTOURA, A. M.; VIDAL, A. R.; DORNELLES, R. C. P.; KUBOTA, E. H.; MELLO, R. O.; CANSIAN, R. L.; DEMIATE, I. M.; OLIVEIRA, C. S. - Characterization of hydrolysates of collagen from mechanically separated chicken meat residue. **Food Science and Technology**, v. 40 n. 1, 2020.

TACIAS-PASCACIO, V. G.; MORELLON-STERLING, R.; SIAR, E. H.; TAVANO, O.; BERENQUER-MURCIA, Á; FERNANDEZ-LAFUENTE, R. - Use of Alcalase in the production of bioactive peptides: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, Elsevier, 2020.

TASIĆ A.; KURELJUSIĆ, J.; NESIĆ. K.; ROKVIĆ, N.; VIĆENTIJEVIĆ, M.; RADOVIĆ, M.; PISINOV, B. - Determination of calcium content in mechanically separated meat. **IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science**, v. 85, 2017.

TREMEA, F. T.; SILVA, A. C. - O setor avícola no Brasil e sua distribuição regional. **Economia & Região**, Londrina (Pr), v.8, n.1, p.183-200, jan./jun., 2020.

WANG, Y.; SELOMULYA, C. - Spray drying strategy for encapsulation of bioactive peptides powders for food applications. **The Society of Powder Technology**, v. 31, p. 409-415, 2019.

ZAMBRANO, M. V.; DUTTA, B.; MERCER, D. G.; MACLEAN, H. L.; TOUCHIE, M. F. - Assessment of moisture content measurement methods of dried food products in small-scale operations in developing countries: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 88, p. 484-496, 2019.



## AVALIAÇÃO DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA DE CALABRESA FATIADA INTERFOLHADA COM FILMES ATIVOS DE FÉCULA DE MANDIOCA COM EXTRATO DE CHÁ VERDE

Daniele Hamann<sup>1</sup>; Marina Zick<sup>2</sup>; Bruna Maria Saorin Puton<sup>1</sup>; Rosicler Colet<sup>1</sup>; Geciane Toniazco Backes<sup>1</sup>; Rogério Luis Cansian<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, URI Erechim

<sup>2</sup> Graduação em Medicina Veterinária, URI Erechim

**RESUMO:** A incorporação de agentes ativos em embalagens e filmes pode prolongar o prazo de validade alimentos. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi elaborar filmes à base de fécula de mandioca incorporados com extrato de chá verde e investigar a inibição da degradação oxidativa de produtos cárneos cozidos. Os filmes ativos de fécula de mandioca foram aplicados no interfolhamento de calabresa cozida fatiada e a ação antioxidante dos filmes ativos com 1% (m/v) de extrato de chá verde foi avaliada pela análise do índice de peróxidos, pH, acidez e TBARs, em comparação aos produtos sem filme e com filme sem extrato de chá verde. A estrutura dos filmes foi avaliada por microscopia eletrônica de varredura (MEV). O filme contendo extrato de chá verde apresentou menores valores de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) até o décimo quinto dia de armazenamento, mostrando potencial antioxidante contra a oxidação lipídica. A adição do extrato não alterou a morfologia dos filmes, a qual apresentou-se compacta, homogênea e sem separação aparente de fases. Os filmes ativos a base de fécula de mandioca apresentam potencial para produção de embalagens ativas biodegradáveis, visando prolongar a qualidade nutricional e sensorial de produtos cárneos.

**Palavras-chave:** *Camellia sinensis*. TBARS. MEV.

### INTRODUÇÃO

A preservação de carnes e seus derivados deve ser objetivada a fim de minimizar a degradação da qualidade desses alimentos. Dessa forma, além das condições adequadas de fabricação e armazenamento dos produtos cárneos, a embalagem final também exerce efeito na qualidade e no tempo de vida útil do produto.

As embalagens de alimentos devem atender alguns requisitos, como contenção, proteção, preservação, repartição, unitização, conveniência e comunicação. Entretanto, devido às preocupações com a saúde dos consumidores, que buscam produtos mais naturais e problemas ambientais, com a quantidade de resíduo plástico gerado, as pesquisas voltam a atenção para a elaboração de filmes e revestimentos obtidos de materiais alimentícios e biodegradáveis, que podem melhorar a qualidade dos alimentos, dependendo do filme e/ou da composição do revestimento (UMARAW et al., 2020).

Os filmes biodegradáveis e comestíveis podem conter ainda a presença de compostos ativos naturais, com ação antioxidantes e antimicrobiana, sendo não somente uma alternativa à embalagens não biodegradáveis, mas também ao uso de antioxidantes sintéticos. Os polímeros biodegradáveis podem ser obtidos de matrizes proteicas ou polissacarídeos, como amido, quitosana, gelatina, pectina, alginato, ágar, proteína do leite e da soja.

O amido é relacionado como uma matéria-prima sustentável e promissora para a obtenção de filmes comestíveis e biodegradáveis, devido ao seu baixo custo, abundância e comportamento termoplástico, com boas propriedades físicas, mecânicas e de barreira. Além disso, pode ser obtido de diversas plantas, como milho, trigo, mandioca, arroz, batata, inhame, entre outros (HAMANN et al., 2021).

Sendo assim, o amido pode ser uma matriz promissora para o desenvolvimento de filmes biodegradáveis, que podem ser utilizados sem nenhum tratamento antes do processamento, com ou sem adição de plastificantes e facilmente obtidos pela técnica de fundição, além de atuar como carreadores de compostos ativos (ASSIS et al., 2017).

O extrato aquoso de chá verde (*Camellia sinensis*) foi escolhido como composto ativo do filme por ser utilizado em formulações de produtos cárneos, principalmente devido ao seu elevado teor de polifenóis, como a catequina, poderoso agente antioxidante. Dessa forma, os polifenóis presentes no extrato de chá verde, quando incorporados em uma matriz de amido (fécula), melhoram significativamente o potencial antioxidante dos filmes biodegradáveis.

Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi elaborar filmes à base de fécula de mandioca incorporado com extrato de chá verde e investigar a eficácia da atividade antioxidante desse filme contra a degradação oxidativa de produtos cárneos cozidos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Obtenção de filmes de interfolhamento

Os filmes de fécula de mandioca foram obtidos a partir de uma solução contendo 3,5% de fécula de mandioca (m/v) e 35% de glicerol (m/m) (Proton Química®) como agente plastificante, suspensos em água destilada. Os componentes foram misturados e aquecidos gradualmente sob agitação em banho-maria (Unique, USC-1800A), até atingir 70 °C (temperatura de gelatinização), sendo a mesma mantida por 10 minutos. Em seguida, as soluções filmogênicas (SF) foram resfriadas até 35 °C e adicionou-se o extrato de chá verde comercial (Duas Rodas®) nas proporções 1,0% (m/v de solução filmogênica), correspondendo a 17,5% (m/m) de filme. Elaborou-se também uma SF controle, sem adição de extrato.

As SF foram vertidas em panela de teflon de 15 cm de diâmetro previamente higienizadas com álcool 70%, visando a formação de filmes com espessura homogênea, sendo posteriormente submetidas à secagem em estufa com circulação de ar (Marconi, MA 037) à 40 °C por 24 h. Após a secagem os filmes ativos foram retirados das placas e armazenados em recipientes devidamente fechados à temperatura de 4 °C até a aplicação no produto.

### Caracterização da estrutura dos filmes

Os filmes foram analisados em relação a sua estrutura, por microscopia eletrônica de varredura (MEV), utilizando um microscópio (Zeiss, EVO LS25). Para o recobrimento da superfície das amostras com ouro foi utilizado um metalizador (Quorum, SC 7620). As micrografias foram obtidas na tensão de 30 KV.

### Aplicação no produto

Os filmes ativos a base de fécula de mandioca e glicerol foram aplicados no interfolhamento de calabresa fatiada, sendo os produtos posteriormente embalados com filme de PVC (policloreto de vinila) 15  $\mu\text{m}$ , e armazenados em recipientes fechados à 4° C para acompanhamento da vida útil através da oxidação de gorduras.

Os produtos interfolhados com filmes ativos foram avaliados durante sua vida de prateleira com relação a quatro aspectos principais: pH, acidez, oxidação lipídica e análise microbiológica. As amostras de calabresa fatiadas interfolhadas com os filmes ativos foram armazenadas sob refrigeração por 60 dias, sendo retiradas amostras, destrutivas, periodicamente para realização das análises. Todas as análises foram realizadas em triplicata. Para fins comparativos foi mantido um tratamento padrão, o qual não foi interfolhado, e outra amostra interfolhada com filme sem adição de chá verde, sendo submetido às mesmas análises dos demais tratamentos.

### Avaliação do produto cárneo cozido

**Oxidação lipídica – TBARS:** Para avaliar a extensão da oxidação lipídica ocorrida nos produtos embalados com e sem o filme ativo, foi utilizado o teste das substâncias reativas ao ácido 2 tiobarbitúrico (TBA), de acordo com metodologia descrita por Papastergiadis et al. (2012), no que se refere à adição de sulfanilamida para as amostras que contém nitrito, com algumas adaptações. Foram adicionados 0,5 mL de butil-hidroxi-tolueno (BHT) (Synth) 0,5 % em um tubo contendo 5 g de amostra triturada. Em seguida, 2 mL de solução de sulfanilamida 0,5% (Dinâmica), deixando em repouso por 10 min. Posteriormente, 18 mL de ácido tricloroacético (TCA) 5% (Synth), homogeneizando-se. Em uma alíquota de 2 mL do filtrado, foram adicionados 2 mL de ácido tiobrabiturico TBA 0,08 M (J.T. Baker), sendo a reação conduzida em banho-maria (40 °C) por 1 h e 30 min. Posteriormente, realizou-se leitura em espectrofotômetro a 531 nm (Logem, LS-7052-BIV). A quantificação foi realizada frente a uma curva padrão de solução de 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP) (Sigma-Aldrich) nas concentrações de  $1 \times 10^{-8}$  a  $1 \cdot 10^{-7}$  mol/mL. O resultado foi expresso em mg de malonaldeído por kg de amostra.

**Índice de peróxido:** O índice de peróxido foi determinado segundo metodologia descrita pelo ITAL (2005), com adaptações. Pesou-se 5 g da amostra adicionando-se 30 mL de uma solução de ácido acético (Vetec) em clorofórmio (Química Moderna) e agitado, adicionando-se 0,5 mL de uma solução saturada de iodeto de potássio (Neon) e deixar em repouso por 1 min. Em seguida foi adicionado 30 mL de água destilada e 0,5 mL de uma solução de amido como indicador, titulando-se a com solução padrão de tiosulfato de sódio a 0,01 N. O resultado foi expresso em meq de peróxido por kg de amostra.

**pH:** Foram utilizadas 10 g de cada amostra, homogeneizadas em 100 mL de água destilada, este homogeneizado submetido aos eletrodos do pHmetro (Tecnal, TEC-7) durante 5 min, sendo procedida a leitura do pH (DIAS; RAMOS.; SCHWAN, 2013).

**Acidez:** A determinação da acidez total foi realizada segundo metodologia descrita por Terra e Brum (2002). Inicialmente, 10 g de amostra foram diluídas em 200 mL de água destilada, trituradas durante 1 min e transferidas para um balão volumétrico de 250 mL, e o volume completado, a solução filtrada. Em seguida, foram transferidos 25 mL do filtrado e adicionado de 75 mL de água destilada juntamente com 3 gotas de solução alcoólica de fenolftaleína a 1% (Vetec). Posteriormente, realizou-se a titulação com solução de NaOH 0,1 N (Química Moderna), até o ponto de viragem (surgimento da coloração rósea e/ou pH = 8,2). A acidez total foi expressa em g de ácido oleico por 100 g de amostra.



## Análise Estatística

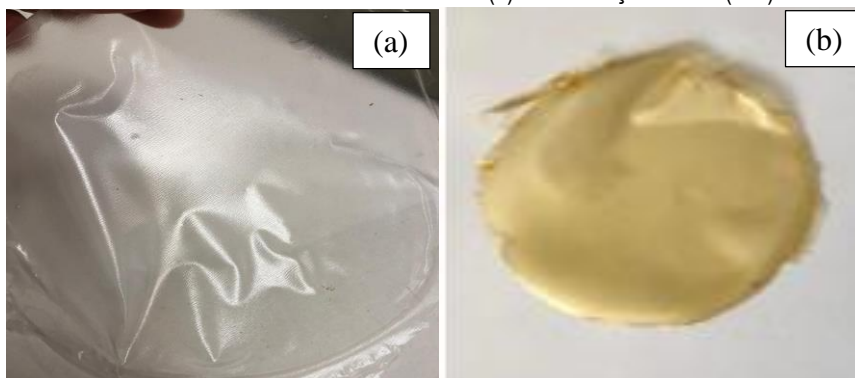
Os resultados foram tratados estatisticamente por análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), utilizando-se o programa ASSISTAT®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Aspecto visual do filme de interfolhamento

A Figura 1 apresenta o aspecto visual da formulação de filme de fécula de mandioca sem e com adição de 1% (m/v) de extrato de chá verde. A qual observa-se que a adição de 1% (m/v) extrato de chá verde altera pouco a coloração do filme, mas não prejudica o aspecto geral e a estrutura do filme.

**Figura 1:** Filme ativo a base de fécula de mandioca sem (a) e com adição de 1% (m/v) de chá verde (b)



Fonte: O autor, 2020.

### Estrutura dos filmes de interfolhamento

A microscopia eletrônica de varredura de um filme busca correlacionar as propriedades físico-químicas com sua estrutura morfológica (GREENER; FENNEMA, 1989). Em relação às análises estruturais, é possível obter informações morfológicas como orientação e qualidade da interface de fibras de reforço, a interface entre matriz e fase dispersa de blendas imiscíveis, presença de impurezas, bolhas, trincas, superfícies irregulares, entre outros aspectos.

Os resultados para verificação da estrutura transversal e da superfície por microscopia eletrônica de varredura estão apresentados na Figura 2. As imagens de MEV geradas mostram a superfície e a micromorfologia transversal não apresentaram irregularidades, como vesículas, orifícios e fendas, indicando interação e compatibilidades dos compostos utilizados na solução filmogênica, semelhante ao observado por Ju et al. (2020), que avaliaram filmes de quitosana adicionados de bio nanocompósitos.

**Figura 2:** Imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) de superfícies de seção transversal de filmes de fécula de mandioca pura (a) e com 1,0% (b) de extrato de chá verde (m/v na solução filmogênica)



0	6,38 <sup>abA</sup> ± 0,03	6,38 <sup>aA</sup> ± 0,03	6,38 <sup>aA</sup> ± 0,03
3	6,38 <sup>abA</sup> ± 0,02	6,36 <sup>abA</sup> ± 0,04	6,38 <sup>aA</sup> ± 0,01
6	6,33 <sup>bA</sup> ± 0,03	6,26 <sup>bA</sup> ± 0,06	6,31 <sup>bA</sup> ± 0,02
9	6,35 <sup>abA</sup> ± 0,02	6,33 <sup>abA</sup> ± 0,03	6,34 <sup>abA</sup> ± 0,02
12	6,41 <sup>aA</sup> ± 0,04	6,39 <sup>aA</sup> ± 0,04	6,41 <sup>aA</sup> ± 0,05
15	6,42 <sup>aA</sup> ± 0,05	6,38 <sup>aA</sup> ± 0,02	6,39 <sup>aA</sup> ± 0,04
18	6,17 <sup>cA</sup> ± 0,03	6,12 <sup>cA</sup> ± 0,03	6,18 <sup>cA</sup> ± 0,04
<b>Acidez (g de ácido oleico/100 g)</b>			
0	8,27 <sup>cA</sup> ± 0,58	8,27 <sup>bA</sup> ± 0,58	8,27 <sup>bA</sup> ± 0,58
3	8,31 <sup>cA</sup> ± 0,49	8,91 <sup>abA</sup> ± 0,53	8,45 <sup>bA</sup> ± 0,38
6	9,47 <sup>bA</sup> ± 0,39	9,80 <sup>aA</sup> ± 0,46	9,49 <sup>aA</sup> ± 0,52
9	8,62 <sup>cA</sup> ± 0,40	8,76 <sup>bA</sup> ± 0,37	8,60 <sup>abA</sup> ± 0,34
12	9,07 <sup>bcA</sup> ± 0,56	8,57 <sup>bA</sup> ± 0,34	8,81 <sup>abA</sup> ± 0,45
15	10,59 <sup>aA</sup> ± 0,55	8,64 <sup>bbB</sup> ± 0,40	8,62 <sup>abB</sup> ± 0,36
18	10,55 <sup>aA</sup> ± 0,50	8,69 <sup>bbB</sup> ± 0,37	8,72 <sup>abB</sup> ± 0,31
<b>Índice de Peróxidos (mq de peróxido/1000 g)</b>			
0	0	0	0
3	0	0	0
6	0	0	0
9	0	0	0
12	0	0	0
15	0	0	0
18	0	0	0
<b>TBARs (mg malonaldeído/kg)</b>			
0	0,66 <sup>cA</sup> ± 0,05	0,66 <sup>dA</sup> ± 0,05	0,66 <sup>cA</sup> ± 0,05
3	0,81 <sup>bA</sup> ± 0,07	0,74 <sup>dA</sup> ± 0,03	0,63 <sup>cB</sup> ± 0,03
6	0,80 <sup>bA</sup> ± 0,03	0,87 <sup>cA</sup> ± 0,05	0,67 <sup>cB</sup> ± 0,04
9	0,82 <sup>bA</sup> ± 0,04	0,84 <sup>cA</sup> ± 0,02	0,78 <sup>bA</sup> ± 0,06
12	0,79 <sup>bB</sup> ± 0,05	1,03 <sup>bA</sup> ± 0,10	0,79 <sup>bbB</sup> ± 0,05
15	1,02 <sup>aA</sup> ± 0,06	1,17 <sup>aA</sup> ± 0,06	0,85 <sup>bbB</sup> ± 0,07
18	1,07 <sup>aA</sup> ± 0,14	1,27 <sup>aA</sup> ± 0,10	1,22 <sup>aA</sup> ± 0,05

Médias ± desvio padrão seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas para cada parâmetro e maiúsculas iguais nas linhas, indicam não haver diferença significativa a nível de 95% (Teste de Tukey).

Para o parâmetro de acidez pode-se observar que os resultados apresentaram diferença significativa entre os tratamentos e o padrão, com aumento da acidez após 16 dias de armazenamento nas amostras padrão sem interfolhamento. Este resultado sugere uma ação do filme de interfolhamento reduzindo o processo de acidificação do produto. Entre o filme com e sem adição de extrato não foi possível observar diferenças significativas nesse parâmetro ( $p > 0,05$ ).

Durante o período de armazenamento não foi observado peróxidos em níveis detectáveis. Conforme Perazzo et al. (2014), a incorporação de aditivos antioxidantes em embalagens de amido com adição de extrato de chá verde, pode ser eficaz na preservação do produto embalado contra a oxidação.



As amostras interfolhadas com filmes biodegradáveis a base de fécula de mandioca e extrato de chá verde (1,0%; m/v) exibiram os valores mais baixos de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) até o décimo quinto dia de armazenamento, que o sugere que o filme de fécula de mandioca com extrato de chá verde foi capaz de inibir a oxidação por 15 dias, em comparação com o padrão e as amostras interfolhadas com filmes apenas de fécula.

As proteínas podem ser oxidadas durante o armazenamento devido ao esgotamento de antioxidantes endógenos (ISLAM; KHAN; ISLAM, 2017). Esta reação desencadeia ranço oxidativo que causa escurecimento da carne, sabores indesejáveis e mudanças na textura do produto (KIM; CHO; HAN, 2013). Portanto, os antioxidantes têm sido utilizados porque permitem prevenir a oxidação lipídica por meio de radicais necrófagos, rompendo a cadeia reações, decomposição de peróxidos, diminuição das concentrações localizadas de oxigênio e catalisadores de iniciação da cadeia de ligação (MONSALVEA; TOROA; GONZALEZA, 2019).

O efeito positivo da presença de substâncias ativas em produtos cárneos foi relatado por Shokraneh et al. (2017), que investigaram a utilização do extrato de chá verde e a fibra de colágeno para estudo da estabilidade oxidativa de salsicha bovina obtiveram valores inferiores de TBARS empregando 0,5% de colágeno e 1% de extrato de chá verde.

Ugalde et al. (2017) utilizaram o óleo essencial de cravo (1%) em filmes ativos de amido e avaliaram a estabilidade oxidativa de salsichas comerciais, onde o filme ativo foi capaz de manter o valor de TBARS inferior em comparação ao filme de amido (sem óleo essencial) e a amostra de controle (sem filme), resultados que corroboram com os achados descritos no presente trabalho, ressaltando a relevância de pesquisas que utilizam substâncias ativas ou filmes ativos na preservação de produtos cárneos.

## CONCLUSÃO

Os valores de TBARS aumentaram em relação ao tempo de armazenamento, sendo que não houve uma diferença significativa entre as amostras padrão, filmes de interfolhamento a base de fécula de mandioca sem e com adição de extrato de chá verde. Pode-se observar ainda que o interfolhamento não melhorou a estabilidade oxidativa da calabresa cozida fatiada.

As amostras interfolhadas com filmes biodegradáveis a base de fécula de mandioca e extrato de chá verde (1,0%; m/v) exibiram os valores mais baixos de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) até o décimo quinto dia de armazenamento, que o sugere que o filme ativo foi capaz de inibir a oxidação por esse período, em comparação com o padrão (sem filme) e as amostras interfolhadas com filmes de fécula de mandioca sem extrato de chá verde.

Os resultados deste estudo mostraram que a presença de extrato de chá verde (1,0%; m/v) no filme biopolimérico pode reduzir a oxidação lipídica de produtos cárneos processados, estendendo sua vida útil, sugerindo que o filme ativo a base de fécula de mandioca é uma boa alternativa aos bioplásticos convencionais.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, a CAPES, a FAPERGS e a URI pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS

ASSIS, R. Q. et al. Active biodegradable cassava starch films incorporated lycopene nanocapsule. **Industrial Crops and Products**, v. 109, e. 1, p. 818-827, 2017.

DIAS, F. S.; RAMOS, C. L.; SCHWAN, R. F. Characterization of spoilage bacteria in pork sausage by PCR–DGGE analysis. **Food Science and Technology**, v. 33, p. 468–474, 2013.

HAMANN, D. et al. Active edible films for application in meat products. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, e13610716379, 2021.

ISLAM, R. U.; KHAN, M. A.; ISLAM, S. U. Plant derivatives as promising materials for processing and packaging of meat-based products–focus on antioxidant and antimicrobial effects. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, e.2, 2017.

ITAL. Instituto de Tecnologia de Alimentos. **Suínos: Abate, Corte e Processamento na Área Rural e Processamento Artesanal de Produtos com Carne Suína**. Campinas: CTC, 2005.

GREENER, I. K.; FENNEMA, O. Evaluation of edible, bilayer films for use as moisture barriers for food. **Journal of Food Science**, v. 54, n. 6, p. 1400-1406, 1989.

JU, S.; ZHANG, F.; DUAN, J.; JIANG, J. Characterization of bacterial cellulose composite films incorporated with bulk chitosan and chitosan nanoparticles: A comparative study. **Carbohydrate Polymers**, v. 237, p. 116167, 2020.

KIM, S. J.; CHO, A. R.; HAN, J. Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation. **Food Control**, v. 29, e.1, p. 112–120, 2013.

MONSALVEA, J. B.; TOROA, C. R.; GONZALEZA, C. C. Mechanisms of action of novel ingredients used in edible films to preserve microbial quality and oxidative stability in sausages - A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 89, p. 100-109, 2019.

PAPASTERGIADIS, A.; MUBIRU, E.; VAN LANGENHOVE, H.; MEULENAER, B. Malondialdehyde measurement in oxidized foods: evaluation of the spectrophotometric thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) test in various foods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p. 9589–9594, 2012.

PERAZZO, K.; CONCEIÇÃO, A. C. De V.; SANTOS, J. C. P dos; ASSIS, D. de J.; SOUZA, C.O.; DRUZIAN, I. Properties and Antioxidant Action of Actives Cassava Starch Films Incorporated with Green Tea and Palm Oil Extracts. **PLoS One**, v. 9, n. 9, e105199, 2014.

SHOKRANEH, N. et al. The effect of coating with green Tea extract and collagen Fiber on quality Attributes of vacuum packaged sausage. **Journal of Food Biosciences and Technology**, v.7, e.1, p. 23–30, 2017.

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade**. São Paulo: Nobel, 1985.

UGALDE, M. L. et al. Active starch biopolymeric packaging film for sausages embedded with essential oil of *Syzygium aromaticum*. **Journal of Food Science and Technology**, e.54, v.7, p. 2171-2175, 2017.

UMARAW, P. et al. Edible films/coating with tailored properties for active packaging of meat, fish and derived products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 98, p. 10-24, 2020.



## SELEÇÃO DE FORMULAÇÕES PARA DESENVOLVIMENTO DE FILMES ATIVOS DE INTERFOLHAMENTO PARA PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Daniele Hamann<sup>1</sup>; Thais Comin<sup>2</sup>; Laís Thomazoni<sup>3</sup>; Bruna Maria Saorin Puton<sup>1</sup>; Geciane Toniazzo Backes<sup>1</sup>; Rogério Luis Cansian<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, URI Erechim

<sup>2</sup> Graduação em Engenharia de Alimentos, URI Erechim

<sup>3</sup> Graduação em Engenharia Química, URI Erechim

**RESUMO:** O desenvolvimento de filmes com substâncias ativas antioxidantes para o interfolhamento de produtos cárneos é uma tendência que pode auxiliar na preservação da qualidade do produto. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi desenvolver formulações filmes de interfolhamento de amido de milho e acetato de celulose com diferentes concentrações de extrato de chá verde, bem como verificar através da cinética de atividade antioxidante qual filme apresenta o melhor desempenho de liberação ao longo do tempo. Os filmes foram obtidos pela técnica *casting*, a qual consiste na desidratação de uma solução coloidal de acetato de celulose em acetona ou de amido em água. A avaliação da liberação do extrato de chá verde *in vitro* foi realizada através da determinação da atividade antioxidante durante o armazenamento dos filmes em etanol. A atividade antioxidante foi determinada pelo método de absorção do radical livre DPPH\*. A média da atividade antioxidante (IC<sub>50</sub>) do filme de acetato de celulose com e sem encapsulamento foi de 10,20 e 70,61 mg/mL, respectivamente, já o filme de amido apresentou um valor de IC<sub>50</sub> de 0,09 mg/mL. Diante dos resultados obtidos, o filme de amido de milho foi selecionado para a etapa seguinte de aplicação em produtos cárneos.

**Palavras-chave:** Chá verde. Atividade antioxidante. DPPH\*.

### INTRODUÇÃO

A embalagem possui a função de preservar a qualidade dos alimentos durante o transporte e armazenamento, evitando contaminações químicas, físicas e biológicas e o contato do produto com umidade, luz, oxigênio e outras condições desfavoráveis (MARTINS et al., 2018). Entretanto, com a tendência de mudança dos hábitos de consumo por alimentos com ingredientes e aditivos naturais e a necessidade de garantir alimentos seguros, as pesquisas com embalagens passaram a incorporar substâncias ativas.

Segundo o Regulamento (CE) nº 450/2009 (2009) da Comissão Europeia, “materiais e artigos ativos destinam-se a estender o prazo de validade ou a manter ou melhorar a condição dos alimentos embalados.” São diversos os compostos ativos que podem ser adicionados em embalagens de alimentos, a fim de a capacidade antioxidante e antimicrobiana, aumentando assim a validade do produto, entre eles óleos essenciais (UGALDE et al., 2017; PRIYA et al., 2021; ROY; RHIM, 2021), extratos de plantas (BAJIĆ et al., 2019; BIGI et al., 2021; SILVA et al., 2021) e principalmente extrato de chá verde (*Camellia sinensis*) (MARTINS et al., 2018; PANRONGA; KARBOWIAK; HARNKARNSUJARIT, 2019; PANRONGA; KARBOWIAK; HARNKARNSUJARIT, 2020).

O extrato aquoso de chá verde é utilizado na indústria como aditivo devido ao alto conteúdo de polifenóis, principalmente de catequinas, além disso o chá verde e seus derivados apresentam propriedades antimicrobianas e antioxidantes (SIRIPATRAWAN; NOIPHA, 2012; GIMÉNEZ et al., 2013).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a incorporação de extrato de chá verde em filmes para interfolhamento derivados de amido de milho e acetato de celulose e verificar através da cinética de atividade antioxidante qual filme ativo apresenta o melhor resultado de liberação ao longo do tempo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Obtenção dos filmes de interfolhamento de acetato de celulose**

Os filmes de acetato de celulose foram produzidos a partir de uma solução contendo 10% de acetato de celulose (m/v) (Sigma-Aldrich), suspenso em acetona (99,5%; Neon). A SF foi agitada manualmente até a completa dissolução do acetato (UGALDE, 2014), sendo adicionado o extrato de chá verde comercial (Duas Rodas®), nas concentrações de 1, 2,5 e 5%.

#### **Encapsulamento do extrato em sol-gel para filme a base de acetato de celulose**

O chá verde foi encapsulado pela técnica sol-gel visando a liberação controlada do mesmo em filme de acetato de celulose. A metodologia empregada foi adaptada da descrita por Soares et al. (2006). Inicialmente, 5 mL de TEOS (Sigma-Aldrich) foram dissolvidos em 5 mL de etanol absoluto (99,5%, Química Moderna). Após a dissolução, adicionou-se 1,61 mL de água destilada com extrato diluído e três gotas do catalisador, em uma proporção molar de água e TEOS de 4:1. Como catalisadores da reação de condensação utilizou-se ácido clorídrico (ácido) (37%, Merck), hidróxido de amônio (básico) (Quimex, 28-30%) e ácido bromídrico (nucleofílico) (48%, Vetec). Posteriormente, os sistemas reacionais foram submetidos a uma etapa de agitação, em agitador orbital (shaker), a 40 °C, 180 rpm, por um período de 90 min.

Nas reações conduzidas em meio ácido e nucleofílico foram adicionadas as concentrações de chá verde (1, 2,5 e 5%) e 1,75 mL da solução hidrolisante (0,25 mL de hidróxido de amônio dissolvidos em 1,5 mL de etanol). Em seguida, os sistemas reacionais foram mantidos em condições estáticas por 24 h para completar a condensação química. Após este tempo, o suporte foi acondicionado em dessecador a vácuo por mais 24 h para completa secagem e evaporação da água. Posteriormente os imobilizados foram triturados e peneirados, de modo a padronizar a granulometria.

O teor de chá incorporado na matriz, foi aferido por uma espectrofotometria de varredura (Agilent Technologies, 8453E) para identificar o comprimento máximo de absorção do chá verde, sendo de 431 nm.

Para determinar o teor de extrato encapsulado na matriz sol-gel (Soares et al., 2006), os materiais com as diferentes concentrações (1, 2,5 e 5%) adicionadas durante a condensação foram macerados com pistilo até formar um pó, que foi lavado com água até eliminar todo o extrato que não estivesse incorporado a matriz. Após a lavagem, a solução foi centrifugada a 3000 rpm (Hettich, 200424), processo no qual ocorreu a separação do líquido e realizada a leitura de absorbância a 431 nm. A concentração encontrada no líquido foi reduzida da concentração inicialmente adicionada. E para quantificar o teor de extrato construiu-se uma curva de calibração com diferentes concentrações de extrato de chá verde, obtendo-se equação da reta  $y = 12,810x - 0,0011$ , com  $R^2 = 0,9988$ .

#### **Filmes de interfolhamento de amido de milho com extrato de chá verde**

Os filmes de amido de milho foram obtidos a partir de uma solução contendo 3,5% de amido de milho (p/v), 35% de glicerol (p/p) (Proton Química®) como agente plastificante, suspensos em água destilada (UGALDE et al., 2017). Os componentes foram misturados e aquecidos gradualmente sob

agitação em banho-maria, até atingir a temperatura de 70 °C sendo a mesma mantida por 10 minutos, quando ocorre a formação do gel. Em seguida, as soluções filmogênicas (SF) foram resfriadas até 35 °C para ser feita a adição do extrato de chá verde comercial, nas proporções 1,0, 2,5 e 5,0% (m/v).

### **Cinética de atividade antioxidante dos filmes de interfolhamento**

A avaliação da liberação do extrato de chá verde *in vitro* foi realizada através da determinação da atividade antioxidante durante o armazenamento de filmes de interfolhamento a base de acetato de celulose com extrato de chá verde encapsulado em sol-gel e livre, e de filmes a base de amido de milho.

Os filmes foram imersos em 20 mL de etanol (99,3%; Química Moderna), com agitação continua de 220 rpm em shaker orbital (Marconi, MA 420), por 60 dias, protegidos da luz, em temperatura ambiente de aproximadamente 25 °C. O extrato etanólico obtido de cada amostra foi submetido a determinação de atividade antioxidante.

A metodologia para avaliação da atividade antioxidante, foi baseada na medida da extinção da absorção do radical 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH<sup>•</sup>) em 515 nm, foi realizada em triplicata, por método espectrofotométrico (VANIN et al., 2014). A técnica consistiu na incubação, por 30 min., de 500 µL de uma solução etanólica de DPPH<sup>•</sup> 0,1 mM, com 500 µL de soluções, contendo concentrações crescentes de extrato etanólico dos filmes. Procedeu-se da mesma forma para a preparação da solução denominada “controle”, substituindo-se, porém, 500 µL do extrato etanólico por 500 µL de etanol. A solução denominada “branco” foi preparada com as soluções em diferentes concentrações do extrato e etanol, sem a solução de DPPH<sup>•</sup>. O percentual de captação do radical DPPH<sup>•</sup> foi calculado em termos da percentagem de atividade antioxidante (AA%), conforme a Equação 1.

$$AA\% = 100 - \left\{ \frac{[(Abs. amostra - Abs. branco) \times 100]}{Abs. controle} \right\} \quad (1)$$

A determinação foi realizada em espectrofotômetro UV Visível (Agilent Technologies, modelo 8453E) em comprimento de onda de 515 nm. Após a avaliação da faixa de concentração ideal, foi calculada a concentração de extrato necessária para capturar 50% do radical livre DPPH<sup>•</sup> (IC<sub>50</sub>) por análise de regressão linear (SILVESTRI et al., 2010).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Avaliação de filmes de interfolhamento de acetato de celulose com extrato de chá verde**

Os filmes a base de acetato de celulose têm sido produzidos e utilizados em alimentos, pois mostraram-se eficientes na produção de filmes, porém nem sempre permitem a liberação do composto ativo da embalagem para o alimento (UGALDE et al., 2017).

Ao adicionar o extrato de chá verde ao filme, observou-se que, mesmo em concentrações elevadas (5%), o filme não apresentou alteração de coloração, cheiro e transparência, mantendo as características de resistência mecânica e visuais.

#### **Encapsulamento do extrato em sol-gel para filme a base de acetato de celulose**

O encapsulamento do extrato de chá verde pela técnica de sol-gel para posterior adição em filme de acetato de celulose mostrou que o agente nucleofílico (ácido bromídrico) apresentou a melhor homogeneização e incorporação do extrato. Com isso, este agente encapsulante foi selecionado para a



continuidade do trabalho. Os demais agentes (ácido e básico) formaram aglomerados e apresentaram baixa homogeneização e incorporação de extrato.

Cinética de atividade antioxidante dos filmes de acetato de celulose com e sem encapsulamento

A Tabela 1 apresenta os resultados de atividade antioxidante ( $IC_{50}$ ) dos filmes de acetato de celulose com extrato de chá verde livre e encapsulado em matriz de sol-gel, durante o armazenamento por 35 dias.

Tabela 1: Equações da reta e  $IC_{50}$  para os diferentes tempos de armazenamento do filme de acetato de celulose com extrato de chá verde livre e encapsulado em sol-gel

Tempo (dias)	Concentração de Extrato (%)					
	1%		2,5%		5%	
<b>Filme de acetato de celulose com extrato de chá verde livre</b>						
	$IC_{50}$	Equação Reta	$IC_{50}$	Equação Reta	$IC_{50}$	Equação Reta
1	7,65	$y=1,5453x+6,3288$ $R^2=0,9306$	22,73	$y=1,9531x+5,606$ $R^2=0,9331$	19,81	$y=1,9195x+11,962$ $R^2=0,826$
7	6,84	$y=1,5453x+4,8517$ $R^2=0,9306$	16,00	$y=2,8535x+4,3311$ $R^2=0,9778$	14,02	$y=2,4613x+15,48$ $R^2=0,8572$
14	6,32	$y=7,1397x+4,8517$ $R^2=0,9731$	10,71	$y=4,0937x+6,1703$ $R^2=0,9617$	14,30	$y=3,5092x-0,1687$ $R^2=0,9511$
21	13,24	$y=3,2528x+6,9197$ $R^2=0,8991$	15,20	$y=2,9453x+5,235$ $R^2=0,965$	15,60	$y=2,4320x+12,072$ $R^2=0,9446$
28	12,45	$y=3,3178x+8,6751$ $R^2=0,8681$	16,04	$y=2,813x+4,8652$ $R^2=0,9837$	15,90	$y=3,0831x+0,9719$ $R^2=0,8973$
35	14,68	$y=2,808x+8,7769$ $R^2=0,9375$	22,81	$y=2,0348x+3,5861$ $R^2=0,7985$	16,17	$y=6,2985x+9,2315$ $R^2=0,8926$
<b>Filme de acetato de celulose com extrato de chá verde encapsulado em sol-gel</b>						
1	134,97	$y=0,3442x+3,5448$ $r^2=0,997$	288,67	$y=0,1719x+0,3638$ $r^2=0,9941$	220,76	$y=0,1905x+7,9389$ $r^2=0,9277$
7	67,57	$y=0,6989x+2,7731$ $r^2=0,8914$	79,41	$y=0,3764x+20,108$ $r^2=0,969$	79,86	$y=0,5823x-3,4924$ $r^2=0,9577$
14	60,02	$y=0,836x-0,187$ $r^2=0,9968$	74,12	$y=0,5829x+6,7965$ $r^2=0,9466$	81,66	$y=0,454x+12,915$ $r^2=0,9308$
21	53,38	$y=0,8321x+5,5734$ $r^2=0,9618$	74,30	$y=0,2747x+29,59$ $r^2=0,8422$	89,28	$y=0,4987x+9,1409$ $r^2=0,9741$
28	51,57	$y=0,5935x+19,393$ $r^2=0,9047$	71,69	$y=0,6153x+5,8885$ $r^2=0,9234$	71,80	$y=0,5691x+9,1409$ $r^2=0,9371$
35	56,16	$y=0,763x+7,1524$ $r^2=0,9266$	80,72	$y=0,5341x+6,872$ $r^2=0,9068$	85,90	$y=0,5351x+4,0331$ $r^2=0,964$

Tanto nos filmes de acetato de celulose com chá verde livre ou em sol-gel, os valores de  $IC_{50}$  no primeiro dia foram altos em todas as concentrações. Este resultado indica a menor liberação inicial dos compostos ativos dos filmes.

Aos 7 e 14 dias, os valores de  $IC_{50}$  tendem a serem menores no filme de acetato de celulose com chá verde livre, com posterior aumento nos valores de  $IC_{50}$  (redução da atividade antioxidante) nos demais tempos, independentemente da concentração de chá verde nos filmes. Estes dados podem estar relacionados ao comportamento de encapsulamento e liberação do chá na matriz polimérica. Observa-se também uma maior atividade antioxidante dos filmes com 1% de extrato de chá verde em comparação com as concentrações de 2,5 e 5% (m/v de solução filmogênica).

Os filmes com extrato de chá verde encapsulado em sol-gel apresentaram valores de IC<sub>50</sub> maiores (5 a 10 vezes em comparação com filmes de acetato), ainda que a liberação do extrato de chá verde tenha sido mais homogênea a partir do 7º dia de armazenamento. Nestes filmes também a concentração de 1% apresentou menor IC<sub>50</sub> em relação às demais analisadas, demonstrando não haver melhora na atividade antioxidante dos filmes com o aumento da concentração de extrato de chá verde nos filmes.

Com base nesses resultados, pode-se verificar que um estudo mais aprofundado da técnica de encapsulamento do extrato de chá verde em sol-gel deve ser realizado, para avaliação de um possível filme com extrato encapsulado com potencial para ser empregado em alimentos, pois em determinadas situações, uma incorporação direta de antimicrobianos e ou antioxidantes em filmes ativos pode ser menos efetiva devido à rápida migração para o volume de alimento ou reação com os componentes alimentares (ITURRIAGA; OLABARRIETA; MARAÑÓN, 2012).

Considerando que os filmes de acetato de celulose com ou sem sol-gel não se caracterizam como biodegradáveis e pelo seu desempenho inferior na liberação do extrato de chá verde, e conseqüentemente, baixa capacidade antioxidante no período de armazenamento avaliado, considerou-se os resultados como insatisfatórios para a produção de filmes ativos para interfolhamento de produtos cárneos.

#### **Filmes de amido com extrato de chá verde**

O filme de interfolhamento a base de amido de milho apresenta excelentes características para ser utilizado como embalagens plásticas biodegradáveis devido a sua abundância da matéria-prima e degradabilidade do filme (PELLISSARI, 2009).

Para avaliar a relação da quantidade de chá adicionado e a capacidade antioxidante, realizou-se a determinação *in vitro* da atividade de antioxidante ao longo do tempo, além de verificar a cor dos filmes, para que os mesmos interferissem o menos possível na coloração final do produto.

#### **Cinética de atividade antioxidante do filme de amido de milho**

Os resultados da cinética de atividade antioxidante do extrato etanólico referente ao filme de amido adicionado de extrato de chá verde estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Equações da reta e IC<sub>50</sub> para os diferentes tempos de armazenamento do filme de amido

Tempo (dias)	Concentração de chá verde (%)					
	1		2,5		5	
	IC <sub>50</sub>	Equação Reta	IC <sub>50</sub>	Equação Reta	IC <sub>50</sub>	Equação Reta
1	0,13	$y=401,09x - 2,1417$ $r^2=0,9108$	0,130	$y=368,4x+2,108$ $r^2=0,9419$	0,134	$y=303,9x+9,2774$ $r^2=0,9579$
7	0,05	$y=1004,7x - 0,235$ $r^2=0,9238$	0,057	$y=690,6x+10,6358$ $r^2=0,9828$	0,062	$y=412,6x+24,4188$ $r^2=0,9212$
14	0,04	$y=2209,3x - 38,372$ $r^2=0,9408$	0,035	$y=1115,1x+10,9715$ $r^2=0,9784$	0,026	$y=1315,2x+15,8048$ $r^2=0,9973$
21	0,05	$y=1320,2x - 16,010$ $r^2=0,6383$	0,046	$y=802,7x+13,0758$ $r^2=0,9167$	0,057	$y=2791,5x - 109,1155$ $r^2=0,9922$
28	0,06	$y=1142,7x - 18,520$ $r^2=0,9444$	0,059	$y=808,3x+2,3103$ $r^2=0,9304$	0,054	$y=3232,4x - 124,5496$ $r^2=0,8397$
35	0,08	$y=1045,1x - 33,608$ $r^2=0,636$	0,072	$y=583,9x+7,9592$ $r^2=0,9518$	0,061	$y=4401,7x - 218,5037$ $r^2=0,8789$
42	0,14	$y=2137,1x - 249,194$ $r^2=0,9621$	0,096	$y=316,2x+19,6448$ $r^2=0,9485$	0,123	$y=374,5x+3,9365$ $r^2=0,9522$
60	0,15	$y=2092,1x - 263,815$ $r^2=0,9389$	0,138	$y=521,2x - 21,9256$ $r^2=0,939$	0,134	$y=2811,3x - 326,7142$ $r^2=0,9309$

Os resultados de atividade antioxidante dos filmes de amido com as diferentes concentrações de chá verde indicam menor variação dos valores de IC<sub>50</sub>, tanto nos dias de armazenamento como entre as concentrações testadas. Assim como nos filmes anteriormente testados, observa-se uma menor liberação do extrato no 1º dia, com liberação mais homogênea do mesmo a partir do 14º dia de armazenamento.

De maneira geral, os valores de IC<sub>50</sub> dos filmes de amido com 1% de extrato de chá verde são menores ou semelhantes aos valores com as demais concentrações nos diferentes tempos de armazenamento, indicando que esta concentração é suficiente para obtenção de atividades antioxidantes elevadas.

### Comparação dos valores de IC<sub>50</sub> dos diferentes tipos de filmes de interfolhamento

A Tabela 3 apresenta um comparativo de atividade antioxidante (IC<sub>50</sub>) dos diferentes filmes de interfolhamento com 1% de extrato de chá verde.

**Tabela 3:** Atividade antioxidante comparativa entre filmes de acetato de celulose, acetato de celulose com sol-gel e amido, incorporados com 1% de extrato de chá verde, em diferentes tempos de armazenamento dos filmes à vácuo



Tempo (dias)	IC <sub>50</sub>		
	Acetato de celulose	Acetato + sol-gel	Amido
1	7,65	134,97	0,13
7	6,84	67,57	0,05
14	6,32	60,02	0,04
21	13,24	53,38	0,05
28	12,45	51,57	0,06
35	14,68	56,16	0,08
42	*	*	0,14
60	*	*	0,15
<b>Média</b>	10,20 ± 3,67	70,61 ± 32,04	0,09 ± 0,04

\*Não realizado.

Observa-se que o filme de acetato de celulose sem o encapsulamento em sol-gel teve um IC<sub>50</sub> médio 7 vezes menor em comparação com o filme de acetato com sol-gel como encapsulante do extrato de chá verde. Por outro lado, o filme de amido de milho apresentou IC<sub>50</sub> ~300 vezes menor que o filme de acetato de celulose, com valores de IC<sub>50</sub> próximos ao do extrato não incorporado ao filme, demonstrando seu potencial para utilização como filme ativo, além de ser comestível e biodegradável.

## CONCLUSÕES

Este estudo avaliou a eficácia de um novo filme ativo com extrato de chá verde para interfolhamento de produtos cárneos. O desempenho dos filmes de interfolhamentos foi verificado segundo a análise da atividade antioxidante que foi realizada através da cinética de liberação *in vitro* do extrato presente no filme.

O estudo da cinética possibilitou a seleção da melhor concentração de extrato de chá verde adicionado aos filmes, que foi de 1%, devido aos resultados da atividade antioxidante com o passar do tempo e características do filme, principalmente a cor, a qual não foi muito alterada em comparação ao filme sem extrato.

Os filmes de acetato de celulose com o extrato de chá verde encapsulado e livre apresentaram resultados inferiores de atividade antioxidante, e além disso, não são biodegradáveis, portanto não são uma boa alternativa como embalagem bioativa para este estudo. Já o filme de amido de milho com adição de 1% de chá verde foi selecionado para a aplicação no interfolhamento de produtos cárneos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, a CAPES, a FAPERGS e a URI pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS

BAJIĆ, M. et al. Natural plant extracts as active components in chitosan-based films: A comparative study. *Food Packaging and Shelf Life*, v. 21, p. 100365, 2019.

BIGI, F. et al. Characterization of chitosan-hydroxypropyl methylcellulose blend films enriched with nettle or sage leaf extract for active food packaging applications. **Food Hydrocolloids**, v. 120, p. 106979, 2021.

EUROPEAN COMMISSION. **Commission Regulation (EC) n° 450/2009** of 29 May 2009 on Active and Intelligent Materials and Articles Intended to Come into Contact with Food, 2009.

GIMÉNEZ, B. et al. Release of active compounds from agar and agar–gelatin films with green tea extract. **Food Hydrocolloids**, v. 30, p. 264-271, 2013.

ITURRIAGA, L.; OLABARRIETA, I.; MARAÑÓN, I. De. Antimicrobial assays of natural extracts and their inhibitory effect against *Listeria innocua* and fish spoilage bacteria, after incorporation into biopolymer edible films. **International Journal of Food Microbiology**, v. 158, e.1, 58-64, 2012.

MARTINS, C. et al. Active polylactic acid film incorporated with green tea extract: Development, characterization and effectiveness. **Industrial Crops and Products**, v. 123, p. 100-110, 2018.

PANRONGA, T.; KARBOWIAK, T.; HARNKARNSUJARIT, N. Effects of acetylated and octenylsuccinated starch on properties and release of green tea compounded starch/LLDPE blend films. **Journal of Food Engineering**, v. 284, p. 110057, 2020.

PANRONGA, T.; KARBOWIAK, T.; HARNKARNSUJARIT, N. Thermoplastic starch and green tea blends with LLDPE films for active packaging of meat and oil-based products. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 21, p. 100331, 2019.

PELISSARI, F. M. **Produção e caracterização de filmes de amido de mandioca, quitosana e glicerol com incorporação de óleo essencial de orégano**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

PRIYA, V. et al. Preparation of chitosan-based antimicrobial active food packaging film incorporated with *Plectranthus amboinicus* essential oil. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 34, p. 102021, 2021.

ROY, S.; RHIM, J.-W. Gelatin/agar-based functional film integrated with Pickering emulsion of clove essential oil stabilized with nanocellulose for active packaging applications. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 627, 127220, 2021.

SHETTA, A.; KEGERE, J.; MAMDOUH, W. Comparative study of encapsulated peppermint and green tea essential oils in chitosan nanoparticles: Encapsulation, thermal stability, in-vitro release, antioxidant and antibacterial activities. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 126, p. 731-742, 2019.

SILVA, I. D. L. et al. Development of antioxidant active PVA films with plant extract of *Caesalpinia ferrea Martius*. **LWT**, v. 144, p. 111215, 2021.

SILVESTRI, J. D. et al. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). **Revista Ceres**. v. 57, n. 5, p. 589-594, 2010.

SIRIPATRAWAN, U.; NOIPHA, S. Active film from chitosan incorporating green tea extract for shelf life extension of pork sausages. **Food Hydrocolloids**, v. 27, p. 102-108, 2012.

SOARES, C. M. F. et al. Characterization of sol-gel encapsulated lipase using tetraethoxysilane as precursor. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, v. 39, n. 1-4, p.69-76, 2006.

UGALDE, M. L. et al. Active starch biopolymeric packaging film for sausages embedded with essential oil of *Syzygium aromaticum*. **Journal of Food Science and Technology –Mysore**, v. 54, n. 7, p. 2171–2175, 2017.

UGALDE, M. L. **Biofilmes ativos com incorporação de óleos essenciais**. 2014. 168 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2014.

VANIN, A. B. et al. Antimicrobial and antioxidant activities of clove essential oil and eugenyl acetate produced by enzymatic esterification. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 174, p. 1286-1298, 2014.



## AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA PRESENÇA DE GRUPOS ALDEÍDO E CARBONILA NA ESTRUTURA DE SUPORTE DE POLIURETANO (EPU)

Carolina E. Demaman Oro<sup>1</sup>; Tiago dos Santos Gonçalves<sup>1,2</sup>; Andressa Franco Denti<sup>1</sup>; Gabriela Mesquita Bruel<sup>1</sup>; Alexander Junges<sup>1</sup>; Rogério Marcos Dallago<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Av. Sete de Setembro, 1621, 99709-910, Erechim, RS, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia de Alimentos, IFC – Instituto Federal Catarinense, 89703-720, Concórdia, SC, Brasil.

**RESUMO:** No presente trabalho, a Espuma de Poliuretano Expandido (EPU) foi avaliada como potencial suporte para imobilização enzimática de lipases através do método de ligação covalente, com funcionalização *in situ* utilizando o glutaraldeído como agente de ligação entre enzima e espuma, participando do processo de polimerização. Com isso tem-se uma etapa a menos no processo de imobilização de lipase, que normalmente ocorre a produção do suporte e posteriormente a funcionalização do mesmo com grupos funcionais livres (aldeídos neste caso) para realizarem a ligação covalente com grupos amina desprotonados da enzima, produzindo uma imina, mais conhecida por base de Schiff. Foram realizados ensaios de avaliação qualitativa da presença de grupos aldeído e carbonila em 6 formulações de poliuretano, empregando glicerina acidificada ou não na polimerização. Todas as formulações testadas apresentaram resultado promissor, e o emprego de glicerina com e sem acidificação não influenciou no resultado de avaliação dos grupos aldeído e carbonila na estrutura da espuma, ou seja, todas as formulações apresentaram o glutaraldeído em sua estrutura. Entretanto, as espumas sintetizadas com a glicerina acidificada apresentaram características mais desejáveis para a continuidade da presente pesquisa e sugerem uma incorporação mais eficiente do glutaraldeído no suporte de EPU.

**Palavras-chave:** Poliuretano. Funcionalização. Gutaraldeído.

### INTRODUÇÃO

A Espuma de Poliuretano Expandido (EPU) pode ser formada por poliadição ou policondensação via grupos funcionais presentes nos monômeros, como carbonila, amina, carboxila e hidroxila (MICHAELI *et al.*, 1995). A química envolvida na síntese de um poliuretano está baseada nas reações do grupo isocianato, altamente reativo, podendo formar dímeros, trímeros ou até carbodiimidas. Os isocianatos podem ser representados pela fórmula geral  $R(N=C=O)_n$  onde **R** poderá ser grupos aromáticos, alifáticos ou cíclicos e “n” representa a funcionalidade do isocianato, podendo variar de 2 (diisocianato) até 4 (poliisocianatos) (ALLINGER, 1980).

Os suportes para imobilização enzimática devem apresentar características, tais como: elevada faixa de área superficial, permeabilidade a substratos e produtos, apresentar estabilidade mecânica, química e térmica, possuir rigidez mecânica, ser insolúvel no substrato de interesse, possuir tamanho e forma adequados, ser inerte ao ataque microbiano, deve manter a forma e tamanho da partícula durante o uso/reacção, e apresentar pouca compactação em operações de leito fixo com altas taxas de escoamento (GUISÁN, 1988; CAO, 2005; LOPEZ-GALLEGO *et al.*, 2005; FABER, 2011).

O suporte escolhido (EPU) apresenta muitas das características acima citadas, portanto adequado ao processo de imobilização enzimática. Contudo, há a necessidade de avaliação e otimização de formulação da espuma, visto que o glutaraldeído participará do meio reacional, e após esta etapa o suporte estará pronto para a imobilização por ligação covalente. Para tanto, é necessário um estudo sobre o polímero do suporte (EPU) e seus mecanismos de reação, com o intuito de poder construir estratégias para otimização de formulação do suporte funcionalizado com o glutaraldeído, sendo o glutaraldeído o agente de ligação entre o suporte e a enzima utilizando o grupo carbonila. Dessa forma, o presente trabalho reporta a avaliação qualitativa da presença de grupos aldeído e carbonila na estrutura do suporte de poliuretano.

## MATERIAL E MÉTODOS

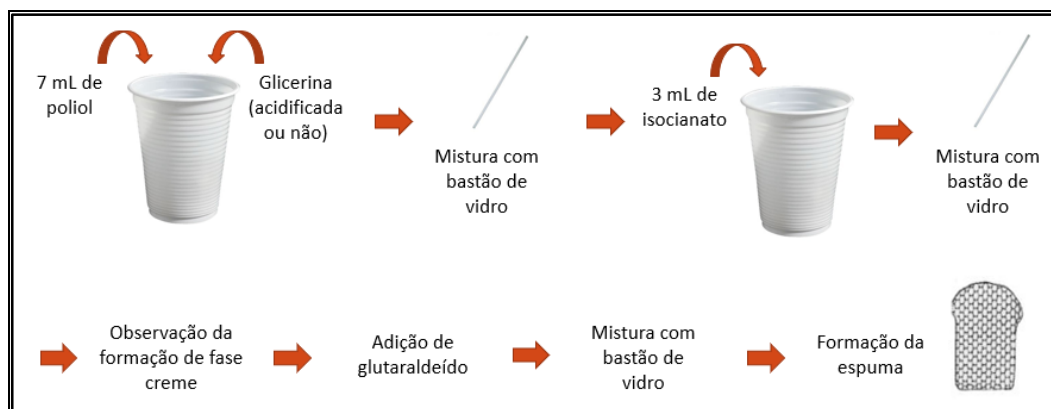
Os monômeros polioliol e isocianato foram produzidos para uma formulação específica de colchões e espumas injetadas e gentilmente fornecidos pela Empresa Flexível Poliuretanos - Mannes. Os demais reagentes utilizados eram de grau analítico, do laboratório da URI – Erechim. Primeiramente, foram testadas diferentes proporções de polioliol e isocianato com adição de glutaraldeído em testes preliminares e observou-se que a espuma se apresentava quebradiça, dura e/ou com porosidade irregular. Dessa forma, justifica-se o uso de glicerina para melhorar a conformação da espuma e melhorar os seus aspectos visuais e mecânicos.

A Tabela 1 apresenta as quantidades utilizadas de glicerina, acidificada ou não, e glutaraldeído (50%) utilizadas nas formulações usando como base a proporção de 7:3 (Polioliol:Isocianato). Deve-se salientar que em todas as formulações o glutaraldeído foi adicionado na fase creme de formação da espuma de poliuretano (Figura 1). A acidificação foi realizada apenas na glicerina adicionando 10% de ácido fosfórico 3 mol/L em função do volume de glicerina.

**Tabela 1.** Formulação das espumas de poliuretano com adição de glicerina e glutaraldeído

Formulação	Glicerina (mL)	Glicerina acidificada (mL)	Glutaraldeído (mL)
1	1,0	-	1,0
2	-	1,0	1,0
3	1,0	-	1,5
4	-	1,0	1,5
5	1,5	-	1,5
6	-	1,5	1,5

**Figura 1:** Etapas de adição dos componentes da formulação das espumas de EPU



Como resposta de potencial aplicação das espumas, foi realizado o teste de Schiff e o teste de Fehling.

#### *Teste de Schiff (Carbonila)*

O teste de Schiff é um ensaio empregado para a identificação de grupos carbonila, seja em cetonas ou aldeídos, em diferentes amostras. O reagente de Schiff altera sua cor para violeta/púrpura na presença de grupos aldeídos. Para a realização do teste, foi adicionada 1 g de cada formulação de espuma em 50 mL de água destilada e deixou-se em agitação por aproximadamente 20 min.

Após decorrido o tempo estipulado, as espumas foram retiradas da água, com o excesso de água removido, e foram colocadas em um novo béquer contendo 50 mL de água destilada limpa, para a realização de uma segunda lavagem. O mesmo processo foi realizado 4 vezes. Após, a espuma foi retirada da água e novamente foi retirado o excesso de água. Foi retirado 1 mL de cada água de lavagem e adicionou-se 1 mL do reagente de Schiff, padronizando a proporção de 1:1 (água de lavagem:reagente). Para as espumas, adicionou-se o reagente em cima das mesmas. Esperou-se até a estabilização da coloração e realizou-se a avaliação visual dos resultados.

#### *Teste de Fehling (aldeídos)*

Para evidenciar a lixiviação de glutaraldeído da espuma, ou que o mesmo não estava quimicamente ligado ao EPU, foi empregado o teste de Fehling. No teste de Fehling o íon cúprico do reativo de Fehling ao oxidar o aldeído se reduz a íon cuproso, o qual em solução básica precipita na forma de óxido cúprico de coloração avermelhada (ALLINGER, 1980).

Para o teste de Fehling, utilizou-se a mesma água de lavagem do teste anterior. Foi retirado 5 mL da água de lavagem e adicionado 3 mL do reagente de Fehling (A+B na proporção de 1:1) em um tubo de ensaio. Os tubos de ensaios contendo as reações foram colocados em banho maria em ebulição por 10 min, e após o tempo estipulado foi avaliada a mudança de coloração de alguns tubos e a presença de precipitado de cobre no fundo.

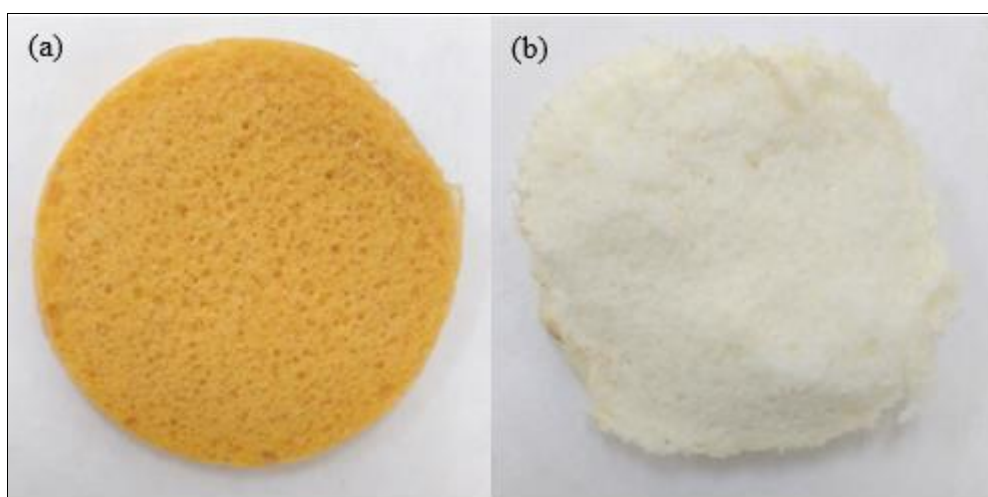


## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em termos a incorporação do glutaraldeído ao suporte, diferentes rotas reacionais são possíveis. Para uma melhor compreensão devemos entender como o glutaraldeído se comporta quimicamente. O glutaraldeído precisa de nucleófilos para reações de adição nucleofílica no carbono da carbonila assim como o isocianato, portanto podemos concluir que aldeídos não reagem com isocianatos por apresentarem a mesma característica de carga negativa em reações. Ele pode reagir com álcool (com possível formação de hemiacetal) e com a amina secundária que está presente no grupo uretano da formação da EPU. Os compostos carbonilados que contêm ao menos um hidrogênio  $\alpha$  reagem com aminas secundárias com perda de água para formar compostos conhecidos como enaminas, os quais contêm um nitrogênio básico diretamente ligado a um carbono olefínico ( $R_1NCR=CR_2$ ). Ambas as reações são catalisadas em meio ácido, e neste trabalho foi escolhido o ácido fosfórico para a reação, porém poderia ter escolhido outro ácido inorgânico, como o HCl ou H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ALLINGER, 1980; MORRISON; BOYD, 2011).

A coloração amarelada/laranja das espumas sintetizadas com o glutaraldeído com e sem acidificação (Figura 2) sugerem que o glutaraldeído encontra-se quimicamente ligado à estrutura da espuma, e que esta interação ocorre pela reação entre o nitrogênio do grupo uretano e a carbonila do glutaraldeído em um mecanismo análogo ao da Reação de Maillard, empregado para explicar o escurecimento dos alimentos, cuja cor varia em função do tempo. Além disso, a Reação de Maillard ocorre sob aquecimento, que no caso em questão seria proporcionado caráter exotérmico da reação de polimerização do PU (VILAR, 1999).

**Figura 2:** Espumas de EPU sintetizadas (a) com glicerina acidificada e (b) com glicerina sem acidificação



Neste caso, o glutaraldeído (agente de ligação entre suporte e enzima) apresentaria um comportamento de um açúcar redutor (pelo fornecimento da carbonila), reagindo com a amina secundária do suporte de poliuretano, a qual simularia uma proteína (ao fornecer o nitrogênio de uma amina secundária) para a realização da Reação de Maillard, mecanismo de escurecimento não enzimático.

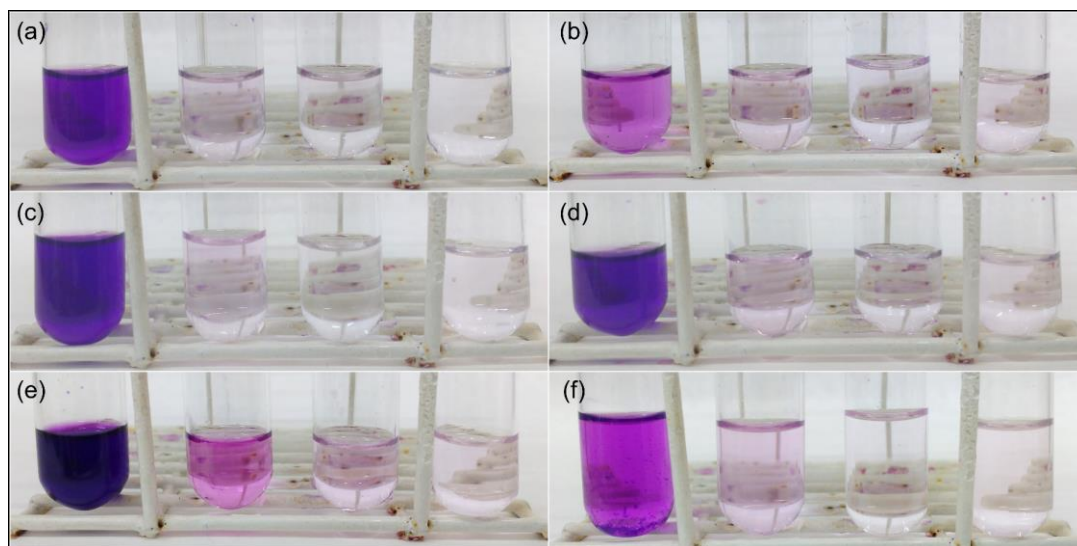
Após a síntese, as espumas foram caracterizadas quanto a presença de grupos aldeídos e carbonila, onde todas deram resultado positivo (Figuras 3 e 4), o que está coerente com as condições

de síntese, uma vez que em todos os ensaios o glutaraldeído se fez presente. Além disso, para as águas de lavagem o resultado foi muito similar para todas as formulações testadas, onde na primeira lavagem a água tendeu para a coloração púrpura e na segunda para a coloração rósea (teste de Schiff) e uma menor precipitação no teste de Fehling. Ou seja, o glutaraldeído foi incorporado e ligado no suporte de poliuretano.

O glutaraldeído precisa de nucleófilos para reações de adição nucleofílica no carbono da carbonila, assim como o isocianato (ALLINGER, 1980). Então se conclui que aldeídos não reagem com isocianatos diretamente, e neste caso, o glutaraldeído poderia reagir com o nitrogênio do isocianato após a formação do grupamento uretano pela reação de polimerização.

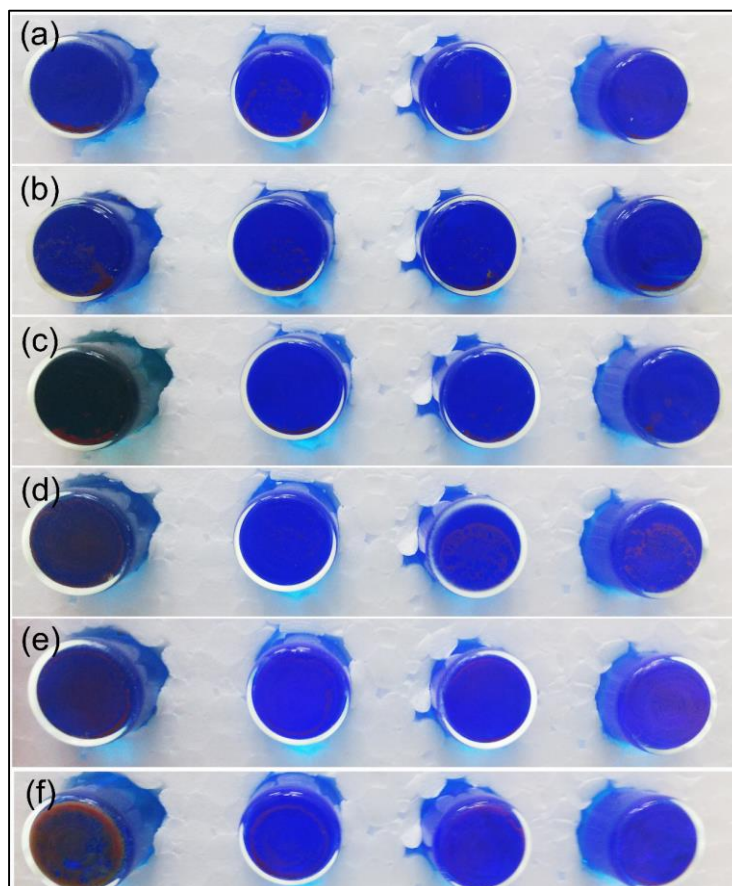
A possível reação química entre o glutaraldeído e o suporte é de uma reação entre aldeído e amina secundária (com formação de enaminas) sob determinadas condições.

**Figura 3:** Resultado do teste de Schiff nas 4 lavagens, em (a) a formulação 1, em (b) a formulação 2, em (c) a formulação 3, em (d) a formulação 4, em (e) a formulação 5 e em (f) a formulação 6





**Figura 3:** Teste de Fehling nas águas de lavagem, em (a) a formulação 1, em (b) a formulação 2, em (c) a formulação 3, em (d) a formulação 4, em (e) a formulação 5 e em (f) a formulação 6



A incorporação do glutaraldeído na estrutura do suporte é similar à da reação do glutaraldeído para a imobilização por ligação covalente com a enzima, com apenas alteração na posição da insaturação. Quando uma amina primária (enzima –lipase) reage com aldeído (glutaraldeído), a imina protonada perde um próton do nitrogênio na última etapa da reação, produzindo uma dupla ligação ( $N=C$ ), denominada base de Schiff. No entanto, quando uma amina secundária (como as presentes na espuma de EPU) reage com aldeído, o nitrogênio carregado positivamente não está ligado ao hidrogênio, então a molécula neutra é produzida pela perda de um próton do carbono  $\alpha$ , produzindo uma dupla ligação ( $C=C$ ) (ALLINGER, 1980; MORRISON; BOYD, 2011).

Além disto, sendo o grupo carbonila presente no glutaraldeído muito reativo, o mesmo pode realizar reações de ligação cruzada na estrutura do PU, conduzindo a suportes mais rígidos e compactos (VILAR, 1999), porém menos funcionalizados, pois neste caso não haveria aldeídos reativos livres para a reação de imobilização por ligação covalente com a enzima, reduzindo a atividade do suporte pela menor densidade de grupos reativos presentes no suporte.



## CONCLUSÕES

O presente trabalho relata com sucesso a funcionalização *in situ* da espuma de poliuretano com glutaraldeído para possível aplicação como suporte de imobilização enzimática. Todas as formulações testadas apresentaram resultado promissor, e o emprego de glicerina com e sem acidificação não influenciou no resultado de avaliação dos grupos aldeído e carbonila na estrutura da espuma, ou seja, todas as formulações apresentaram o glutaraldeído em sua estrutura. Contudo, as espumas sintetizadas com a glicerina acidificada apresentaram características mais desejáveis para a continuidade da presente pesquisa, pois o glutaraldeído estará ligado quimicamente a estrutura da EPU, possibilitando a sua funcionalização necessária para o processo de imobilização enzimática por ligação covalente.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES - Código Financeiro 001 e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul - FAPERGS, Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e a Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI.

## REFERÊNCIAS

ALLINGER, N.L. **Química orgânica**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1980.

CAO, L. Immobilised enzymes: science or art. **Current Opinion in Chemical Biology**. v. 9, p. 217-226, 2005.

FABER, K. **Biotransformations in Organic Chemistry**. 6. ed. Berlin: Springer-Verlag, 2011.

GUISÁN, J. M. Aldehyde gels as activated support for immobilization–stabilization of enzymes. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 10, p. 375-382, 1988.

LÓPEZ-GALLEGO, F. et al. Improved stabilization of chemically aminated enzymes via multipoint covalent attachment on glyoxyl supports. **Journal of Biotechnology**, v. 116, p.1-10, 2005.

MICHAELI, W. et al. **Tecnologia dos plásticos**. 1. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1995.

MORRISON, R. T.; BOYD, R; N. **Química Orgânica**. 16. ed. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 2011.

VILAR, W. D. **Química e Tecnologia dos Poliuretanos**. 2. ed., Rio de Janeiro: Vilar Consultoria, 1999.

## ESTUDO DA ESTABILIDADE OPERACIONAL DE PECTINASE COMERCIAL IMOBILIZADA EM SUORTE DE PARAFINA FUNCIONALIZADA

Carolina E. Demaman Oro<sup>1</sup>; Tiago dos Santos Gonçalves<sup>1,2</sup>; Andressa Franco Denti<sup>1</sup>; Bethina Pascuetti Tres<sup>1</sup>; Marcelo Luis Mignoni<sup>1</sup>; Rogério Marcos Dallago<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Av. Sete de Setembro, 1621, 99709-910, Erechim, RS, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia de Alimentos, IFC – Instituto Federal Catarinense, 89703-720, Concórdia, SC, Brasil.

**RESUMO:** A avaliação da estabilidade operacional de um suporte de parafina com carvão ativado para imobilização covalente com o intuito de reduzir e simplificar as metodologias de produção de suportes foi o objetivo principal do presente estudo. No presente trabalho, a parafina foi avaliada como suporte para imobilização enzimática de pectinase comercial através do método de ligação covalente, utilizando o glutaraldeído como agente de ligação entre enzima e suporte. A enzima estudada foi uma pectinase comercial (Pectinex® Smash XXL), sendo o ancoramento realizado em pH 10 e o aditivo utilizado no suporte foi o carvão ativado (1% m/m). A atividade enzimática foi realizada em função da exopoligalacturonase (PG) pela quantificação do ácido galacturônico produzido na reação de hidrólise da pectina cítrica, utilizando o método do ácido 3,5 dinitrosalicílico. Como resposta, o suporte apresentou potencial para ser reutilizado mais de 20 vezes (atividade residual de aproximadamente 100%), o que demonstra o sucesso do processo.

**Palavras-chave:** Exo- poligalacturonase. Funcionalização. Glutaraldeído.

### INTRODUÇÃO

A técnica de imobilização enzimática tem grande importância por permitir a reutilização de biocatalisadores, além de viabilizar uma fácil e eficiente separação destas moléculas do meio reacional. O principal interesse em imobilizar uma enzima é obter um biocatalisador com atividade e estabilidade que não sejam afetadas durante o processo, em comparação à sua forma livre (FICANHA et al., 2020, 2021; GONÇALVES, 2018). Imobilizações podem ocorrer por diversas formas. Na imobilização por ligação covalente, normalmente a interação da enzima com o suporte se dá mediante ligação covalente entre grupos aldeído (-CHO) do suporte com os grupos aminas (-NH<sub>2</sub>) terminais das enzimas (BABAKI et al., 2015), sendo o glutaraldeído um dos reagentes mais empregados na ativação de suportes e/ou como braço espaçador (BARBOSA et al., 2012; CHAUBEY et al., 2009). Esse tipo de imobilização da enzima com o suporte apresenta elevada estabilidade química, minimiza perdas da enzima por lixiviação, e permite um maior número de ciclos.

Tendo em vista a escassez de relatos na literatura sobre a imobilização enzimática covalente em parafina, o objetivo do presente trabalho baseou-se em uma proposta de imobilização covalente da enzima pectinolítica comercial Pectinex® Smash XXL utilizando como suporte parafina funcionalizada com carvão ativado, buscando avaliar a estabilidade operacional do suporte.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados nas instalações da Universidade Regional e Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI). No presente trabalho, o método de ligação covalente foi empregado na imobilização da Pectinex® Smash XXL empregando como suporte a parafina com funcionalização *in situ* utilizando o glutaraldeído como agente de ligação entre enzima e o suporte.

Dessa forma, tem-se uma etapa a menos no processo de imobilização da pectinase, que ocorre normalmente com a produção do suporte e posteriormente a funcionalização do mesmo com grupos funcionais livres (aldeídos neste caso) para realizarem a ligação covalente com grupos amina desprotonados da enzima, produzindo uma imina, mais conhecida por base de Schiff. Os testes de imobilização enzimática em suporte de parafina foram conduzidos baseados no preceito da ligação covalente entre o suporte e a enzima.

Para a base do suporte foi escolhida a parafina, a qual foi obtida no comércio local, assim como o carvão ativado. O glutaraldeído 50% (Vetec®) e a solução tampão de amônia (pH 10) foram previamente preparadas utilizando os reagentes de grau analítico do laboratório da URI-Erechim. A enzima utilizada no presente estudo foi a Pectinex® Smash XXL, gentilmente cedida pela Novozymes Latin. America Ltda, onde foi mensurada a atividade para a exo-poligalacturonase (PG).

### *Síntese do suporte*

Para a síntese do suporte, 10 g de parafina foram adicionadas a um béquer e submetidas ao aquecimento com auxílio de uma placa de aquecimento, até atingir o completo derretimento da mesma e então, adicionou-se o carvão ativado (1% m/m). Após a obtenção da solução homogênea, a mesma foi vertida em um béquer com água fria para solidificação. Após decorrido alguns minutos, o suporte foi retirado da água, seco com papel toalha e quebrado manualmente em pequenos pedaços.

Para a funcionalização dos suportes, utilizou-se uma solução de glutaraldeído 50% em tampão pH 10 a fim de se obter uma base conjugada de Schiff. Para cada teste de funcionalização, adicionou-se aproximadamente 10 g de suporte em um erlenmeyer contendo 15 mL de solução tampão (pH 10), 35 mL de água destilada e 6 mL de glutaraldeído (50%). A mistura ficou por 1h 30min em shaker a 20 °C com agitação a 200 rpm. Após, filtrou-se o suporte com papel filtro e o mesmo foi lavado com água destilada para a remoção do excesso de tampão e glutaraldeído. O suporte foi deixado em temperatura ambiente por 6 horas antes da etapa de imobilização.

### *Imobilização enzimática*

Após a síntese e funcionalização do suporte de parafina foi realizada a imobilização enzimática utilizando uma enzima pectinolítica. Para a imobilização, utilizou-se 1,5 g de suporte, o qual foi adicionado em um erlenmeyer contendo 15 mL de solução tampão (pH 10), 35 mL de água destilada e 2 mL de extrato enzimático. A solução ficou por 1h30min em shaker a 20°C com agitação a 200 rpm. Após, filtrou-se o suporte com papel filtro e o mesmo foi lavado com água destilada para a remoção do excesso da solução contendo tampão e extrato enzimático. O suporte foi deixado em temperatura ambiente até a realização dos testes de atividade enzimática.

### *Atividade de exo-poligalacturonase (PG)*

A atividade de PG da pectinase comercial foi estimada pela quantificação do ácido galacturônico produzido na reação de hidrólise da pectina cítrica, utilizando o método do ácido 3,5 dinitrosalicílico descrito por Miller (1959) e uma curva de calibração estabelecida com ácido  $\alpha$ -D-galacturônico (massa molecular 212,6 g/mol) como açúcar redutor e o reagente DNS (ácido 3,5 dinitrosalicílico).



Um volume de 500  $\mu\text{L}$  de substrato (0,5 % m/v em tampão acetato de sódio 100 mM; pH 4,5) foi incubado a 37 °C por 15 minutos para a estabilização de temperatura. A seguir, 500  $\mu\text{L}$  da solução de pectinase foram adicionados ao substrato e a reação foi incubada a 37 °C por 5 minutos. Posteriormente, foram adicionados 1000  $\mu\text{L}$  do reagente DNS. Para a formação da cor, a mistura foi aquecida em banho maria a 100 °C por 8 minutos, resfriada em banho de gelo, após foram adicionados 8 mL de solução de tartarato duplo de sódio potássio (50 mM) para a estabilização da cor, e finalmente as absorbâncias das amostras foram medidas em um espectrofotômetro (Beckman Coutler, modelo DU640) a 540 nm contra o branco, o qual foi preparado da mesma forma como descrito anteriormente, com a diferença que o volume de enzima foi substituído por água destilada.

Uma unidade de atividade pectinolítica foi definida como a quantidade de ácido galacturônico gerada por minuto ( $U = \mu\text{mol} \cdot \text{min}^{-1}$ ) por grama de imobilizado ( $U/\text{g}$ ) ou mL de extrato enzimático ( $U/\text{mL}$ ) sob as condições estudadas.

#### *Estabilidade operacional (reciclos)*

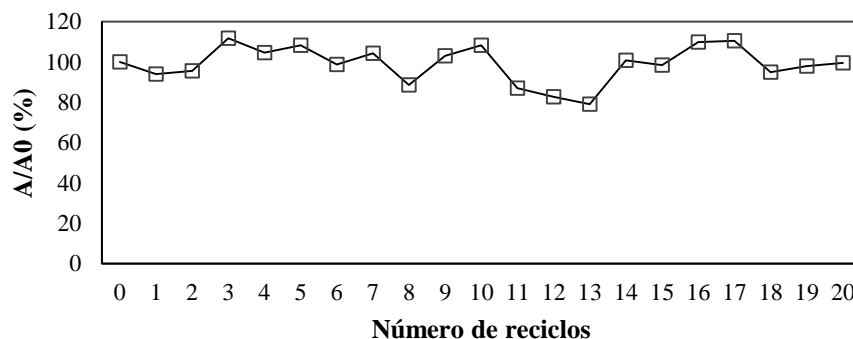
A reutilização da pectinase imobilizada nos suportes de parafina foi determinada empregando uma quantidade definida do derivado imobilizado, em sucessivos ciclos, em batelada, durante a hidrólise da pectina cítrica (0,5% m/v, pH 4,5) a 37 °C por 5 minutos, conforme a atividade de exopoligalacturonase descrita anteriormente. Após cada batelada, as amostras foram removidas do meio reacional, lavadas com água destilada e adicionadas em uma nova solução de pectina cítrica. A atividade do primeiro ciclo foi considerada como 100%. A eficiência do reuso foi calculada conforme apresentado na Equação 1.

$$\text{Reciclo (\%)} = \frac{\text{Atividade pectinolítica no ciclo } n}{\text{Atividade pectinolítica no ciclo } 1} \times 100 \quad (1)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a reutilização do imobilizado pode ser estimada em função da variação da atividade dos mesmos após cada reciclo.

**Figura 1:** Estabilidade operacional da pectinase comercial imobilizada em suporte de parafina com carvão ativado



De acordo com a Figura 1, a atividade enzimática foi mantida em aproximadamente 100% durante os 20 ciclos testados, indicando que a enzima se encontra ancorada de forma eficiente ao suporte, uma vez que não houve perda de atividade, a qual está normalmente relacionada com a

lixiviação do suporte. Ou seja, neste aspecto, pode-se observar que a enzima não está perdendo atividade.

O resultado obtido é promissor em comparação ao encontrado na literatura para a urease imobilizada por incorporação em pano de musselina impregnado com cera de parafina, a qual apresentou 8 ciclos com uma atividade residual final de 40% e mostrou perdas em todos os ciclos (Pithawala, Mishra e Bahadur, 2010).

## CONCLUSÕES

O presente trabalho relata com sucesso a funcionalização da parafina com carvão ativado utilizando glutaraldeído para aplicação como suporte de imobilização enzimática. O suporte apresentou estabilidade operacional acima de 20%. Além disso, é um método fácil, prático e de baixo custo para imobilizar enzimas comerciais.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES - Código Financeiro 001 e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul - FAPERGS, Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e a Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI.

## REFERÊNCIAS

BABAKI, M.; YOUSEFI, M.; HABIBI, Z.; BRASK, J.; MOHAMMADI, M. Preparation of highly reusable biocatalysts by immobilization of lipases on epoxy-functionalized silica for production of biodiesel from canola oil. **Biochemical Engineering Journal**, v. 101, p. 23-31, 2015.

BARBOSA, O.; TORRES, R.; ORTIZ, C.; FERNANDEZ-LAFUENTE, R. Versatility of glutaraldehyde to immobilize lipases: Effect of the immobilization protocol on the properties of lipase B from *Candida antarctica*. **Process Biochemistry**, v. 47, n. 8, p. 1220-1227, 2012.

CHAUBEY, A.; PARSHAD, R.; TANEJA, S. C.; QAZI, G. N. *Arthrobacter* sp. lipase immobilization on magnetic sol-gel composite supports for enantioselectivity improvement. **Process Biochemistry**, v. 44, n. 2, p. 154-160, 2009.

FICANHA, A. M. M.; ANTUNES, A.; ORO, C. E. D.; DALLAGO, R. M.; MIGNONI, M. L. Immobilization of *Candida antarctica* B (CALB) in Silica Aerogel: Morphological Characteristics and Stability. **Biointerface research in applied chemistry**, v. 10, n. 6, p. 6744-6756, 2020.

FICANHA, A. M. M.; ANTUNES, A.; ORO, C. E. D.; FRANCESCHI, E.; DALLAGO, R. M.; MIGNONI, M. L. Immobilization of Lipase CALB in Organically Modified Silica. **Biointerface research in applied chemistry**, v. 11, n. 1, p. 7814-7825, 2021.

GONÇALVES, T. DOS S. **Produção e funcionalização “in situ” de espuma de poliuretano sintetizado na presença de glutaraldeído.** 2018. 128f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – URI Câmpus Erechim, Erechim, RS, 2018.



## POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE ÁCIDO HIALURÔNICO POR *STREPTOCOCCUS ZOOEPIDEMICUS*

Diane Rigo<sup>1</sup>; Leonardo M. da Silva<sup>2</sup>; Gabriela de S. Banaszkeski<sup>3</sup>, Rosicler Colet<sup>4</sup>; Rogério M. Dallago<sup>5</sup>; Jamile Zeni<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda em Engenharia de Alimentos no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da URI Erechim

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia Química da URI Erechim

<sup>3</sup>Graduanda em Medicina Veterinária na URI Erechim

<sup>4</sup>Pós-doutoranda em Engenharia de Alimentos no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da URI Erechim

<sup>5</sup>Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da URI Erechim

<sup>6</sup>Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da URI Erechim

**RESUMO:** Devido às suas características, o ácido hialurônico (AH) é um biopolímero que possui aplicações nas áreas médica, cosmética e farmacêutica. Este glicosaminoglicano pode ser obtido por extração de fontes animais, especificamente de crista de galo ou por via microbiana. No entanto, este método de obtenção tem diversas desvantagens. Por esse motivo diversas cepas microbianas têm sido estudadas para a síntese de AH com destaque para o *Streptococcus zooepidemicus* devido ao seu elevado rendimento na síntese deste biopolímero. Face ao exposto, este trabalho foi realizado com a finalidade de fornecer uma revisão bibliográfica sobre o potencial de produção de AH por *S. zooepidemicus* e as condições operacionais utilizadas por este microrganismo. A produção de AH por *S. zooepidemicus* utiliza faixas de pH e temperatura que não diversificam muito, (entre 6 e 8 e 37°C, respectivamente), diferentemente da agitação, que pode variar de 90 a 500 rpm. A aeração pode oscilar de 0,1 a 2 vvm. Os diferentes resultados encontrados (0,007 até 6,74 g/L) também estão relacionados aos meios de produção (sintéticos ou de resíduos agroindustriais) e a variação das condições experimentais (pH, temperatura, agitação e aeração). Todos estes fatores fazem desta cepa uma das mais utilizadas para pesquisas nesta área.

**Palavras-chave:** Microrganismo. Biopolímero. Bioprodução.

### INTRODUÇÃO

O hialuronano (AH) é um polímero glicosaminoglicano (GAG) linear com unidades repetidas de  $\beta$ -1,3-N-acetil glucosamina e  $\beta$ -1,4-D-ácido glucurônico ligados entre si (GUNASEKARAN; GOWDHAMAN; PONNUSAMI, 2020). Ele é o único GAG que não é sulfatado e não está ligado a proteínas. Geralmente é composto de 100 a 20.000 unidades repetidas e tem um peso molecular entre  $10^5$  e  $10^8$  Da, em contraste com os outros GAGs que são menores em tamanho (ABDALLAH et al., 2020).

Este biopolímero apresenta alta viscosidade e elasticidade e é abundante na matriz extracelular dos tecidos conjuntivos dos vertebrados. Devido à sua alta biocompatibilidade, o AH possui várias aplicações nas áreas médica, cosmética e farmacêutica (MANFRÃO-NETTO et al., 2021).

A produção de AH era realizada através da extração de fontes animais, principalmente de crista de galo. No entanto, este método de produção tem diversas desvantagens, pois apresenta necessidade de processos extensos e severos de purificação para separar o AH de outras moléculas já que o mesmo é um emaranhado de glicosaminoglicanos ligados com proteínas, além envolver riscos de contaminação

por vírus. Por essas razões, a produção microbiana de AH começou a ser investigada (FERREIRA et al., 2021).

Algumas cepas de *Streptococcus* sp., como *Streptococcus zooepidemicus*, *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus pyrogenes* e *Streptococcus equisimilis* sintetizam precursores de AH, mas durante as últimas 3 décadas, *S. zooepidemicus* tem estado em destaque na indústria de produção de AH devido ao seu elevado rendimento na síntese deste biopolímero (MOHAN et al., 2019).

A síntese de AH pela via microbiana possibilita a utilização de uma grande variedade de fontes de meios para a bioprodução. No entanto, as fontes de carbono, nitrogênio e sais devem ser avaliadas para que não haja excesso e nem falta desses nutrientes nos substratos. Além disso, fatores como pH, temperatura, agitação e aeração devem ser levados em conta, visto que cada microrganismo possui suas exigências nutricionais e condições ambientais para manter suas necessidades fisiológicas funcionando adequadamente (ARSLAN; AYDOGAN, 2021). Além disso, os métodos de separação e purificação geralmente são realizados através da combinação sequencial de diferentes métodos garantindo, assim, a segurança e qualidade final do biopolímero (CAVALCANTI et al., 2020).

Neste contexto, este trabalho foi realizado com a finalidade de fornecer uma revisão bibliográfica sobre o potencial de produção de AH por *Streptococcus zooepidemicus* e as condições operacionais utilizadas por este microrganismo.

## METODOLOGIA

Para a realização da revisão bibliográfica foram realizadas buscas por artigos científicos, localizados nas bases de dados online/portais de pesquisa: Scielo (Scientific Eletronic Library Online), Science Direct e Google Scholar, publicados do ano de 2006 a 2021.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Investigações sobre a produção de AH por fermentação microbiana começaram a aparecer na década de 1980 utilizando o *Streptococcus zooepidemicus* e evoluiu rapidamente ao longo das décadas, sendo que este microrganismo foi usado pela primeira vez para produção comercial durante este período e se estende até hoje. No entanto, existem alguns desafios que persistem no processo de fermentação de *S. zooepidemicus*: a viscosidade do caldo de fermentação aumenta dramaticamente quando o teor de AH atinge acima de 4 g/L, e o oxigênio dissolvido (OD) é reduzido drasticamente, dificultando o acúmulo de biomassa e rendimento de AH; durante o consumo de carbono, a concentração de OD cai rapidamente podendo levar ao acúmulo de subprodutos da via anaeróbia, como o lactato (YAO et al., 2021).

Como estas bactérias adquiriram a capacidade de sintetizar o AH ainda é um debate, mas a bactéria *Streptococcus* precisa de três genes diferentes para produzir cápsula de AH (VIGETTI et al., 2014). Os genes *hasA*, *hasB* e *hasC* são transcritos em um operon e codificam a ácido hialurônico sintase, UDP-glicose desidrogenase e UDP-glicose pirofosforilase, respectivamente. O microrganismo *S. zooepidemicus*, contém mais dois genes adicionais (*hasD* e *hasE*) que codificam acetiltransferase, pirofosfatase e fosfoglicose isomerase, ativando vias metabólicas adicionais para promover a síntese de AH (YAO et al., 2021).

Segundo Chahuki et al. (2019), a síntese microbiana de AH é um processo intensivo em energia e carbono, onde aproximadamente 5% da fonte de carbono é responsável pela síntese de AH, enquanto

o crescimento celular e a produção de lactato e acetato consomem cerca de 10 e 80% da fonte de carbono, respectivamente. O ácido UDP-glucurônico e a UDP-N-acetil glucosamina são precursores tanto do AH quanto da biossíntese da parede celular. Assim, acaba ocorrendo uma competição por fontes de energia e carbono entre a biossíntese de AH e o crescimento celular. A biossíntese de AH também enfrenta uma forte competição entre a biossíntese da parede celular e a via glicolítica. Nesse sentido, reduzir o crescimento celular e a via glicolítica podem ser alternativas para se obter uma maior quantidade de AH.

A temperatura é considerada um parâmetro fundamental para a fermentação, pois pode modificar tanto a concentração máxima de AH quanto seu peso molecular médio (CAVALCANTI et al., 2020). A temperatura afeta a taxa de reações bioquímicas, a atividade catalítica de enzimas intracelulares dos microrganismos o tempo de geração e atividade do microrganismo envolvido (LIU et al., 2018).

Os níveis de oxigênio dissolvido (OD) afetam os potenciais redox intracelulares e as cargas de energia e coeficientes de transferência de massa de oxigênio, que, por sua vez, interferem no metabolismo microbiano. A disponibilidade de OD no processo de fermentação de AH é um fator importante, e as concentrações de OD mostraram afetar significativamente a eficiência da síntese de AH (YAO et al., 2021).

Segundo Huang; Chen; Chen, (2007) a principal função da agitação é misturar o caldo. A agitação vigorosa favorece a absorção de oxigênio, mas não auxilia diretamente na produção de AH; em contraste, a agitação vigorosa resultaria em um tempo de operação mais longo.

Em particular, o AH é altamente sensível a alterações de pH: em ambientes ácidos e alcalinos, ocorre um equilíbrio crítico entre as forças repulsivas e atrativas, e quando o pH é inferior a quatro ou superior a 11, AH é degradado por hidrólise. Em condições alcalinas, esse efeito é mais pronunciado, devido ao rompimento das ligações H, que participam da organização estrutural das cadeias de AH (FALLACARA et al., 2018).

A Tabela 1 apresenta alguns trabalhos de produção de AH e suas respectivas condições reacionais.



Tabela 1: Produção de ácido hialurônico por via microbiana

Microrganismo	Meio de produção	H	(C°)	A gitação (rpm)	A eração (vvm)	H (g/L)	Referência	
<i>S. zooepidemicus</i> ATCC 35246	Soro e hidrolisado de soro de leite (diversas concentrações); glicose (50 g/L); lactose (50 g/L); extrato de levedura (5 g/L); triptona (15 g/L)	,7	7	00	5	1	Amado et al. (2016)	
	Glicose (50 g/L); extrato de levedura (5 g/L); triptona (15 g/L); nanopartículas magnéticas (diversas concentrações)		7	00	5 em aeração	0,435	Yasser; Mohamed; Samer, (2018)	
	Melaço de cana de açúcar e água de maceração de milho (50 g/L); extrato de levedura (5 g/L); Triptona (15 g/L)	,7	7	00	5	1	,48	Amado et al. (2017)
<i>S. zooepidemicus</i> MTCC 3523	Açúcar de palma (10,0–50 g/L); fontes diversas de nitrogênio (17,5 g/L)		7	00	2	1	,22	Rohit et al. (2018)
	Glicose (10–60 g/L); extrato de levedura (10 g/L)		7	00	4	D	,345	Mohan et al. (2019)
<i>S. zooepidemicus</i> ATCC 39920	<b>Suco de caju; extrato de levedura (60 g/L)</b>	<b>,5</b>	<b>7</b>	<b>50</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>,007</b>	<b>Macedo, (2006)</b>
	Hidrolisado concentrado de soja; soro de leite; suco de caju; licor de maceração de milho	,5	7	50	1	D	,89	Pires et al. (2010)
	Maltodextrina (30 g/L); extrato de levedura (5 g/L)	,4	7	0	9	A eração natural	,92	Aroskar; Kamat; Kamat (2013)
	Sacarose (20 g/L); caseína hidrolisada (25 g/L); extrato de levedura (3,5 g/L)		7	00	4	2	,10	Rangaswamy; Jain (2008)
	Glicose (30 g/L); extrato de levedura (10 g/L)	,2	7	00	2	1		Shah; Badle; Ramachandran (2013)
	Glucose (50 g/L); extrato de levedura (20 g/L); solução com oligoelementos		7	00	2	D	,226	Wang et al. (2021)

	Extrato de levedura (variando de 14,65 a 85,35 g/L; melação de cana (variando de 14,65 a 85,35 g/L)	7	50	1	0	,5	,825	Pan et al. (2017)
	Glicose (25 g/L); extrato de levedura (60 g/L)	7	I	D	2	,5		Ferreira et al. (2021)
<i>S. zooepidemicus</i> WSH-24	Extrato de levedura (25 g/L); sacarose (70 g/L)	7	94	2	,5	1	,2	Liu et al. (2010)
<i>S. zooepidemicus</i> NJUST01	Amido (5%); glicose (0,5%); extrato de levedura (0,5%)	7	20	2	A	eração natural	,74	Zhang et al. (2006)
<i>S. zooepidemicus</i> 3523-7	Glicose (diferentes concentrações); extrato de levedura (diferentes concentrações)	7	I	D	I	D	,38	Kotra et al. (2013)

DI: Dados Não Informados.

Fonte: O Autor (2021).

Dentre os trabalhos encontrados na literatura, referentes ao *Streptococcus zooepidemicus*, a faixa de pH e temperatura são fatores que não variam muito (entre 6 e 8 e 37°C, respectivamente), diferentemente da agitação, que pode variar de 90 a 500 rpm. A aeração utilizada nos estudos geralmente é de 1 vvm, mas ainda assim pode variar de 0,1 a 2 vvm. Os diferentes resultados obtidos (0,007 até 6,74 g/L) podem estar relacionados a utilização de diferentes meios de produção, que envolvem meios sintéticos até meios oriundos de resíduos agroindustriais, a espécie do microrganismo ou ainda a variação das condições experimentais (pH, temperatura, agitação e aeração).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ácido hialurônico possui diversas finalidades/aplicações, em inúmeras áreas como a farmacêutica, médica, estética, entre outras, fazendo com que a procura comercial por este biopolímero aumente a cada ano. Frente a isso, o microrganismo *Streptococcus zooepidemicus* destaca-se em relação a outros devido à sua capacidade de produção de AH ser elevada. Desta forma esta cepa têm o potencial para ser utilizada nas pesquisas de diversas áreas.

## REFERÊNCIAS

ABDALLAH, M. M.; FERNÁNDEZ, N.; MATIAS, A. A.; BRONZE, M. do R. Hyaluronic acid and Chondroitin sulfate from marine and terrestrial sources: Extraction and purification methods. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 243, n. May, p. 116441, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116441>.

AMADO, I. R.; VÁZQUEZ, J. A.; PASTRANA, L.; TEIXEIRA, J. A. Cheese whey: A cost-effective alternative for hyaluronic acid production by *Streptococcus zooepidemicus*. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 198, p. 54–61, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.062>.

AMADO, I. R.; VÁZQUEZ, J. A.; PASTRANA, L.; TEIXEIRA, J. A. Microbial production of hyaluronic acid from agro-industrial by-products: Molasses and corn steep liquor. **Biochemical Engineering Journal**, [s. l.], v. 117, p. 181-187, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bej.2016.09.017>.

AROSKAR, V. J.; KAMAT, S. D.; KAMAT, D. V. Effect of Various Nutritional Supplements on Hyaluronic Acid Production. **IIOAB Letters**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 16-24, 2013.

ARSLAN, N. P.; AYDOGAN, M. N. Evaluation of Sheep Wool Protein Hydrolysate and Molasses as Low-Cost Fermentation Substrates for Hyaluronic Acid Production by *Streptococcus zooepidemicus* ATCC 35246. **Waste and Biomass Valorization**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 925-935, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01062-w>.

CAVALCANTI, A. D. D.; MELO, B. A. G. De; FERREIRA, B. A. M.; SANTANA, M. H. A. Performance of the main downstream operations on hyaluronic acid purification. **Process Biochemistry**, [s. l.], v. 99, n. August, p. 160-170, 2020.

CHAHUKI, F. F.; AMINZADEH, S.; JAFARIAN, V.; TABANDEH, F.; KHODABANDEH, M.



Hyaluronic acid production enhancement via genetically modification and culture medium optimization in *Lactobacillus acidophilus*. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 121, p. 870-881, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.10.112>.

FALLACARA, A.; BALDINI, E.; MANFREDINI, S.; VERTUANI, S. Hyaluronic acid in the third millennium. **Polymers**, [s. l.], v. 10, n. 7, 2018.

FERREIRA, R. G.; AZZONI, A. R.; SANTANA, M. H. A.; PETRIDES, D. Techno-economic analysis of a hyaluronic acid production process utilizing streptococcal fermentation. **Processes**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 1-16, 2021.

GUNASEKARAN, V.; GOWDHAMAN, D.; PONNUSAMI, V. Role of membrane proteins in bacterial synthesis of hyaluronic acid and their potential in industrial production. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 164, p. 1916-1926, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.08.077>.

HUANG, W. C.; CHEN, S. J.; CHEN, T. L. Modeling the microbial production of hyaluronic acid. **Journal of the Chinese Institute of Chemical Engineers**, [s. l.], v. 38, n. 3-4, p. 355-359, 2007.

KOTRA, S. R.; VENKATESWARULU, T. C.; BABU, D. J.; SUDHEER, Y.; REDDY, K. S.; PERAVALI, J. B.; PULICHERLA, K. K. Cost Effective Media Optimization for the Enhanced Production of Hyaluronic Acid Using a Mutant Strain *Streptococcus zooepidemicus* 3523-7: A Statistical Approach. **International Journal of Advanced Science and Technology**, [s. l.], v. 60, n. August 2017, p. 83-96, 2013.

LIU, J.; WANG, Y.; LI, Z.; REN, Y.; ZHAO, Y.; ZHAO, G. Efficient production of high-molecular-weight hyaluronic acid with a two-stage fermentation. **RSC Advances**, [s. l.], v. 8, n. 63, p. 36167-36171, 2018.

LIU, L.; WANG, M.; SUN, J.; DU, G.; CHEN, J. Application of a novel cavern volume controlled culture model to microbial hyaluronic acid production by batch culture of *Streptococcus zooepidemicus*. **Biochemical Engineering Journal**, [s. l.], v. 48, n. 2, p. 141-147, 2010.

MACEDO, A. C. De. Estudo da Produção de Ácido Hialurônico por Fermentação de *Streptococcus zooepidemicus* em Substrato de Caju (*Anacardium occidentale* L.). [s. l.], p. 232, 2006.

MANFRÃO-NETTO, J. H. C.; QUEIROZ, E. B.; RODRIGUES, K. A.; COELHO, C. M.; PAES, H. C.; RECH, E. L.; PARACHIN, N. S. Evaluation of *ogataea* (*Hansenula polymorpha*) for hyaluronic acid production. **Microorganisms**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 1-16, 2021.

MOHAN, N.; PAVAN, S. S.; ACHAR, A.; SWAMINATHAN, N.; SIVAPRAKASAM, S. Calorespirometric investigation of *Streptococcus zooepidemicus* metabolism: Thermodynamics of anabolic payload contribution by growth and hyaluronic acid synthesis. **Biochemical Engineering Journal**, [s. l.], v. 152, n. August, p. 107367, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bej.2019.107367>.

PAN, N. C.; PEREIRA, H. C. B.; DA SILVA, M. L. C.; VASCONCELOS, A. F. D.; CELLIGOI, M. A. P. C. Improvement Production of Hyaluronic Acid by *Streptococcus zooepidemicus* in Sugarcane Molasses. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, [s. l.], v. 182, n. 1, p. 276-293, 2017.

PIRES, A. M. B.; MACEDO, A. C.; EGUCHI, S. Y.; SANTANA, M. H. A. Microbial production of hyaluronic acid from agricultural resource derivatives. **Bioresource Technology**, [s. l.], v. 101, n. 16, p. 6506-6509, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2010.03.074>.

RANGASWAMY, V.; JAIN, D. An efficient process for production and purification of hyaluronic acid from *Streptococcus equi subsp. zooepidemicus*. **Biotechnology Letters**, [s. l.], v. 30, n. 3, p. 493-496, 2008.

ROHIT, S. G.; JYOTI, P. K.; SUBBI, R. R. T.; NARESH, M.; SENTHILKUMAR, S. Kinetic modeling of hyaluronic acid production in palmyra palm (*Borassus flabellifer*) based medium by *Streptococcus zooepidemicus* MTCC 3523. [s.l.] : **Elsevier B.V.**, v.137, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bej.2018.06.011>.

SHAH, M. V.; BADLE, S. S.; RAMACHANDRAN, K. B. Hyaluronic acid production and molecular weight improvement by redirection of carbon flux towards its biosynthesis pathway. **Biochemical Engineering Journal**, [s. l.], v. 80, p. 53-60, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bej.2013.09.013>.

VIGETTI, D.; KAROUSOU, E.; VIOLA, M.; DELEONIBUS, S.; DE LUCA, G.; PASSI, A. Hyaluronan: Biosynthesis and signaling. **Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects**, [s. l.], v. 1840, n. 8, p. 2452-2459, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbagen.2014.02.001>.

WANG, J.; HE, W.; WANG, T.; LI, M.; LI, X. Sucrose-modified iron nanoparticles for highly efficient microbial production of hyaluronic acid by *Streptococcus zooepidemicus*. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, [s. l.], v. 205, n. April, p. 111854, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2021.111854>.

YAO, Z. Y.; QIN, J.; GONG, J. S.; YE, Y. H.; QIAN, J. Y.; LI, H.; XU, Z. H.; SHI, J. S. Versatile strategies for bioproduction of hyaluronic acid driven by synthetic biology. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 264, p. 118015, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118015>.

YASSER A. A.; MOHAMED I. K.; SAMER, H. Evaluation of magnetic nanoparticles influence on hyaluronic acid production from *Streptococcus equi*. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 192, p. 135-142, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.03.037>.

ZHANG, J.; DING, X.; YANG, L.; KONG, Z. A serum-free medium for colony growth and hyaluronic acid production by *Streptococcus zooepidemicus* NJUST01. **Applied Microbiology and Biotechnology**, [s. l.], v. 72, n. 1, p. 168-172, 2006.

## AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA, ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E BACTERICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE ALECRIM, CANELA, CRAVO E MANJERICÃO

Janier Sirena<sup>1</sup>; Bruna Maria Saorin Puton<sup>1</sup>; Felipe Zaniol<sup>2</sup>; Jacir Dal Magro<sup>3</sup>; Natália Paroul<sup>1</sup>; Rogério Luis Cansian<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, URI Erechim

<sup>2</sup> Graduação em Engenharia Química, UNOCHAPECÓ

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, UNOCHAPECÓ

**RESUMO:** A busca por uma alimentação mais saudável e a crescente demanda por opções de aditivos alimentares naturais tem impulsionado a indústria de alimentos na busca por alternativas naturais. As plantas aromáticas e seus componentes tem demonstrado potencial, sendo que a maioria de suas propriedades estão associadas aos óleos essenciais. Estudos tem demonstrado que os óleos essenciais são potenciais substitutos antimicrobianos e antioxidantes sintéticos para alimentos. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química dos óleos essenciais de alecrim, canela, cravo e manjeriço bem como suas atividades antioxidante e bactericida. Mostrando que os compostos identificados nos óleos essenciais avaliados estavam em conformidade ao que se apresenta na literatura, no óleo essencial de canela destaca-se a presença cinamaldeído (39,24%), no óleo essencial de cravo a presença de eugenol (68,86%) e beta-cariofileno (19,82%), no óleo essencial de alecrim alfa-pineno (42,81%) e no óleo essencial de manjeriço o estragol (51,81%) e o eugenol (26,63%). A atividade antioxidante o óleo essencial de cravo apresentou um IC<sub>50</sub> de 0,076 mg/mL, enquanto que o óleo essencial de canela apresentou um valor de IC<sub>50</sub> 0,87 mg/mL. Todos os óleos essenciais avaliados apresentaram atividade bactericida frente as bactérias *Salmonella choleraesuis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*. Sendo que o óleo essencial de canela apresentou atividade bactericida também para *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*.

**Palavras-chave:** *Rosmarinus officinalis*. *Cinnamomum cassia*. *Eugenia caryophyllus*. *Ocimum basilicum*. DPPH. CIM. CBM.

### INTRODUÇÃO

As plantas aromáticas têm demonstrado potencial biológico, sendo que muitas de suas propriedades estão associadas aos óleos essenciais. Sendo estas misturas complexas de substâncias odoríferas, geralmente líquidas e voláteis, formados principalmente por monoterpenos, sesquiterpenos ou fenilpropanoides. São produtos do metabolismo secundário, provenientes de folhas, flores, caule, casca ou raízes (CALO et al., 2015; BAŞER; BUCHBAUER, 2016; BHAVANIRAMYA et al., 2019).

Os constituintes dos óleos essenciais podem pertencer às mais diversas classes de compostos, porém os terpenos e os fenilpropanos são as classes de compostos mais comumente encontradas. Os terpenos encontrados com maior frequência nos óleos essenciais são os



monoterpenos e sesquiterpenos, bem como os diterpenos, constituintes minoritários dos óleos essenciais (ZUZARTE; SALGUEIRO, 2015; BAŞER; BUCHBAUER, 2016).

No que abrange os óleos essenciais, as ervas e temperos comumente utilizados na alimentação fornecem grande parte dos óleos essenciais em estudo. Aliado a isso, a crescente preocupação com uma melhor qualidade de vida está diretamente ligada à alimentação, e isso tem estimulado a indústria de alimentos na busca por alternativas que, além de cumprirem suas funções nutricionais básicas, ofereçam maiores benefícios à saúde. Esta demanda também levou ao interesse crescente da indústria de alimentos em substituir ingredientes sintéticos por naturais, utilizando compostos bioativos, em especial os óleos essenciais (MCCLEMENTS; BAI; CHUNG, 2017; BAZANA, CODEVILLA, MENEZES, 2019).

Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química dos óleos essenciais de alecrim, canela, cravo e manjeriço bem como suas atividades antioxidante e bactericida.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados neste estudo óleos essenciais comerciais (Ferquima) de folhas de alecrim (*Rosmarinus officinalis*), de folhas de canela (*Cinnamomum cassia*), de botões de cravo (*Eugenia caryophyllus*) e de folhas de manjeriço (*Ocimum basilicum*).

### Caracterização química por cromatografia gasosa (CG) e espectrometria de massa (MS)

Os compostos químicos dos óleos essenciais foram avaliados por cromatografia gasosa e espectrometria de massas. Amostra de 1 µL de óleo essencial foi diluída com 1:20 (v:v) n-hexano e injetado em equipamento GC-FID (7890B) (Agilent Technologies, Santa Clara, Califórnia, EUA) acoplado a um espectrômetro de massas quadripolar (5977A) (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, EUA) com injetor automático AOC20i (Shimadzu <sup>TM</sup>, Kyoto, Japão) e um coluna capilar HP-5MS 5% Phenyl Methyl Silox (30 m × 250 µm × 0,25 µm), tendo como gás carreador o hélio (1,5 mL/min). A eluição ocorreu em 70 °C com taxa de aquecimento de 10 °C/min até 260 °C, e nova taxa de aquecimento de 40 °C/min até 300 °C, totalizando uma corrida de 20min. Para detecção, a energia de ionização da fonte foi de 70 eV, com faixa de monitoramento de massas m/z 40-300.

A análise qualitativa dos compostos foi realizada integrando o pico e comparando os tempos de retenção; n-alcano C8-C30 homólogo série determinando o índice de retenção linear (LRI) de acordo com Van Den Dool e Kratz (1963); razão massa / carga para cada composto, fórmula molecular, massa molecular e índice de similaridade de acordo com a biblioteca NIST 5.01 (Mass Spectra Library, EUA).

### Análises de atividade antioxidante

A atividade antioxidante dos óleos essenciais foi realizada pela metodologia fundamentada na medida da extinção da absorção do radical 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH) em 515 nm. A determinação da atividade antioxidante foi realizado de acordo com o método de Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) com modificações. A técnica foi aplicada para os óleos

essenciais e seus respectivos encapsulados e consiste na incubação por 30 min. de 500 µL de uma solução etanólica de DPPH 0,1 mM com 500µL de soluções contendo concentrações crescentes dos OEs em álcool etílico (0,0025 a 5 mg/mL). A solução controle foi obtida substituindo-se 500 µL da amostra por 500 µL de álcool etílico. Para a solução denominada “branco” foi utilizada uma mistura OE – álcool etílico sem DPPH, os ensaios foram realizados em triplicata, por método espectrofotométrico em espectrofotômetro UV-Visível (Pró-análise®, UV-1600).

O percentual de inibição das amostras testadas sobre os radicais DPPH foi calculado, convertendo em porcentagem de atividade antioxidante (AA) usando a Equação 1:

$$AA (\%) = 100 - \left[ \frac{(Abs_{amostra} - Abs_{branco}) * 100}{Abs_{controle}} \right] \quad (1)$$

Onde:  $Abs_{amostra}$  é a absorbância da amostra,  $Abs_{controle}$  é a absorbância da solução controle e  $Abs_{branco}$  é a absorção do branco.

O valor do IC<sub>50</sub>, definido como a quantidade de antioxidante necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical livre DPPH, num determinado intervalo de tempo, foi determinado por meio da curva da concentração em relação à atividade antioxidante, por análise de regressão linear (SILVESTRI et al., 2010).

### Análises microbiológicas

Para determinar a atividade antimicrobiana dos óleos essenciais, três espécies de bactérias de cepas padrão Gram-negativas: *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Salmonella enterica* Sorovar Choleraesuis (ATCC 10708), e três Gram-positivas: *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212) foram utilizadas. As cepas foram previamente crescidas em meio Luria Bertani (LB) (10 g/L de triptona, 5 g/L de extrato de levedura e 5 g/L de NaCl) durante 24 h a 36 ± 1 °C em estufa bacteriológica (J.PROLAB JP 101). Após esse período a suspensão bacteriana correspondia a aproximadamente 10<sup>8</sup> células/mL.

#### Concentração inibitória mínima (CIM)

Realizou-se microdiluições seriadas dos óleos essenciais com caldo LB com 1% de DMSO (dimetilsulfóxido), em microplacas de ELISA até a obtenção das concentrações de 50, 25, 12,50, 6,25, 3,13, 1,56, 0,78, 0,39, 0,20 mg/mL. Em seguida inoculou-se 10 µL de bactéria, efetuou-se a leitura (0 h) em leitor de microplaca ELISA (Bio Tek Instruments EL 800) no comprimento de onda de 490 nm, e incubou-se a placa por 24 h a 36 ± 1 °C em estufa bacteriológica. Após esse período realizou-se a leitura (24 h) da microplaca em leitor microplaca ELISA e averiguou-se a diferença da turbidez provocada pelo crescimento microbiano após este período em relação ao tempo inicial (GAIO et al., 2015). A CIM foi definida como a menor concentração do óleo em mg/mL, capaz de inibir o crescimento microbiano.

#### Concentração bactericida mínima (CBM)

Para a realização da Concentração Bactericida Mínima (CBM), dos poços que houve efeito inibidor no teste de CIM, um volume de 10  $\mu$ L foi transferido para microplacas de ELISA contendo 150  $\mu$ L caldo LB com 1% de DMSO. A concentração bactericida mínima foi considerada a menor onde não houve crescimento bacteriano após 24 h de incubação a  $36 \pm 1$  °C.

### **Análise estatística dos dados**

Os resultados foram tratados estatisticamente por análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Uma análise de componentes principais (PCA pela função “pca” no pacote “labdsv”) com base na matriz de correlação de autovalores e autovetores, usada para ordenar os efeitos antioxidantes e atividades bactericidas em compostos químicos para os diferentes óleos essenciais. Todas as análises foram realizadas no programa R (vs. 3.6.3 de 2020-02-29; R Development Core Team, Viena, Áustria).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Caracterização química por cromatografia gasosa (CG) e espectrometria de massa (MS)**

Os compostos presentes nos óleos essenciais de alecrim (*Rosmarinus officinalis*), canela (*Cinnamomum cassia*), cravo (*Eugenia caryophyllus*) e manjerição (*Ocimum basilicum*) são apresentados na Tabela 1. No óleo essencial de alecrim dentre os compostos identificados, os compostos encontrados em maior quantidade foram: alfa-pineno (42,81%), eucaliptol (26,92%), borneol (23,24%) e beta-cariofileno (2,27%), o que está coerente com o que traz a literatura (HERNÁNDEZ et al., 2016).

No óleo essencial de canela os compostos majoritários foram: cinamaldeído (39,24%), estragol (16,84%), eugenol (11,83%), beta-linalol (10,01%), beta-cariofileno (8,54%) e beta-cimeno (6,83%), resultado este que também condiz com outros estudos sobre este óleo essencial (CARDOSO-UGARTE et al., 2016; OULKHEIR et al., 2017; BHAVANIRAMYA et al., 2019). Quanto ao composto cinamaldeído, este é um agente antibacteriano de amplo espectro com um bom efeito inibitório contra *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus* e *Bacillus* sp., seu mecanismo bacteriostático se manifesta principalmente pela destruição da integridade da estrutura celular e interferindo na biossíntese de DNA e metabolismo de proteínas (YIN et al., 2020).

Para o óleo essencial de cravo os compostos encontrados em maior quantidade foram: eugenol (68,86%), beta-cariofileno (19,82%), acetato de eugenol (5,27%) e humuleno (2,58%), que também está em conformidade com o que outros autores também trazem (OULKHEIR et al., 2017; BHAVANIRAMYA et al., 2019; HASHEMINEJAD; KHODAIYAN e SAFARI, 2019, HADIDI et al., 2020). Enquanto que para o óleo essencial de manjerição os compostos majoritários foram: estragol (51,81%), eugenol (26,63%), beta-linalool (11,21%) e beta-cariofileno (4,35%), também coerente com a literatura (LI e CHANG, 2016; DRIS et al., 2017).

Dentre os compostos majoritários identificados pode-se destacar o eugenol e o beta-cariofileno, compostos estes que apresentam um alto nível de atividade antirradical (HADIDI et al, 2020).



**Tabela 1:** Compostos presentes nos óleos essenciais de Alecrim (*Rosmarinus officinalis*), Canela (*Cinnamomum cassia*), Cravo (*Eugenia caryophyllus*) e Manjeriço (*Ocimum basilicum*) (TR - Tempo de retenção (min.), A% - Percentual de área, MM - massa molar (g/gmol), FM - fórmula molecular)

Nome químico	Nome IUPAC			Óleo essencial de Alecrim		Óleo essencial de Canela		Óleo essencial de Cravo		Óleo essencial de Manjeriço	
		FM	MM	TR	A%	TR	A%	TR	A%	TR	A%
Beta-cimeno	1-metil-3-propan-2-ilbenzeno	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	134,22			3,33	6,8				
3-octen-5-ino, 2,7-dimetil-, (e) -	(E) -2,7-dimetiloct-3-en-5-ino	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136,23			3,62	1,9				
Alfa-pineno	2,6,6-trimetilbicyclo [3.1.1] hept-2-eno	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136,23	4,15	42,8						
Eucaliptol	1,3,3-trimetil-2-oxabicyclo [2.2.2] octano	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154,25	4,19	26,9			4,2	1,2	4,21	0,9
Beta-linalool	3,7-dimetilocta-1,6-dien-3-ol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154,25	4,94	2,1	4,95	10,0			4,94	11,2
Borneol	1,7,7-trimetilbicyclo [2.2.1] heptan-2-ol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154,23	5,61	23,2						
Cânfora	1,7,7-trimethylbicyclo [2.2.1] heptan-2-one	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152,23							5,62	0,6
Alcanfor	(1R, 4R) -1,7,7-trimetilbicyclo [2.2.1] heptan-2-ona	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152,23					5,6	1,1		
Alfa-terpineol	2- (4-metilciclohex-3-en-1-il) propan-2-ol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154,25	6,18	2,6						
Estragol	1-metoxi-4-prop-2-enilbenzeno	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	148,2			6,26	16,8			6,26	51,8
Cinamaldeído	(E) -3-fenilprop-2-enal	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O	132,16			6,94	39,2				
Eugenol	2-metoxi-4-prop-2-enilfenol	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	164,2			8,34	11,8	8,4	68,9	8,35	26,6
9-metoxibicyclo [6.1.0] nona-2,4,6-trieno	9-metoxibicyclo [6.1.0] nona-2,4,6-trieno	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	148,2					8,87	0,5		
Beta-cariofileno	(1R, 4E, 9S) -4,11,11-trimetil-8-metilidenebicyclo [7.2.0] undec-4-eno	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204,35	9,21	2,3	9,21	8,5	9,2	19,8	9,21	4,3
Alfa-bergamoteno	2,6-dimetil-6- (4-metilpent-3-enil) bicyclo [3.1.1] hept-2-eno	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204,35							9,33	0,6
Éster cinâmico	[(E) -3-fenilprop-2-enil] (Z) -3-aminobut-2-enoato	C <sub>13</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>2</sub>	217,26					9,43	1,6		
Humuleno	(1E, 4E, 8E) -2,6,6,9-tetrametilcicoundeca-1,4,8-trieno	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204,35					9,64	0,6	9,6	2,6
Acetato de eugenol	(2-metoxi-4-prop-2-enilfenil) acetato	C <sub>12</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	206,24					10,41	0,7	10,4	5,3
Alfa-himachalene	(4aS, 9aR) -3,5,5-trimetil-9-metilideno-2,4a, 6,7,8,9a-hexa-hidro-1H-benzo [7] anuleno	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204,35							10,61	1,3

Cis-alfa-bisaboleno	1-metil-4 - [(2Z) -6-metilhepta-2,5-dien-2-il] ciclohexeno	$C_{15}H_{24}$	204,35	10,61	0,5		
Óxido de cariofileno	(1R, 4R, 6R, 10S) -4,12,12-trimetil-9-metilideno-5- oxatriciclo [8.2.0.04,6] dodecano	$C_{15}H_{24}O$	220,35			11,2	1,1
Benzoato de benzila	benzoato de benzila	$C_{14}H_{12}O_2$	212,24	13,21	1,0		

### Atividade antioxidante

Os resultados da análise da atividade antioxidante pelos métodos de eliminação de radicais livres 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), dos óleos essenciais de alecrim (*Rosmarinus officinalis*), canela (*Cinnamomum cassia*), cravo (*Eugenia caryophyllus*) e manjerição (*Ocimum basilicum*), estão descritos na Tabela 2.

Uma atividade antioxidante mais baixa para o óleo essencial de canela (IC<sub>50</sub> 0,87 mg/mL) em comparação com o óleo essencial de cravo (IC<sub>50</sub> 0,076 mg/mL) foi observada. Com relação aos óleos essenciais de alecrim e manjerição, não foi detectada atividade antioxidante para as concentrações de até 5 mg/mL avaliadas.

**Tabela 2:** Atividade antioxidante dos óleos essenciais de Alecrim, Canela, Cravo, Manjerição e das misturas relativas v:v de óleos essenciais de Canela:Cravo

Óleo Essencial	IC <sub>50</sub> médio (mg/mL)
Alecrim	ND
Canela	0,87 ± 0,03 <sup>a</sup>
Cravo	0,076 ± 0,005 <sup>b</sup>
Manjerição	ND

ND: atividade antioxidante não detectada. Letras diferentes (“a” e “b”) indicam diferenças significativas de análise de contraste em testes post hoc).

A atividade antioxidante encontrada para do óleo essencial de cravo é coerente ao que já foi relatado na literatura. Valor de IC<sub>50</sub> de 0,08 mg/mL para óleo essencial de cravo puro foi descrito por Hadidi et al. (2020). A atividade antioxidante dos óleos essenciais de cravo e de canela é atribuída principalmente à presença de compostos fenólicos como eugenol e acetato de eugenol, sendo a atividade antioxidante do cravo mais elevada em comparação com canela devido a maior concentração destes compostos (UGALDE et al., 2016; CHEN et al., 2017).

### Concentração inibitória mínima (CIM) e concentração bactericida mínima (CBM)

Todos os óleos essenciais avaliados apresentaram atividade bactericida frente as bactérias *Salmonella choleraesuis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*. Sendo que o óleo essencial de canela apresentou atividade bactericida também para *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*. Conforme pode-se observar Tabela 3 a atividade CIM e CBM apresentaram uma menor efetividade bactericida nos óleos essenciais de alecrim, cravo e manjerição em comparação ao óleo essencial de canela.

Conforme Figura 1, a alta concentração de beta-cariofileno e estragol nos óleos essenciais mostra forte associação com a atividade bactericida Gram-negativa e a alta atividade bactericida para as Gram-positivas foi associada ao cinamaldeído e beta-cimeno presentes no óleo essencial de canela.

**Tabela 3:** Concentração inibitória mínima (CIM) e concentração bactericida mínima (CBM), para os óleos essenciais de alecrim, canela, cravo e manjerição

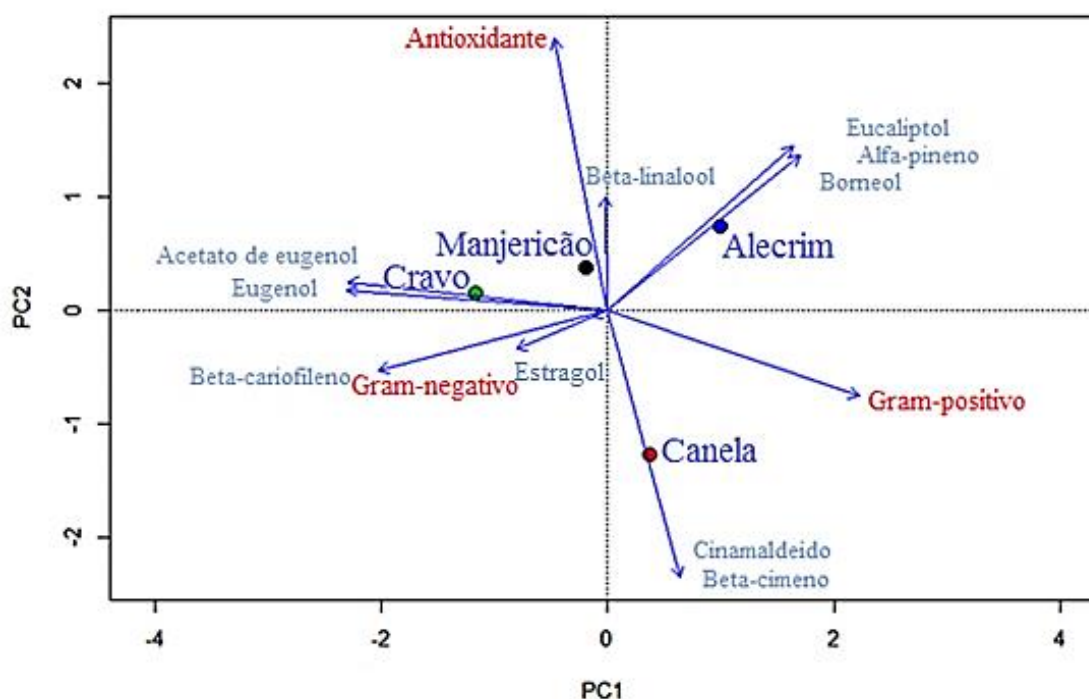
Alecrim	Canela	Cravo	Manjerição
---------	--------	-------	------------



	CIM (mg/mL)	CBM (mg/mL)	CIM (mg/mL)	CBM (mg/mL)	CIM (mg/mL)	CBM (mg/mL)	CIM (mg/mL)	CBM (mg/mL)
<i>Salmonella choleraesuis</i>	25,00	25,00	3,13	3,13	6,25	12,50	50,00	50,00
<i>Escherichia coli</i>	50,00	50,00	3,13	6,25	50,00	50,00	50,00	50,00
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ND	ND	6,25	12,50	ND	ND	ND	ND
<i>Enterococcus faecalis</i>	ND	ND	6,25	25,00	ND	ND	25,00	50,00
<i>Staphylococcus aureus</i>	25,00	50,00	1,56	6,25	50,00	50,00	50,00	50,00
<i>Listeria monocytogenes</i>	12,50	25,00	3,13	6,25	6,25	12,50	25,00	25,00

ND: CIM e/ou CBM não detectada.

**Figura 1:** Análise de componentes principais (PCA) por correlação dos compostos do óleo essencial com a atividade antioxidante e bactericida do óleo essencial de Canela, Manjeriço, Cravo e Alecrim



Também de acordo com Figura 1, uma mistura de óleos essenciais de cravo e de canela é uma alternativa promissora. Este resultado, pode ser corroborado pela combinação de dois resultados, que são a forte atividade antioxidante do óleo essencial de cravo e forte atividade bactericida da canela. Outro fator importante é a alta associação do óleo essencial de cravo com a atividade bactericida gram-negativa no PCA (Figura 1), em especial devido a concentração de beta-cariofileno. Diversas atividades biológicas são atribuídas a este sesquiterpeno, entre elas destaca-se a atividade antibacteriana (FRANCOMANO et al., 2019).

## CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo mostraram que os compostos identificados nos óleos essenciais avaliados estavam em conformidade ao que se apresenta na literatura, destacando-se no óleo essencial de canela a presença cinamaldeído (39,24%), considerado um agente antibacteriano de amplo espectro. Bem como, no óleo essencial de cravo a presença de eugenol (68,86%), beta-cariofileno (19,82%), compostos estes que apresentam um alto nível de atividade antirradical.

Para a atividade antioxidante o óleo essencial de cravo apresentou um IC<sub>50</sub> de 0,076 mg/mL, enquanto que o óleo essencial de canela apresentou um valor de IC<sub>50</sub> 0,87 mg/mL. Todos os óleos essenciais avaliados apresentaram atividade bactericida frente as bactérias *Salmonella choleraesuis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*. Sendo que o óleo essencial de canela apresentou atividade bactericida também para *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, a CAPES, a FAPERGS e a URI pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS

BAŞER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. **Handbook of essential oils: science, technology, and applications**. 2. ed. New York: Taylor & Francis Group, LLC, 2016.

BAZANA, M. T.; CODEVILLA, C. F.; MENEZES, C. R. Nanoencapsulation of bioactive compounds: challenges and perspectives. **Current Opinion in Food Science**, v. 26, p. 47-56, 2019.

BHAVANIRAMYA, S.; VISHNUPRIYA, S.; AL-ABOODY, M. S.; VIJAYAKUMAR, R.; BASKARAN D. Role of essential oils in food safety: Antimicrobial and antioxidant applications. **Grain & Oil Science and Technology**. 2019.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, p. 25-30, 1995.

CALO, J. R.; CRANDALL, P. G.; O'BRYAN, C. A.; RICKE, S. C. Essential oils as antimicrobials in food systems – A review. **Food Control**, v. 54, p. 111-119, 2015.

CARDOSO-UGARTE, G. A.; LÓPEZ-MALO, A.; SOSA-MORALES, M. E. Chapter 38 - Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) Essential Oils. In: PREEDY, V. R. (org.) **Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety**. San Diego: Acad. Press, 2016. Cap. 38, p. 339-347.

CHEN, X.; REN, L.; LI, M.; QIAN, J.; FAN, J.; DU, B. Effects of clove essential oil and eugenol on quality and browning control of fresh-cut lettuce. **Food Chemistry**, v.214, p.432-39, 2017.

DRIS, D.; TINE-DJEBBAR, F.; BOUABIDA, H.; SOLTANI, N. Chemical composition and activity of an *Ocimum basilicum* essential oil on *Culex pipiens* larvae: Toxicological, biometrical and biochemical aspects. **South African Journal of Botany**. v.113, p.362-69. 2017.

FRANCOMANO, F.; CARUSO, A.; BARBAROSSA, A.; FAZIO, A.; TORRE, C.; CERAMELLA, J.; MALLAMACI, R.; SATURNINO, C.; IACOPETTA, D.; SINICROPI, M. S.  $\beta$ -Caryophyllene: A Sesquiterpene with Countless Biological Properties. **Applied Sciences**, v. 9, n. 24, p. e5420, 2019.

GAIO, I.; SAGGIORATO, A.; TREICHEL, H.; CICHOSKI, A.; ASTOLFI, V.; CARDOSO, R.; TONIAZZO, G.; VALDUGA, E.; PAROUL, N.; CANSIAN, R. Antibacterial activity of basil essential oil (*Ocimum basilicum* L.) in Italian-type sausage. **Journal of Consumer Protection and Food Safety**, v. 10, p. 323-329, 2015.

HADIDI, M.; POURAMIN, S.; ADINEPOUR, F.; HAGHANI, S.; JAFARI, S. M. Chitosan nanoparticles loaded with clove essential oil: Characterization, antioxidant and antibacterial activities. **Carbohydrate Polymers**, v.236, 2020.

HASHEMINEJAD, N.; KHODAIYAN, F.; SAFARI, M. Improving the antifungal activity of clove essential oil encapsulated by chitosan nanoparticles. **Food Chemistry**, v. 275, p. 113-122, 2019.

HERNÁNDEZ, M. D.; SOTOMAYOR, J. A.; HERNÁNDEZ, A.; JORDÁN, M. J. Chapter 77 - Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Oils. In: PREEDY, V. R. (org.) **Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety**. San Diego: Academic Press, 2016. Cap. 77, p. 677-688.

LI, Q. X.; CHANG, C. L. Chapter 25 - Basil (*Ocimum basilicum* L.) Oils. In: PREEDY, V. R. (orgs.) **Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety**. San Diego: Academic Press, p. 231-38, 2016.

MCCLEMENTS, D. J.; BAI, L.; CHUNG, C. Recent Advances in the Utilization of Natural Emulsifiers to Form and Stabilize Emulsions. **Annual Review of Food Science and Technology**, v.8, n. 1, p. 205-236, 2017.

OULKHEIR, S. M. et al. Antibacterial Activity of Essential Oils Extracts from Cinnamon, Thyme, Clove and Geranium Against a Gram Negative and Gram-Positive Pathogenic Bacteria. **Journal of Diseases and Medicinal Plants**. v. 3, p. 1-5. 2017.

SILVESTRI, J. D.; PAROUL, N.; CZYEWski, E.; LERIN, L.; ROTAVA, I.; CANSIAN, R.L.; MOSSI, A.; TONIAZZO, G.; OLIVEIRA, D.; TREICHEL, H. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). **Revista Ceres**. v. 57, n. 5, p. 589-594, 2010.

UGALDE, M.; CEZARO, A.; CENCI, A.; VALÉRIO, C.; PAROUL, N.; TONIAZZO, G.; STEFFENS, J.; CANSIAN, R. Actividad Antibacteriana y Antioxidante de los Aceites Esenciales Comerciales de Romero, Clavo de Olor, Orégano y Salvia. **Revista Ciencia e Tecnologia**, v. 25, p. 54-61, 2016.

VAN DEN DOOL, H.; Kratz, P. D. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography A**. v.11, p. 463-71, 1963.

YIN, L. et al. Study the antibacterial mechanism of cinnamaldehyde against drug-resistant *Aeromonas hydrophila* in vitro. **Microbial Pathogenesis**, v.145, 2020.



ZUZARTE, M.; SALGUEIRO, L. Chapter 2 - Essential Oils Chemistry. In: SOUSA, D. P. (ed.) **Bioactive Essential Oils and Cancer**. Springer International Publishing Switzerland, cap. 2, p. 19-28, 2015.

## ESTUDO DE ESTABILIDADE DE NANOSSENSOR DE CANTILEVER DE ÓXIDO DE GRAFENO PARA DETECÇÃO DE CÁDMIO EM ÁGUA

Sandra Cristina Ballen<sup>1\*</sup>, Diego Maroso da Silva<sup>1</sup>, Rafaela Vitória Utteich<sup>1</sup>, Lucelia Hoehne<sup>2</sup>, Juliana Steffens<sup>1</sup>, Clarice Steffens<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, RS

<sup>2</sup> Departamento de Biotecnologia, Univates, Lajeado, RS, Brasil.

\*E-mail: sandra-ballen@live.com

**RESUMO:** O cádmio é um dos metais pesado de maior toxicidade, sua liberação para corpos d'água pode comprometer a qualidade da mesma. Diversas legislações estabelecem limites máximos de sua presença em águas. Nesse sentido, nanossensores de cantilever tornam-se uma ferramenta promissora, devido a sua alta sensibilidade, para detecção da presença de cádmio nesses ambientes. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo avaliação de estabilidade da resposta de nanossensores de cantilever funcionalizados com óxido de grafeno quando submetidos a diferentes concentrações de cádmio em água ultrapura durante 30 dias de armazenamento. Os nanossensores tiveram sua estabilidade afetada durante o tempo de estocagem, tendo diminuição de suas resposta e conseqüente diminuição da sensibilidade. Apesar desta perda de resposta ainda assim demonstram sua versatilidade de utilização pois são capazes de detectar o analito em escala de ppb. Desta forma, os dispositivos desenvolvidos demonstram ter grande potencialidade de aplicação no monitoramento ambiental detectando a presença de cádmio em águas.

**Palavras-chave:** Nanossensor. Grafeno. Estocagem.

### INTRODUÇÃO

O cádmio é considerado um dos metais com maior toxicidade e ocorre naturalmente em minérios juntamente com zinco, chumbo e cobre. Seus compostos são usados como estabilizantes em produtos de policloreto de vinil (PVC), pigmentos de cor, várias ligas metálicas e, agora mais comumente, em baterias recarregáveis de níquel-cádmio. O cádmio metálico tem sido usado principalmente como agente anticorrosivo (cadmiação). Produtos contendo cádmio raramente são reciclados (JÄRUP, 2003).

No Brasil a Portaria 2914 do Ministério da Saúde dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade, a Resolução do CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, dentre outras legislações presentes no meio e a Portaria N° 518 de 25 de março de 2004 que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências (BRASIL, 2004, 2005, 2011).

Tendo em vista os limites permitidos de cádmio presente na água e seus elevados riscos relacionados a saúde humana, a detecção qualitativa e quantitativa do mesmo pode ser considerada uma aspiração de importância primordial. Uma variedade de instrumentos e métodos associados tem sido utilizados para detecção de Cd<sup>2+</sup> em amostras de água, cada uma com seu próprio custo associado, eficiência e sensibilidade de detecção para o analito alvo. No entanto, tais métodos analíticos possuem

preparação complicada de amostras, instrumentos sofisticados e de alto custo (HAO; YAN, 2015). Para superar as limitações desses métodos e melhorar os limites de detecção os nanossensores podem ser empregados trazendo uma análise quantitativa rápida e com melhor sensibilidade.

Nanossensores são definidos como qualquer material sensível usado para transmitir informações químicas, físicas ou biológicas sobre nanomateriais e moléculas de eventos de reconhecimento, com propriedades espaciais de 1 a 100 nm. Eles também podem ser definidos como dispositivos moleculares para análises que incorporam um elemento de reconhecimento associado a um sistema de transdução que permite o processamento do sinal produzido pela interação entre o elemento sensor e o analito (VELASCO-GARCIA; MOTTRAM, 2003; BUENO et al., 2017).

Os nanossensores de cantileveres têm recebido uma maior atenção nos últimos anos por apresentarem alta sensibilidade em um área pequena, podendo detectar substâncias em escalas de zeptograma (zg) ( $10^{-21}$  g), quando comparados com outros sensores, além de serem dispositivos versáteis e compactos (SWIERCZEWSKA et al., 2012; MUENCHEN et al., 2016).

Entretanto para a utilização dos cantileveres como sensores de alta especificidade, ou seja, alta sensibilidade a um analito específico é necessária a deposição de uma camada sensora (funcionalização) da superfície. Vários nanomateriais têm sido desenvolvidos e aplicados como camadas sensoras. Os nanomateriais à base de carbono como os fulerenos, nanotubo, nanofibras, nanofios e derivados de grafeno têm sido considerados como materiais promissores devido a sua relação custo-eficácia e sua grande área de superficial (SAINI; BAGRI; BAJPAI, 2017; KURBANOGLU; OZKAN, 2018; ARDUINI et al., 2020).

O grafeno, por sua vez, se torna um material de grande atrativo por ser derivado de grafite naturalmente abundante o que o torna de baixo custo, é obtido pelo uso de diferentes técnicas sintéticas, como esfoliação em fase líquida de grafite, deposição de vapor químico, abordagem de automontagem e redução química de óxido de grafite e pela suas performances elétricas e propriedades superiores únicas, tais como boa estabilidade química, grande área de superfície ( $2630 \text{ m}^2/\text{g}$ ), boa condutividade térmica ( $5000 \text{ W/mK}$ ) e condutividade elétrica ( $106 \text{ S/cm}$ ), alta mobilidade de carga ( $200000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ) e transmitância óptica ( $\sim 97,7\%$ ) (KIM et al., 2011; MAO; PU; CHEN, 2012).

Desta forma o presente trabalho tem por objetivo avaliar a resposta de nanossensores de cantilever funcionalizados com óxido de grafeno quando submetidos a diferentes concentrações de cádmio durante 30 dias de armazenamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Desenvolvimento do nanossensor de cantilever e funcionalização

Para o desenvolvimento do nanobiossensor funcionalizado com óxido de grafeno foram utilizados cantileveres (ContGD-G) adquiridos comercialmente (BudgetSensors), com as seguintes especificações: material de silício revestido com 70 nm de ouro em apenas um dos lados da superfície, frequência de ressonância de  $13,0 (\pm 4) \text{ kHz}$ , constante de mola de  $0,2 (0,07-0,4) \text{ N/m}$ ,  $450 \mu\text{m}$  de comprimento ( $\pm 10 \mu\text{m}$ ),  $50 \mu\text{m}$  de largura ( $\pm 5 \mu\text{m}$ ) e  $2 \mu\text{m}$  de espessura ( $\pm 1 \mu\text{m}$ ).

A funcionalização do cantilever foi realizada por meio da deposição da camada sensora no lado superior, o qual continha o ouro depositado. A técnica de camadas automontadas (SAM) foi empregada com a adição de agentes reticuladores (EDC/NHS) para ligação covalente com moléculas de alcanotóis. O procedimento de funcionalização do cantilever foi baseado no trabalho de Velanki e Ji (2006), com modificações.

Primeiramente foi realizada a limpeza dos cantileveres, os quais foram imersos em álcool isopropílico (Vetec, 99,5 %), durante 2 min, para lavagem e remoção de interferentes da superfície, e



então secos, a 20 °C, por cerca de 15 min. Imersão do cantilever em uma solução de ácido 16-mercaptohexadecanóico (tiol) (Sigma Aldrich, 90 %) 2 mM em meio etanólico, por *overnight* (16 h). Após, realizada a lavagem do cantilever com água ultrapura (Millipore Co. 18,2 MΩ/cm) (2 min) e secagem em temperatura ambiente por 15 min o cantilever, depois foi imerso em uma mistura de 1 mM de N-(3-dimetilaminopropil)-N'-etilcarbodiimida (EDC) (Sigma Aldrich, 98 %) e 1 mM de N-hidroxisuccinimida (NHS) (Sigma Aldrich, 98%) na proporção de 4:1 (v/v) durante 10 min. Em seguida realizou-se a lavagem com água ultrapura (2 min) e secagem em temperatura ambiente por 15 min. Por fim realizou-se a imersão do cantilever em uma solução de óxido de grafeno 0,1 mg/mL diluído em água ultrapura por 10 min. Óxido de grafeno utilizado neste trabalho foi sintetizado utilizando o processo de esfoliação química pelo método de Hummers modificado (LIMA et al., 2017). Posteriormente, foi realizada a lavagem do cantilever com água ultrapura (2 min) e secagem a 20 °C por 15 min. E então o cantilever foi armazenado em dessecador à temperatura ambiente.

### Estabilidade do nanossensor

A funcionalização do nanossensor, foi avaliada pela medida de deflexão do cantilever em AFM (Microscópio de Força Atômica) da marca Nanosurf (C3000 Controller), por meio da realização de uma imagem em meio líquido, e em modo estático onde é utilizado o método de feixe óptico, onde o laser é refletido da superfície do cantilever e atinge uma posição sensível do fotodetector, sendo que a distância percorrida é proporcional à deflexão da haste de acordo com Martinazzo et al. (2018).

A estabilidade do nanossensor de óxido de grafeno foi avaliada durante 30 dias, sendo realizada uma leitura a cada 3 dias. Para esta avaliação de resposta foi utilizada como analito soluções de cádmio diluído em água ultrapura nas concentrações 0,01, 0,05, 0,1, 1 e 10 ppb baseando-se na legislação vigente para água de rios e potável (BRASIL, 2004, 2005, 2011). Desta forma, foi preparada uma “solução estoque” na concentração de 10000 ppb (10 mg/L) de cádmio e a partir desta, preparada as demais soluções. As soluções foram armazenadas em frascos de vidro âmbar e em temperatura ambiente (25°C).

O dispositivo (cantilever) foi acoplado a um suporte denominado de canticlip, sendo posteriormente inserido junto ao cabeçote (*scanner*) do equipamento. A calibração do laser foi realizada apenas na primeira medida (branco-água ultrapura), onde o mesmo foi posicionado na extremidade final da haste do cantilever e na posição central do fotodetector, verificando sua intensidade, que ficou em torno de 70%. Então, a resposta (deflexão) era obtida por meio da criação de uma imagem, onde o cantilever não realizava uma varredura nos eixos x e y dentro da gota de líquido, com resolução de 450x450 pontos (a imagem era formada por 450 linhas, representando os pontos de resposta) e velocidade de varredura foi de 1 s/linha para obtenção da resposta. Nestes parâmetros, a duração de cada análise era de 15 min.

Sendo assim, uma gota ( $\pm 0,5$  mL) de líquido era injetada, com o auxílio de uma pipeta de pasteur, sobre uma placa de aço inoxidável no AFM, de modo que o nanossensor de cantilever ficasse totalmente imerso nesta gota para posterior leitura direta das medidas de deflexão. Este processo foi realizado primeiramente para o branco (água ultrapura) e em seguida para as concentrações de Cd<sup>2+</sup> em ordem crescente de concentração.

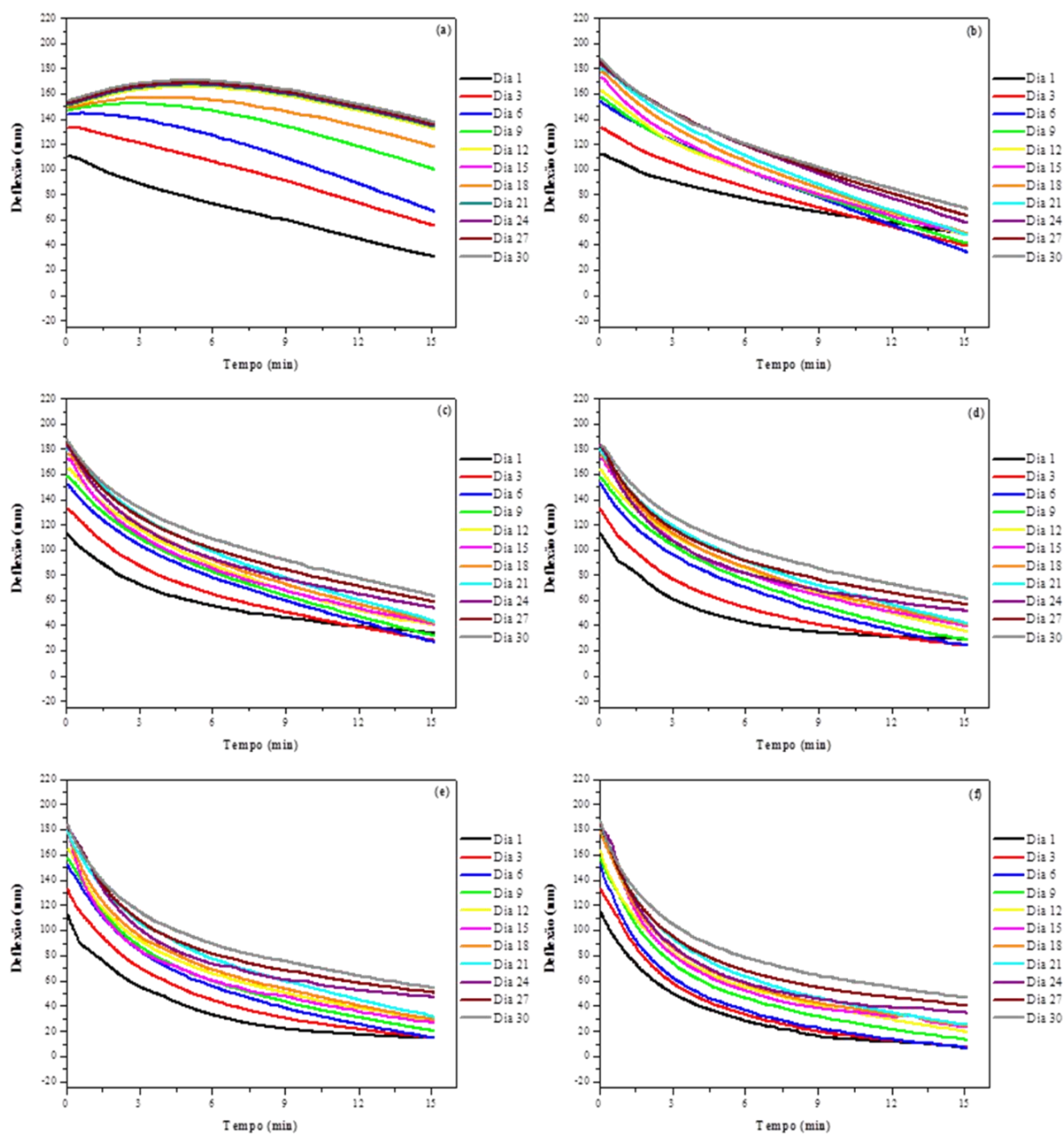
A partir destes resultados foi possível calcular sensibilidade linear dos nanossensores de cantilever. A qual demonstra a variação da resposta em função da concentração do analito e é expressa pelo coeficiente angular da curva analítica que foi obtida por meio da curva de calibração da concentração logarítmica do Cd<sup>2+</sup> versus a deflexão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta as respostas de deflexão dos nanossensores de cantilever funcionalizados com óxido de grafeno durante 30 dias de armazenamento.

A estabilidade da resposta de um sensor é de extrema importância, uma vez que, dependendo da situação, o ideal é que o sensor possa ser utilizado por mais tempo e que mantenha as suas características quanto a sua sensibilidade. As respostas de deflexão diminuíram durante os dias de armazenamento para todos os dispositivos. Analisando a Figura 1 observa-se que houve diminuição das repostas do nanossensor de cantilever durante os 30 dias de armazenamento.

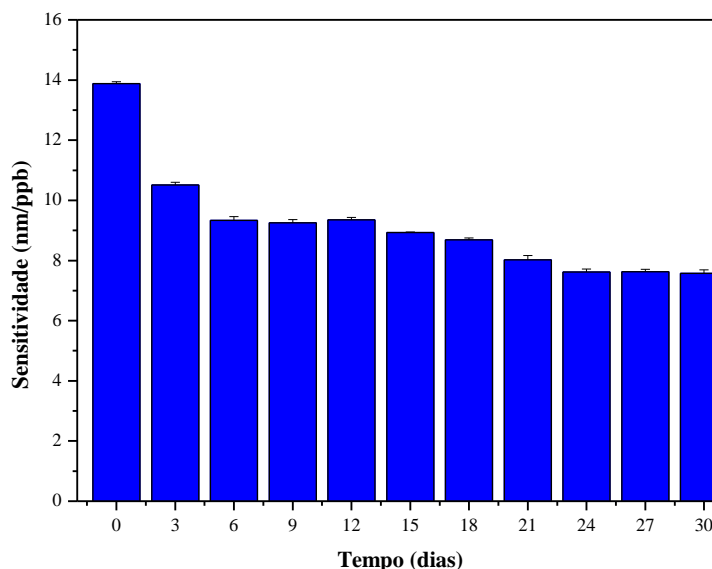
**Figura 1:** Resposta do nanossensor de cantilever funcionalizado com óxido de grafeno durante 30 dias de armazenamento em relação a diferentes concentrações de  $\text{Cd}^{2+}$  em água ultrapura: (a) branco (água ultrapura), (b) 0,01, (c) 0,05, (d) 0,1, (e) 1 e (f) 10 ppb



A Figura 2 apresenta os valores de sensibilidade linear dos nanossensores de cantilever durante o armazenamento.



**Figura 2:** Valores de sensibilidade linear dos nanossensores de cantilever funcionalizados óxido de grafeno durante 30 dias de armazenamento



Pela Figura 2 é possível verificar que houve uma perda de sensibilidade ao final dos 30 dias de armazenamento de 45 %. O que pode estar relacionada a lixiviação do óxido de grafeno pelo próprio analito injetado para a avaliação de estabilidade ao armazenamento.

Song et al. (2011) estudaram a estabilidade ao armazenamento de um biossensor de nanopartícula de ouro contendo a enzima tirosinase imobilizada em óxido de grafeno, na detecção de 10  $\mu\text{M}$  de catecol em solução tampão fosfato 0,1 M (pH 7,0) e observaram que o biossensor utilizado reteve 89 % de sua resposta original após 20 dias e depois diminuiu gradualmente para cerca de 54 % após 2 meses de armazenamento. Os autores ainda atribuem este resultado ao filme obtido poderia fornecer um microambiente biocompatível para proteger a capacidade específica da enzima tirosinase de maneira eficaz.

Com base neste estudo e nos resultados obtidos é possível afirmar que o tempo de estocagem afeta a resposta dos nanossensores, ocorrendo uma diminuição da qualidade da resposta do mesmo. Porém, os resultados mostram que mesmo após 30 dias, os mesmos conseguem detectar pequenas quantidades de  $\text{Cd}^{2+}$ , na ordem de ppb, características excelentes quando comparado com outros métodos de detecção.

## CONCLUSÃO

O método de funcionalização do nanossensor se revelou satisfatório, mesmo havendo perdas de sensibilidade ao longo de 30 dias de estocagem ainda é possível obter-se resposta na escala de ppb.

Desta forma, o nanossensor desenvolvido pode ser utilizado como uma ferramenta promissora para a detecção prévia e precisa de cádmio em águas superficiais, podendo-se fazer controle e monitoramento de suas emissões.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES - Código Financeiro 001 e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul - FAPERGS, Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e URI Erechim.

## REFERÊNCIAS

ARDUINI, F.; CINTI, S.; MAZZARACCHIO, V.; SCOGNAMIGLIO, V.; AMINE, A.; MOSCONE, D. Carbon black as an outstanding and affordable nanomaterial for electrochemical (bio)sensor design. **Biosensors and Bioelectronics**, p. 112033, jan. 2020.

BRASIL. **Portaria nº 518 em 25 de março de 2004**, 2004. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf).

BRASIL. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente)**., 2005.

BRASIL. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Ministério da Saúde. **Diário Oficial da União**, 2011. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html).

BUENO, C. C.; GARCIA, P. S.; STEFFENS, C.; DEDA, D. K.; LEITE, F. DE L. Nanosensors. In: *Nanoscience and its Applications*. [s.l.: s.n.]. p. 121-153.

HAO, J.-N.; YAN, B. A water-stable lanthanide-functionalized MOF as a highly selective and sensitive fluorescent probe for Cd<sup>2+</sup>. **Chemical Communications**, v. 51, n. 36, p. 7737-7740, 2015.

JÄRUP, L. Hazards of heavy metal contamination. **British Medical Bulletin**, v. 68, n. 1, p. 167-182, 1 dez. 2003.

KIM, H.; KOBAYASHI, S.; ABDURRAHIM, M. A.; ZHANG, M. J.; KHUSAINOVA, A.; HILLMYER, M. A.; ABDALA, A. A.; MACOSKO, C. W. Graphene/polyethylene nanocomposites: Effect of polyethylene functionalization and blending methods. **Polymer**, v. 52, n. 8, p. 1837-1846, abr. 2011.

KURBANOGU, S.; OZKAN, S. A. Electrochemical carbon based nanosensors: A promising tool in pharmaceutical and biomedical analysis. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 147, p. 439-457, jan. 2018.

LIMA, A. H.; MENDONÇA, J. P.; DUARTE, M.; STAVALE, F.; LEGNANI, C.; DE CARVALHO, G. S. G.; MACIEL, I. O.; SATO, F.; FRAGNEAUD, B.; QUIRINO, W. G. Reduced graphene oxide prepared at low

temperature thermal treatment as transparent conductors for organic electronic applications. **Organic Electronics**, v. 49, p. 165-173, out. 2017.

MAO, S.; PU, H.; CHEN, J. **Graphene oxide and its reduction: modeling and experimental progress**. RSC Advances, v. 2, n. 7, p. 2643, 2012.

MARTINAZZO, J.; MUENCHEN, D. K.; BREZOLIN, A. N.; CEZARO, A. M.; RIGO, A. A.; MANZOLI, A.; HOEHNE, L.; LEITE, F. L.; STEFFENS, J.; STEFFENS, C. **Cantilever nanobiosensor using tyrosinase to detect atrazine in liquid medium**. Journal of Environmental Science and Health, Part B, v. 53, n. 4, p. 229-236, 3 abr. 2018.

MUENCHEN, D. K.; MARTINAZZO, J.; DE CEZARO, A. M.; RIGO, A. A.; BREZOLIN, A. N.; MANZOLI, A.; LEITE, F. DE L.; STEFFENS, C.; STEFFENS, J. **Pesticide Detection in Soil Using Biosensors and Nanobiosensors**. BIOINTERFACE RESEARCH IN APPLIED CHEMISTRY, 2016.

SAINI, R. K.; BAGRI, L. P.; BAJPAI, A. K. Smart nanosensors for pesticide detection. In: New Pesticides and Soil Sensors. [s.l.] Elsevier, 2017. p. 519-559.

SONG, W.; LI, D.-W.; LI, Y.-T.; LI, Y.; LONG, Y.-T. Disposable biosensor based on graphene oxide conjugated with tyrosinase assembled gold nanoparticles. **Biosensors and Bioelectronics**, v. 26, n. 7, p. 3181-3186, mar. 2011.

SWIERCZEWSKA, M.; LIU, G.; LEE, S.; CHEN, X. High-sensitivity nanosensors for biomarker detection. **Chem. Soc. Rev.**, v. 41, n. 7, p. 2641-2655, 2012.

VELANKI, S.; JI, H.-F. **Detection of feline coronavirus using microcantilever sensors**. **Measurement Science and Technology**, v. 17, n. 11, p. 2964-2968, 1 nov. 2006.

VELASCO-GARCIA, M. N.; MOTTRAM, T. Biosensor Technology addressing Agricultural Problems. **Biosystems Engineering**, v. 84, n. 1, p. 1-12, jan. 2003.



## SÍNTESE ENZIMÁTICA E CONFIRMAÇÃO DE OLEATO DE ASCORBILA

Karine Angélica Dalla Costa<sup>1</sup>, Amanda Santa Catarina<sup>2</sup>, Rogério Luis Cansian<sup>1</sup>, Rogério Marcos Dallago<sup>1</sup>, Jamile Zeni<sup>1</sup>, Natalia Paroul<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação de Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Missões – URI, Av. 7 de setembro, 1621, Erechim-RS

<sup>2</sup>Departamento das Engenharias e Ciências da Computação, Graduação em Engenharia Química, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Missões – URI, Av. 7 de setembro, 1621, Erechim-RS

**RESUMO:** A manutenção da estabilidade oxidativa tem sido amplamente estudada, tanto na indústria de alimentos, quanto na farmacêutica, devido a necessidade do controle de radicais livres que pode ser evitado pela adição de antioxidantes. O oleato de ascorbila é reconhecido como antioxidante lipossolúvel eficaz que pode ser sintetizado utilizando lipases imobilizadas como catalisadores em meios orgânicos. A síntese de oleato de ascorbila catalisada pela lipase NS 88011 foi realizada em razão molar 1:9 (ácido ascórbico: ácido oleico), concentração de enzima [E] 30 % (m/m substratos), 2 % de peneira molecular (m/m substratos), temperatura da reação 70 °C, agitação constante de 125 rpm e solvente terc-butanol. O produto foi isolado por Cromatografia em Coluna (CC) e analisado por Cromatografia líquida de alta eficiência com detector de arranjo de diodos acoplada a espectrometria de massas (CLAE-DAD-EM/EM). Através do CLAE-DAD-EM/EM, foi possível observar que a fração isolada apresenta um íon molecular de maior abundância relativa (440 m/z) na região de  $t_R = 17,18$  min, o qual sugere que o mesmo refere-se ao produto esperado na reação, oleato de ascorbila (PM = 440 g/mol). Dado o exposto, constata-se que foi possível produzir e obter a identificação do éster sintetizado.

**Palavras-chave:** Antioxidante. Éster ascorbílico. CLAE-DAD-EM/EM

### INTRODUÇÃO

A vitamina C é bem conhecida por suas funções biológicas e propriedades antioxidantes em função da sua participação como componente chave no metabolismo biológico, atuando como agente redutor em vias metabólicas, síntese e manutenção do colágeno, vasos sanguíneos, cartilagem, ossos e tendões, reage com espécies reativas de oxigênio ou radicais livres, além de provavelmente reduzir o nível de colesterol (PARDAKHTY et al., 2016). A vitamina C é o nome genérico usado para todos os compostos que exibem qualitativamente a atividade biológica do ácido ascórbico, incluindo seus ésteres, formas sintéticas (como ácido 6-desoxi-L-ácido ascórbico) e a forma primária de oxidação do ácido ascórbico, o ácido L-desidroascórbico (CHANG, ISMAIL; DAUD, 2015).

O ácido L-ascórbico é a forma mais ativa de vitamina C, pertencendo ao grupo dos antioxidantes à base de vitaminas, sendo um dos principais antioxidantes naturais solúveis em água (PRIYA e CHADHA, 2003). No entanto, é instável e seu uso na estabilização de óleos e gorduras é muito escasso devido a sua natureza hidrofílica. Por outro lado, os produtos com alto teor lipídico são suscetíveis à deterioração causada pela oxidação de ácidos graxos insaturados que eles contêm. Dessa forma, a síntese de ésteres ascorbólicos é uma alternativa eficiente para diminuir a polaridade do ácido L-ascórbico e melhorar sua estabilidade, salvando suas propriedades benéficas, ou até mesmo melhorá-las.

Ésteres são geralmente obtidos através da reação de Fischer a qual se baseia na reação entre um álcool e um ácido carboxílico, na presença de um catalisador ácido. Os principais catalisadores empregados na indústria para acelerar a reação de esterificação são os ácidos de Brønsted, como o sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) e clorídrico (HCl). Entretanto, a utilização de catalisadores químicos esbarra em alguns inconvenientes como a dificuldade na recuperação do catalisador, o alto consumo de energia, a corrosão de equipamentos, a pouca seletividade, o tratamento de resíduos, a possível desidratação dos álcoois e oxidação ou degradação da vitamina C em função de altas temperaturas empregadas durante a produção (SRINIVAS; SATYARTHI, 2011).

A utilização de catalisadores enzimáticos em substituição ao processo químico tradicional foi eleita como uma alternativa eficiente, devido à alta especificidade das enzimas que contribuem para minimizar as reações colaterais indesejáveis, resultando em um controle do processo, redução da geração de resíduos e subprodutos. Estudos anteriores comprovam que biocatalizadores são eficientes para a síntese de ésteres ascorbólicos utilizando lipases microbianas comerciais de alto custo, dentre as quais Novozym 435, Lipozyme TL-IM e Lipozyme RM-IM (BEZBRADICA et al., 2013; BALEN et al., 2015). As lipases podem ser aplicadas em bioprocessos, em grande parte devido à sua disponibilidade e estabilidade em meios orgânicos e aquosos (SHARMA, KANWAR; KANWAR, 2016).

Com a aplicação de técnicas analíticas é possível identificar eficientemente compostos orgânicos, aliado às metodologias de isolamento e de purificação. A cromatografia líquida de alta eficiência com detector de arranjo de diodos acoplada a espectrometria de massas (CLAE-DAD-EM/EM) é uma técnica que fornece as massas do íon molecular e dos principais fragmentos do composto analisado. Cada substância possui uma massa específica e a fragmentação dependente de sua estrutura, semelhante a uma impressão digital do composto (CHIARADIA, COLLINS; JARDIM, 2008). Dado o exposto, o objetivo deste estudo foi utilizar uma nova preparação enzimática (NS 88011) de menor custo que as comerciais para sintetizar oleato de ascorbila, seguido da purificação por cromatografia de coluna e identificação utilizando a técnica qualitativa CLAE-DAD-EM/EM.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Substratos E Enzima

Os produtos químicos utilizados ácido ascórbico (99 % Sigma-Aldrich), ácido oleico (97 % Sigma-Aldrich), terc-butanol (P.A. Merk), todos de grau analítico e utilizados sem purificação adicional. A lipase comercial utilizada neste trabalho foi *Candida antarctica* (NS 88011) imobilizada em uma resina polimérica hidrofóbica, adquirida da Novozymes Brasil (Araucária, PR, Brasil).

### Síntese Enzimática do Ácido L-Ascórbico e Ácido Oleico

A reação da síntese de oleato de ascorbila foi realizada segundo Dalla Costa et al., (2021) através da catálise enzimática empregando ácido L-ascórbico e o ácido oleico como substratos na razão molar de 1:9 (1,84:16,55 mM), 30 % (m/m substratos) de lipase NS 88011, 2 % (m/m) de peneira molecular, solvente terc-butanol até completar o volume de 50 mL, temperatura de 70 °C sobre agitação constante de 125 rpm no agitador orbital (New Brunswick, modelo Excella E25R).

Após o término da reação o biocatalisador e as peneiras moleculares foram separadas por filtração simples e o ácido ascórbico, não consumido, por extração líquido-líquido com água destilada (3 vezes com 20 mL de água).

### **Isolamento de Oleato de Ascorbila**

O isolamento do oleato de ascorbila foi realizado utilizando-se a cromatografia em coluna com sílica gel 60 flash e eluente (hexano:acetato de etila, 1:1 (v/v)). A mistura reacional foi diluída em 5 mL de acetato de etila:hexano (1:1 (v/v)) e aplicada no topo da coluna. As frações coletadas foram acompanhadas por cromatografia de camada delgada (CCD).

### **Cromatografia em Camada Delgada (CCD)**

A produção de oleato de ascorbila foi acompanhada por cromatografia em camada delgada (CCD). Como eluente foi usada uma mistura de clorofórmio: metanol: ácido acético: água (81:9:8:2 v/v), respectivamente, e como revelador uma solução de 5 % de ácido sulfúrico em etanol. Após aplicação do revelador as cromatofolhas foram aquecidas a 110 °C por 30 min (BURHAM et al., 2009). Fator de retenção ( $R_f$ ) foi calculado conforme Equação 1:

$$R_f = a/v \quad (1)$$

Onde a: é a distância percorrida pelo composto; v: é a distância percorrida pelo solvente.

### **Cromatografia Líquida de Alta Eficiência com Detector de Arranjo de Diodos Acoplada a Espectrometria de Massas (CLAE-DAD-EM/EM)**

As amostras foram analisadas por cromatografia líquida na Central analítica do Departamento de Produtos Naturais e Alimentos (DPNA) da Faculdade de Farmácia na Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ (RJ, Brasil) utilizando o equipamento Ultimate 3000 HPLC (Dionex, Sunnyvale, CA, EUA) equipado com uma coluna de fase reversa (C18, 50 × 2,1 mm, 1,7 μm - Thermo®) e detector de arranjo fotodiodo (DAD) acoplado a um espectrômetro de massas (EM), com fonte de ionização por eletronebulização (ES) (LCQ, Thermo Fisher Scientific, EUA), operando no modo negativo. As amostras foram analisadas em uma concentração de 1 mg/mL e a detecção foi feita nos comprimentos de onda de 254 e 340 nm com auto injeção de 1 μL de amostra. O eluente foi composto por água ultrapura com (0,1 v/v) de ácido fórmico (Vetec) como solvente A e metanol (Vetec) (grau HPLC) como solvente B, com eluição por gradiente (% do solvente B): 50-95 % em 10 min; 95 % por 5 min; 95-50 % em 1 min; 50 % por 4 min, sendo a vazão mantida de 0,2 mL/min pela bomba de modelo LPG-3400RS pressão de 290 – 15000 psi, em um total de 20 min a 30 °C. Os parâmetros de EM foram sintonizados da seguinte forma: modo de ionização negativa por eletro-pulverização, temperatura capilar de 275 °C, tensão da fonte a 5,50 kV e massa de varredura de 100 a 900 Daltons.

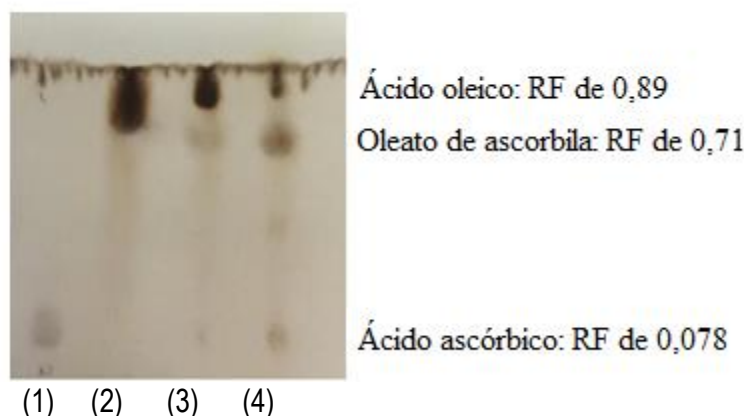
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Cromatografia em Camada Delgada (CCD)**



Para visualizar a formação do produto, a reação de esterificação foi acompanhada por Cromatografia em Camada Delgada (CCD), conforme resultados apresentados na Figura 1. CCD é uma técnica de adsorção líquido-sólido, onde há a separação dos compostos pela diferença de afinidade dos componentes de uma mistura pela fase estacionária. O parâmetro mais importante para essa técnica é o fator de retenção ( $R_f$ ), que é a razão entre a distância percorrida pela substância em questão e a distância percorrida pela fase móvel. Cada composto apresenta um diferente  $R_f$ , que pode ser utilizado para identificar a substância ou confirmar a formação de um produto (DEGANI, CASS e VIEIRA, 1998).

**Figura 1:** Cromatografia em camada delgada, apresentando as bandas para ácido ascórbico (1), ácido oleico (2), reação (3) e após isolamento de oleato de ascorbila (4)



Fonte: O autor (2020).

Pode-se observar (Figura 1) que o ácido ascórbico (1), não apresenta banda eluída, pois em função da sua alta polaridade e baixa afinidade com solventes não sai da linha de aplicação, interagindo com a fase estacionária. Já o ácido oleico (2), por ser apolar, possui grande afinidade pela fase móvel e elui juntamente com ela, apresentando a sua banda na linha do solvente.

Nota-se que tanto o ácido ascórbico (1), quanto o ácido oleico (2) apresentam apenas uma banda cada um. O ponto (3) apresenta três bandas. A banda mais abaixo é correspondente ao ácido ascórbico ( $R_f$ : 0,078), a da linha do solvente corresponde ao ácido oleico ( $R_f$ : 0,89), e a intermediária corresponde ao oleato de ascorbila ( $R_f$ : 0,71) formado. O oleato de ascorbila apresenta polaridade intermediária do ácido ascórbico e do ácido oleico e, por isso, sua banda é revelada em um  $R_f$  diferente, demonstrando a formação do produto visto que houve a presença de uma banda com valor de  $R_f$  diferente quando comparado com os reagentes. No ponto (4) é possível perceber que após cromatografia em coluna, houve diminuição da banda de reagente e intensificação da banda do produto.

Essa técnica é útil para demonstrar a formação do produto após a reação, indicando que ela ocorreu e que sua conversão não foi de 100 %, pois ainda há ácido oleico e ácido ascórbico residual.

#### **Cromatografia Líquida de Alta Eficiência com Detector de Arranjo de Diodos Acoplada a Espectrometria de Massas (CLAE-DAD-EM/EM)**

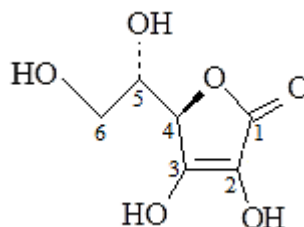
Para identificação qualitativa da fração isolada a mesma foi submetida a análise por CLAE-DAD-EM/EM. De acordo com a integração do cromatograma (Figura 2a) a região de  $t_R = 17,18$  min, representa 75 % da área total o qual corresponde ao componente majoritário cujo espectro de massa (Figura 2b) apresenta o íon de maior abundância relativa, o qual corresponde ao íon molecular em 440 m/z, sugerindo que o mesmo refere-se a oleato de ascorbila ( $PM = 440$  g/mol), devido a lipase apresentar alta

regioseletividade na posição C-6 do ácido ascórbico (Figura 3) durante a reação com ácido oleico (ZHANG et al., 2012), sendo desta maneira coerente com o produto da reação. Corrobora com esta hipótese os fragmentos observados no espectro de massa de segunda ordem (Figura 2c) de 156,90; 174,96; 281,29 m/z, foram vinculados ao íon da molécula  $C_6H_7O_5^-$ , e do referente íon molecular dos precursores da reação, o ácido ascórbico ( $C_6H_7O_6^-$ ) e o ácido oleico ( $C_{18}H_{33}O_2^-$ ), respectivamente.





**Figura 3:** Fórmula estrutural da molécula de ácido ascórbico



## CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo demonstraram que o produto da reação entre ácido ascórbico e ácido oleico foi realmente obtido, sendo este identificado pela análise qualitativa CLAE-DAD-EM/EM, confirmando deste modo a síntese de oleato de ascorbila.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia Desenvolvimento (CNPq), a Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

## REFERÊNCIAS

- BALEN, M.; SILVEIRA, C.; KRATZ, J. M.; SIMÕES, C. M. O.; VALÉRIO, A.; NINOW, J. L.; NANDI, L. G.; DI LUCCIO, M.; DE OLIVEIRA, D. Novozym® 435-catalyzed production of ascorbyl oleate in organic solvent ultrasound-assisted system. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 4, n. 4, p. 514-520, 2015.
- BEZBRADICA, D.; STOJANOVIĆ, M.; VELIČKOVIĆ, D.; DIMITRIJEVIĆ, A.; CAREVIĆ, M.; MIHAILOVIĆ, M.; MILOSAVIĆ, N. Kinetic model of lipase-catalyzed conversion of ascorbic acid and oleic acid to liposoluble vitamin C ester. **Biochemical Engineering Journal**, v. 71, p. 89-96, 2013.
- BURHAM, H.; RASHEED, R. A. G. A.; NOOR, N. M.; BADRUDDIN, S.; SIDEK, H. Enzymatic synthesis of palm-based ascorbyl esters. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, v. 58, n. 1-4, p. 153-157, 2009.
- CHANG, S. K.; ISMAIL, A.; DAUD, Z. A. M. Ascorbic Acid: Properties, Determination and Uses. **Encyclopedia of Food and Health**, p. 275-284, 2015.
- CHIARADIA, M. C.; COLLINS, C. H.; JARDIM, I. C. S. F. O estado da arte da cromatografia associada à espectrometria de massas acoplada à espectrometria de massas na análise de compostos tóxicos em alimentos. **Química Nova**, v. 31, n. 3, p. 623-636, 2008.

DALLA COSTA, K. A.; WESCHENFELDER, T. A.; STEFFENS, C.; OLIVEIRA, D. De; CANSIAN, R. L.; DALLAGO, R. M.; ZENI, J.; PAROUL, N. Kinetic Study on Esterification of Ascorbyl Oleate Catalyzed by Lipase NS 88011. **Biointerface Research in Applied Chemistry**, v. 11, n. 1, p. 8374-8388, 2021.

DEGANI, A.L.; CASS, Q.B.; VIEIRA, P. C. Cromatografia um breve ensaio. **Química Nova na Escola**, n. 7, 1998.

PARDAKHTY, A.; AHMADZADEH, S.; AVAZPOUR, S.; GUPTA, V. K. Highly sensitive and efficient voltammetric determination of ascorbic acid in food and pharmaceutical samples from aqueous solutions based on nanostructure carbon paste electrode as a sensor. **Journal of Molecular Liquids**, v. 216, p. 387-391, 2016.

PRIYA, K.; CHADHA, A. Synthesis of hydrocinnamic esters by *Pseudomonas cepacia* lipase. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 32, n. 3-4, p. 485-490, 2003.

SHARMA, S.; KANWAR, K.; KANWAR, S. S. Ascorbyl palmitate synthesis in an organic solvent system using a Celite-immobilized commercial lipase (Lipolase 100L). **3 Biotech**, v. 6, n. 2, p. 1-10, 2016.

SRINIVAS, D.; SATYARTHI, J. K. Biodiesel Production from Vegetable Oils and Animal Fat over Solid Acid Double-Metal Cyanide Catalysts. **Catalysis Surveys from Asia**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 145-160, 2011.

ZHANG, D. H.; LI, Y. Q.; LI, C.; LV, Y. Q.; YANG-LI. Kinetics of enzymatic synthesis of L-ascorbyl acetate by Lipozyme TLIM and Novozym 435. **Biotechnology and Bioprocess Engineering**, v. 17, n. 1, p. 60-66, 2012.

## CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA E DE MORTALIDADE USANDO ÁCIDO LÁTICO E ÁCIDO CÍTRICO SOBRE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

Carina de Castro Gabriel Tomalok<sup>1</sup>; Maria Eduarda Wlodarkiewicz<sup>2</sup>; Bruna Maria Saorin Puton<sup>1</sup>; Rosicler Colet<sup>1</sup>; Geciane Toniazco Backes<sup>1</sup>; Rogério Luis Cansian<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, URI Erechim

<sup>2</sup> Graduação em Engenharia Química, URI Erechim

**RESUMO:** Produtividade e qualidade são itens indispensáveis para que as indústrias se mantenham no mercado e cada vez mais os controles microbiológicos serão fatores chave, além de que a conscientização pública sobre possíveis doenças transmitidas por alimentos aumenta. Um patógeno de interesse é o *Staphylococcus aureus*, pois é um frequente causador de surtos de toxinfecção alimentar. Assim, o presente trabalho determinou a Concentração Inibitória Mínima (CIM) dos ácidos lático e cítrico em relação ao *S. aureus*, subsequentemente foi avaliado o comportamento desse microrganismo ao ser inoculado em gordura de papada de suíno com diferentes concentrações dos ácidos citados da forma individual e combinada pelo tempo de contato de 10 minutos. Conclui-se que o microrganismo *S. aureus* é suscetível ao tratamento com ácidos orgânicos, através da CIM o ácido lático apresentou-se mais eficaz que o ácido cítrico, resultando em 0,094% e 0,375% respectivamente. Ao realizar o estudo do comportamento desse mesmo microrganismo ao ser exposto aos ácidos lático e cítrico isoladamente e em combinação onde pode-se perceber que o ácido lático proporcionou os melhores resultados de mortalidade, resultando em 97% de mortalidade com 2% de concentração, contribuindo para a eficácia do ácido cítrico quando usado em combinação.

**Palavras-chave:** *Staphylococcus aureus*. Ácido Lático. Ácido Cítrico.

### INTRODUÇÃO

O processamento do abate de suínos, com a implementação de rígidos programas de qualidade, é eficiente em reduzir a contaminação superficial da pele dos animais, principalmente após etapas de descontaminação como a escalda e o chamosqueamento, porém, algumas áreas da carcaça, como a cabeça e cavidade oral, podem permanecer contaminadas. Além disso, podem ocorrer falhas na evisceração, propiciando grande risco de contaminação cruzada (EMBRAPA, 2015). A carne, independente da espécie animal, em virtude de ser considerada um alimento rico em nutrientes, depois de uma permanência longa em ambientes refrigerados, pode permitir o crescimento de microrganismos (VASCONCELOS et al., 2002).

Como produtividade e qualidade são itens indispensáveis para que as indústrias se mantenham no mercado, cada vez mais os controles microbiológicos serão fatores chave para que não ocorram esforços desnecessários em uma produção que pode ser desclassificada devido a uma análise fora de padrão com consequente perda financeira.

McMEEKIN et al. (1997), consideram que a conservação de alimentos pelo emprego de agentes químicos é utilizada para prevenir ou retardar a deterioração por microrganismos. Para tanto, a garantia de uma vida útil longa e a segurança microbiológica, implica em minimizar níveis de contaminação, limitando ou impedindo a taxa de crescimento microbiano.



Forsythe (2013) aborda que a produção de alimentos está se tornando mais complexo e global, além de que a conscientização pública sobre possíveis doenças transmitidas por alimentos aumenta. Com isso, é fundamental que as empresas produtoras de alimentos mantenham padrões rígidos de higiene, para manter a segurança primária de seus produtos.

As Doenças transmitidas por alimentos (DTA's) estão entre uma das causas mais importantes de morbidade e mortalidade em todo o mundo, sendo a doença diarreica aguda seja responsável por 1,8 milhões de mortes infantis anualmente, principalmente em países em desenvolvimento. Durante as últimas duas décadas, têm emergido como um crescente problema econômico e de saúde pública. Porém, os números estimados das doenças transmitidas por alimentos são afetadas por vários fatores, entre eles, diferentes definições de doença diarreica aguda, a maioria das doenças diarreicas não é relatada às autoridades de saúde pública, e poucas vezes essas doenças podem ser definitivamente ligadas a ingestão de alimentos contaminados (WHO, 2008; BRASIL, 2010). Os agentes etiológicos mais comuns isolados de casos no Brasil são *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Shigella* spp., *Bacillus cereus* e *Clostridium perfringens* (BRASIL, 2010).

Diante disso, um patógeno de interesse é o *S. aureus*, pois também é um frequente causador de surtos de toxinfecção alimentar (FDA, 2020). As bactérias desse gênero são cocos Gram-positivos, imóveis e geralmente agrupados em forma de cachos de uva, são mesófilas, com uma temperatura de crescimento entre 7 a 47,8 °C, enquanto suas enterotoxinas são produzidas em aproximadamente 40 a 45 °C. Muitas vezes pode dar origem a infecções assintomáticas devido ao seu alto poder colonizador em diferentes regiões do organismo, para ser capaz de gerar uma intoxicação são necessárias  $10^6$  células por grama de alimento (BARBOSA, 2016).

Devido a sua especificidade, vários produtos alimentícios não podem ser submetidos ao tratamento térmico como forma de controle de microrganismos pois são consumidos ou utilizados na formulação de outros alimentos, *in natura*. O tratamento com ácidos orgânicos pode ser uma alternativa para tal, já que possuem atividade antimicrobiana e baixa toxicidade a seres humanos (DREHMER, 2005), sendo considerados geralmente seguros para uso em produtos cárneos (GRAS), conforme designação do FDA (MANI-LOPEZ et al., 2012), além de oferecerem segurança para os consumidores com aceitação de aspectos sensoriais (CHAI & SHEEN, 2021). Assim, o presente trabalho realizou um estudo com o microrganismo *S. aureus* determinando a Concentração Inibitória Mínima (CIM) frente aos ácidos láctico e cítrico individualmente e, subsequentemente foi avaliado o comportamento desse microrganismo ao ser inoculado em gordura de papada de suíno com diferentes concentrações dos ácidos citados da forma individual e combinada pelo tempo de contato de 10 minutos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Preparo do Inóculo

A bactéria *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, foi obtida da coleção de culturas do Laboratório de Biotecnologia da URI Erechim. O inóculo foi preparado pela transferência da cultura estoque em um tubo de ensaio com 10 mL de meio líquido Luria Bertani LB (triptona 10,0 g L<sup>-1</sup>, extrato de levedura 5,0 g L<sup>-1</sup>, NaCl 5,0 g L<sup>-1</sup>) sob condições assépticas, sendo incubados a 36 °C ± 1 °C por 24 h em estufa bacteriológica (J.Prolab, JP 101) (CANSIAN et al., 2010).

### Determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM)

Para a obtenção da concentração inibitória mínima foi utilizado o método indireto de crescimento bacteriano através da densidade óptica em meio de cultura líquido. Após o crescimento prévio de *S. aureus*, foram inoculados 10 µL da cultura bacteriana em microplacas de fundo plano, para cada concentração dos ácidos láctico e cítrico. Submeteu-se à leitura da absorbância no tempo zero e após 24 h de incubação a  $36 \pm 1$  °C, através de leitor automático de microplacas ELISA (BioTekInstruments, EL 800), acoplado em computador com programa KcJunior, com comprimento de onda de 490 nm. O crescimento foi determinado pela diferença entre as leituras de densidade óptica de 24 e 0 h, sendo que a CIM foi definida como a menor concentração de ácido capaz de inibir o crescimento microbiano (GAIO et al., 2015). Como controles do teste foram utilizados somente os ácidos e as bactérias em poços separados. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

### Contaminação das Amostras e Tratamento com Ácidos

Para avaliar a ação dos ácidos láctico e cítrico no controle microbiano da gordura de papada suína *in natura*, primeiramente realizou-se a contaminação de 5 g de amostra pela imersão (10 cubos de aproximadamente 2,5 cm cada) em temperatura ambiente, em frascos contendo 100 mL de caldo LB acrescido de um volume de suspensão de células bacterianas, de forma a obter-se uma contagem de  $10^6$  UFC mL<sup>-1</sup>. As amostras foram imersas nos erlenmeyers com auxílio de uma pinça esterilizada, permanecendo por 1 minuto em contato com o caldo bacteriano.

Após este período em contato o microrganismo, as amostras foram retiradas da suspensão de bactérias com uma pinça esterilizada e transferidas imediatamente para um recipiente contendo diferentes concentrações dos ácidos láctico (0,5 a 2,0% v/v) e cítrico (0,5 a 2,0% m/v) e expostas por submersão durante 10 minutos. Paralelamente foi realizado um tratamento controle contendo água destilada em substituição aos ácidos orgânicos.

Concluído o tratamento, as amostras foram retiradas do contato com as soluções ácidas e imersas separadamente em um tubo contendo uma solução diluente (0,1% de peptona e 3% de tween 80 em água), utilizada para neutralizar a ação de resíduos do ácido. Com auxílio de Stomaker (Stomaker® 400 Circulator, Seward Limited UK), as amostras foram homogeneizadas e, posteriormente, 1 mL da solução foi semeada em placas de ágar LB, incubadas a 35-37 °C durante 24 h em estufa bacteriológica (J.PROLAB, JP 101), para contagem de colônias. Os resultados foram expressos em UFC g<sup>-1</sup>. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

### Análise Estatística

Os resultados foram tratados estatisticamente por ANOVA seguido de comparação das médias pelo teste de Tukey ou t de Student, com auxílio do software *Past*, com 95% de confiança.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Concentração Inibitória Mínima

As concentrações inibitórias mínimas (CIM) dos ácidos láctico e cítrico sobre *S. aureus* estão expressos na Tabela 1.

**Tabela 1:** Concentração Inibitória Mínima dos ácidos láctico e cítrico confrontado com *S. aureus*

Microrganismo	CIM (%)
---------------	---------

		Ácido Láctico	Ácido Cítrico
<i>S. aureus</i>	ATCC 25923	0,094	0,375

Fonte: Autores (2021). ATCC: American Type Culture Collection (USA).

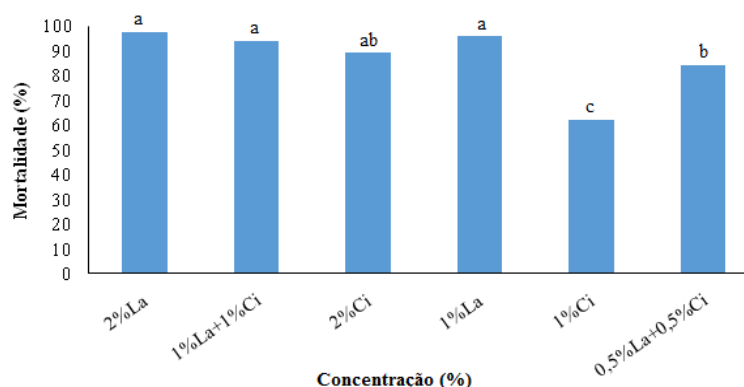
Observou-se que o ácido láctico apresentou resultado melhor em comparação ao ácido cítrico, pois quanto menor a CIM, melhor é o desempenho do ácido, visto que necessitou de apenas 0,094% de ácido para inibir o crescimento do microrganismo, já o ácido cítrico necessitou de aproximadamente quatro vezes esse valor para inibir o crescimento.

Zabot (2016), observou que o ácido láctico apresentou a CIM para *Salmonella* Typhimurium, *S. Heidelberg* e *S. Enteritidis* de 10 g L<sup>-1</sup> (1%), 20 g L<sup>-1</sup> (2%) e 5g L<sup>-1</sup> (0,5%), respectivamente, demonstrando haver diferença de suscetibilidade entre cepas de mesmo gênero bacteriano, justificando a importância desta avaliação para diferentes microrganismos contaminantes. Comparativamente, *S. aureus* demonstrou-se mais suscetível que as cepas de *Salmonella* avaliadas pelo autor.

### Tratamento de Papada Suína Previamente Contaminada, com Ácidos Láctico e Cítrico

A eficácia de diferentes concentrações dos ácidos láctico e cítrico foi avaliada após as amostras de gordura de papada suína *in natura* serem previamente impregnadas durante 1 minuto com a bactéria *S. aureus* e posteriormente ser exposta aos ácidos láctico e cítrico isoladamente (concentrações de 1 e 2%) e em combinação (concentrações de 0,5 + 0,5% e 1 + 1%) pelo tempo de 10 minutos.

**Figura 1** - Percentual de mortalidade de *S. aureus* exposto a diferentes concentrações de ácidos láctico e cítrico isoladamente e em combinação pelo tempo de 10 minutos



Percentuais médios de mortalidade com mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ).

De acordo com os resultados obtidos pode-se observar que o ácido láctico com a concentração de 2% foi o mais eficaz em proporcionar a mortalidade de *S. aureus*, demonstrando um percentual de 97%. A combinação de 1% de ácido láctico com 1% de ácido cítrico obteve resultados semelhantes ao tratamento de 1% de ácido láctico isolado, sendo 94% para a combinação e 96% para o ácido láctico isolado, já em relação ao tratamento de 2% de ácido cítrico isolado, apresentou 89%, mas todos sem diferença significativa ( $p>0,05$ ). O tratamento com 1% de ácido cítrico isolado que resultou em 62%, abaixo do resultado de 84% de mortalidade obtida com a combinação de 0,5% com 0,5% de cada ácido avaliado. Dessa forma, pode-se sugerir que a combinação do ácido cítrico com o ácido láctico não melhorou os resultados dos ácido láctico, mas sim do ácido cítrico, resultado que pode ser interessante quando se busca algum atributo sensorial aliado ao controle microbiano (CHAI & SHEEN, 2021).



Machado et al. (2013), ao realizarem avaliação microbiológica de pernis artificialmente contaminados com  $10^3$  UFC/mL de *Salmonella* Typhimurium (fagotipo DT177) por 15 min. com quatro diferentes tratamentos por imersão em tempos entre 5 a 15s, sendo coletadas as amostras após 15 min, puderam observar que o tratamento por imersão em solução ácida contendo 1000 ppm (o principal constituinte foi o ácido cítrico) foi o que resultou em menor eficácia na frequência de redução de contaminação, corroborando a menor eficácia deste em relação ao ácido láctico.

De Carli et al. (2013), observaram que tratamentos feitos em barrigas suínas com combinações de ácidos orgânicos foram eficientes na redução da contagem de microrganismos mesófilos nas combinações de 1% de ácido láctico com 0,1% de ácido ascórbico e 1% de ácido cítrico com 1% de ácido láctico.

## CONCLUSÕES

Através da realização desse estudo, pode-se concluir que o microrganismo *S.aureus* é suscetível ao tratamento com ácidos orgânicos, sendo que o ácido láctico se apresentou mais eficaz que o ácido cítrico. O que pode ser percebido tanto na etapa inicial de determinação da CIM, onde o ácido láctico necessitou de aproximadamente quatro vezes menos quantidade para inibir o crescimento do microrganismo em comparação ao ácido cítrico, se confirmando ao realizar o estudo do comportamento desse mesmo microrganismo ao ser exposto aos ácidos láctico e cítrico isoladamente e em combinação onde pode-se perceber que o ácido láctico proporcionou os melhores resultados de mortalidade, contribuindo para a eficácia do ácido cítrico quando usado em combinação. Sendo assim, os ácidos láctico e cítrico em combinação, possuem potencial uso industrial para controle microbiológico de *S. aureus* presentes em alimentos, principalmente em produtos cárneos, proporcionando garantia de qualidade dos produtos oferecidos aos consumidores.

## AGRADECIMENTOS

A URI, FAPERGS, CAPES e CNPq pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. **Inativação de *Staphylococcus aureus* em salmão cru empregando dióxido de carbono supercrítico**. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade do Alto Uruguai, Erechim/RS, 2016.

BRASIL, Ministério da Saúde, **Manual Integrado de Vigilância, Prevenção e Controle de Doenças Transmitidas por Alimentos**, Brasília/DF, 2010. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_integrado\\_vigilancia\\_doencas\\_alimentos.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_vigilancia_doencas_alimentos.pdf). Acesso em: 17 set.2020.

CANSIAN, R. L.; MOSSI, A. J.; OLIVEIRA, D.; TONIAZZO, G.; TREICHEL, H.; PAROUL, N.; ASTOLFI, V.; SERAFINI, L. A. Atividade antimicrobiana e antioxidante do óleo essencial de ho-sho (Cinnamomum camphora Ness e Eberm Var. Linalooliferafujita) **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n. 2, p 378-384, abr/jun. 2010.

CHAI, H-E & SHEEN, S. Effect of high pressure processing, allyl isothiocyanate, and acetic acid stresses on Salmonella survivals, storage, and appearance color in raw ground chicken meat. **Food Control**, v.123, p.107784, 2021.

DE CARLI, E. M.; TERRA, N. N.; FRIES, L. L. M; MENEZES, C. R.; PALEZI, S. C. Decontamination pig carcasses of organic acids with comercial and saline acidified ultraviolet light. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 1195-1204, 2013.

DREHMER, A. M. F. **Quebra de Peso de Carcaças e Estudo da Vida de Prateleira da Carne Suína**. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2005.

EMBRAPA, **Salmonela na suinocultura brasileira: do problema ao controle**. Jalusa Deon Kich, Jean Carlos Porto Vilas Boas Souza (editores técnicos), Brasília, DF: Embrapa, 2015.

FDA - Food and Drug Administration. Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance. **Guidance for the Industry: Fourth Edition**. Florida Sea Grant. 498p. 2020. Disponível em: <<https://www.fda.gov/media/80637/download>>. Acesso em: 23 fev.2021.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. Artmed Editora, 2013.

GAIO, I. et al. Antibacterial activity of basil essential oil (*Ocimum basilicum* L.) in Italian-type sausage. **Journal of Consumer Protection and Food Safety**, v. 10, p. 323-329, 2015.

MACHADO, A. R.; GOUVEIA, F. C.; PICININ, L. C. A., KICH, J. D.; CARDOSO, M. R. I.; FERRAZ, S. M. Avaliação microbiológica e físico-química de pernis suínos tratados com ácidos orgânicos e/ou vapor no controle da contaminação superficial por *Salmonella* Typhimurium. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 3, p. 345-351, 2013.

MANI-LÓPEZ, E, GARCÍA, H. S., LÓPEZ-MALO, A. Organic acids as antimicrobials to control Salmonella in meat and poultry products, **Food Research International**, v.45, p.713-721, 2012.

McMEEKIN, T. A.; BROWN, J.; KRIST, K.; MILES, D.; NEUMEYER, K.; NICHOLS, D. S.; OLLEY, J.; PRESSER, K.; RATKOWSKY, D. A.; ROSS, T.; SALTER, M.; SOONTRANON, S. Quantitative Microbiology: A Basis for Food Safety. **Emerging Infectious Diseases**, v. 3, n. 4, p. 541-549, 1997.

VASCONCELOS, E. C.; ZAPATA, J. F. F.; FIGUEIREDO, E. A.; CASTELO BRANCO, M. A. A.; BORGES, A. S. A microbiota da carcaça e da carne ovina tratada com ácido acético, embalada a vácuo e maturada por 48 dias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 272-277, 2002.

WHO, World Health Organization, Foodborne disease outbreaks: Guidelines for investigation and control, 146 p. 2008. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/9789241547222\_eng.pdf. Acesso em: 17 set.2020.

ZABOT, S. **Atividade Antimicrobiana de Ácidos Orgânicos e Compostos Clorados sobre Microorganismos Patogênicos em Carne de Frango**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina/PR, 2016.



## TRATAMENTO DE PAPADA SUÍNA COM ÁCIDOS LÁTICO E CÍTRICO PARA CONTROLE DE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

Carina de Castro Gabriel Tomalok<sup>1</sup>; Maria Eduarda Wlodarkiewicz<sup>2</sup>; Bruna Maria Saorin Puton<sup>1</sup>; Rosicler Colet<sup>1</sup>; Geciane Toniazco Backes<sup>1</sup>; Rogério Luis Cansian<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, URI Erechim

<sup>2</sup> Graduação em Engenharia Química, URI Erechim

**RESUMO:** Em 2018 foi implementada a Instrução Normativa nº 79 que modifica a forma de inspecionar a cabeça, papada e língua em abatedouros de suínos exigindo que devem ser submetidos a tratamentos térmicos validados ou outros tratamentos aprovados pelo DIPOA para mitigação dos riscos associados. Diante disso, o presente estudo avaliou o comportamento de *Staphylococcus aureus* inoculado em gordura de papada suína e tratado com diferentes concentrações e tempos de exposição aos ácidos lático e cítrico. As amostras foram submersas em caldo de *S. aureus* ( $10^6$  UFC mL<sup>-1</sup>) por 1 minuto e após, submersas em soluções com concentrações de ácidos lático (0,1 a 2,0%) e cítrico (0,25 a 2,25%) por 1, 5 e 10 minutos. Na sequência foram lavadas e feita a contagem de *S. aureus* remanescentes por plaqueamento. Em relação aos resultados da suscetibilidade do microrganismo, observou-se que aumentando o tempo de exposição, pode-se reduzir a concentração dos ácidos. Maior eficiência foi obtida com ácido lático em relação ao ácido cítrico nos diferentes tempos de exposição. *S. aureus* apresentou redução de 1,68 Log<sub>10</sub> UFC/g com 1,25% de ácido lático e 0,54 Log<sub>10</sub> UFC/g com 1,75% de ácido cítrico. Concluindo-se que esses ácidos orgânicos possuem potencial uso industrial visando o controle microbiológico.

**Palavras-chave:** Legislação. Ácidos Orgânicos. Papada suína.

### INTRODUÇÃO

Os frigoríficos são regidos por diversas legislações, que ao longo do tempo sofrem ajustes e alterações, visando o acompanhamento dos processos produtivos e implementação de novas tecnologias. A principal legislação seguida é o RIISPOA, o qual perdurou por 65 anos, desde a sua primeira emissão em 1952 até a atualização em 2017, onde há toda a regulamentação principal para indústrias de produtos de origem animal, desde carnes, passando por pescado, até ovos e mel (BRASIL, 2017). Considerando o abate somente de suínos, outra legislação de importância é a Portaria nº 711 emitida em 1º de novembro de 1995, a qual descreve todas as normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos (BRASIL, 1995), que também sofreu ajustes ao longo do tempo, como por exemplo a Portaria nº 155, de 17 de julho de 2016, alterando alguns pontos em relação a expedição de produtos congelados (BRASIL, 2016) e também a Portaria nº 1.304, de 07 de agosto de 2018, a qual ajusta a destinação de carcaças provenientes do DIF de forma a garantir o atendimento aos requisitos específicos de países para os quais o estabelecimento de abate encontra-se habilitado (BRASIL, 2018).

Seguindo o processo de atualização constante, a implementação da Instrução Normativa nº 79 (BRASIL, 2018), a qual foi feita baseada em estudo do histórico dos dados de ocorrência de achados de Inspeção Sanitária em Frigoríficos registrados sob Inspeção Federal, altera alguns pontos que são praticados hoje em dia, como por exemplo faz a inclusão de um Médico Veterinário Responsável – MVR,

dividindo a responsabilidade da manutenção da qualidade do estabelecimento com o Auditor Fiscal Federal Agropecuário – AFFA.

Outra alteração importante é citada na Seção II, que descreve a Avaliação e classificação da cabeça, papada e língua que deverá ser realizada com corte caudal a papada em sentido dorso-ventral, sem a abertura da cavidade oral e minimizando os cortes e exposição de tecidos linfáticos e glandulares adjacentes. Proíbe a exposição da língua e massas musculares da papada e da face na sala de abate, diferindo muito da forma que é realizada atualmente em que obrigatoriamente deve ser realizada a abertura da papada antes da inspeção da cabeça, com a finalidade de permitir o exame dos respectivos nodos linfáticos e os cortes dos músculos mastigadores (masseteres e pterigoideos), com exposição da língua, para que a cabeça e seus tecidos sejam extensivamente analisados visualmente e com a prática de incisões tanto nos músculos mastigatórios quanto nos nodos linfáticos da região cervical conforme descrito e padronizado pela Portaria 711 de 1º de novembro de 1995 (BRASIL, 1995). Diante disso, as empresas devem ajustar o processo produtivo a fim de atender a norma, bem como também propor alternativas viáveis com o objetivo de produzir alimentos seguros microbiologicamente.

Várias estratégias são adotadas pelas indústrias processadoras de alimentos e estas têm contribuído para manter a segurança alimentar, como a implantação de programas de qualidade, novas tecnologias, novas embalagens, além de inúmeros métodos de conservação (McMEEKIN et al., 1997). Machado et al. (2013), relatam que várias propostas têm sido estudadas para tratamento de carcaças suínas no pós-abate, como por exemplo a utilização de ácidos orgânicos, o uso de vapor de água quente, bem como a associação do tratamento térmico com o químico.

O ácido láctico e seus sais são agentes antimicrobianos, atuando tanto no controle de bactérias deteriorantes quanto patogênicas para aplicação em carcaças bovinas, cortes e aparas, cabeças e línguas, além de não afetarem as características sensoriais (ZDANSKI, 2011; MANI-LOPEZ et al., 2012). O ácido cítrico é um ácido hidroxitricarboxílico produzido naturalmente por várias plantas, sendo aprovado para uso na fabricação de carnes frescas e processadas de aves em concentrações específicas para essa finalidade (USDA, 2019), bem como em níveis de até 3% não produziu odores inaceitáveis e a aceitabilidade da cor foi mantida, porém necessita a manutenção de pH baixo para uma atividade antimicrobiana ideal (MANI-LOPEZ et al., 2012).

Para Adams (1999) a eficácia dos ácidos orgânicos puros ou combinados é o resultado da concentração, pKa e da capacidade de quelação dos ácidos. Segundo o autor, os ácidos orgânicos têm sido considerados como responsáveis pela quebra no metabolismo de aminoácidos, síntese do DNA e metabolismo energético dos microrganismos. Os ácidos diminuem o pH intracelular e podem causar alteração na permeabilidade da membrana com o bloqueio do substrato do sistema de transporte de elétrons. Os ácidos lipofílicos fracos como láctico, acético ou propiônico são capazes de passar através da membrana celular de microrganismos em seu estado não dissociado e dissociam-se no interior da célula, produzem íons H<sup>+</sup> que diminuem o pH da célula. As células reagem eliminando os prótons tentando manter o pH constante e esse mecanismo faz com que o gasto energético seja maior, reduzindo o crescimento celular microbiano. Por sua vez os ânions RCOO<sup>-</sup> do ácido, impedem a síntese de DNA e RNA fazendo com que o microrganismo não se replique (TUGNOLI et al., 2020).

Devido a implementação da nova forma de inspeção sanitária de acordo com a Instrução Normativa nº79, todos os produtos obtidos, sejam recortes de músculo e/ou pele bem como os tecidos adjacentes incluindo a língua e a papada só poderão ser utilizados após receber tratamento térmico validado ou algum outro tratamento desde que devidamente aprovado pelo DIPOA para que não apresente risco de contaminação microbiológica ao consumidor (BRASIL, 2018). Para que a papada de suínos continue a ser utilizada na formulação de produtos industrializados, como por exemplo em linguiça fresca, ou seja, na forma *in natura*, sem nenhum tipo de tratamento térmico, deve-se implementar uma opção diferente deste tratamento, já que esse método alteraria a gordura, inviabilizando o uso *in natura*.

Mesmo que o produto citado, seja consumido, após tratamento térmico, como é comercializado na forma frescal, deve atender a legislação vigente.

Devido a isso, o presente estudo avaliou o comportamento do microrganismo *S. aureus* previamente inoculado em gordura de papada suína, com diferentes concentrações dos ácidos láctico e cítrico com tempo de exposição de 1, 5 e 10 minutos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Preparo do Inóculo

A bactéria *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, foi obtida da coleção de culturas do Laboratório de Biotecnologia da URI Erechim. O inóculo foi preparado pela transferência da cultura estoque em um tubo de ensaio com 10 mL de meio líquido Luria Bertani LB (triptona 10,0 g L<sup>-1</sup>, extrato de levedura 5,0 g L<sup>-1</sup>, NaCl 5,0 g L<sup>-1</sup>) sob condições assépticas, sendo incubados a 36 °C ± 1 °C por 24 h em estufa bacteriológica (J.Prolab, JP 101) (CANSIAN et al., 2010).

### Contaminação das Amostras e Tratamento com Ácidos

Para avaliar a ação dos ácidos láctico e cítrico no controle microbiano da gordura de papada suína *in natura*, primeiramente realizou-se a contaminação de 5 g de amostra pela imersão (10 cubos de aproximadamente 2,5 cm cada) em temperatura ambiente, em frascos contendo 100 mL de caldo LB acrescido de um volume de suspensão de células bacterianas, de forma a obter-se uma contagem de 10<sup>6</sup> UFC mL<sup>-1</sup>. As amostras foram imersas nos erlenmeyers com auxílio de uma pinça esterilizada, permanecendo por 1 minuto em contato com o caldo bacteriano.

Após este período em contato o microrganismo, as amostras foram retiradas da suspensão de bactérias com uma pinça esterilizada e transferidas imediatamente para um recipiente contendo diferentes concentrações dos ácidos láctico (0,1 a 2,0% v/v) e cítrico (0,25 a 2,25% m/v) e expostas por submersão durante 1, 5 e 10 minutos. Paralelamente foi realizado um tratamento controle, contendo água destilada em substituição aos ácidos orgânicos.

Concluído os tratamentos, as amostras foram retiradas do contato com as soluções ácidas e imersas separadamente em um tubo contendo uma solução diluente (0,1% de peptona e 3% de tween 80 em água), utilizada para neutralizar a ação de resíduos do ácido. Com auxílio de Stomaker (Stomaker® 400 Circulator, Seward Limited UK), as amostras foram homogeneizadas e, posteriormente, 1 mL da solução foi semeada em placas de ágar LB, incubadas a 35-37 °C durante 24 h em estufa bacteriológica (J.PROLAB, JP 101), para contagem de colônias. Os resultados foram expressos em UFC g<sup>-1</sup>. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

### Análise Estatística

Os resultados foram tratados estatisticamente por ANOVA seguido de comparação das médias pelo teste de Tukey, com auxílio do software *Past*, com 95% de confiança.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Tratamento de Papada Suína Previamente Contaminada, com Ácidos Láctico e Cítrico

Os resultados da contagem de *S. aureus* (UFC/g) em cubos de gordura de papada suína *in natura* previamente contaminados por 1 minuto em seguida expostos a diferentes tempos de contato



(1, 5 e 10 min) e concentrações de ácidos láctico (0,1 a 2,0%) e cítrico (0,25 a 2,25%) são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Crescimento de *S. aureus* (UFC/g) em cubos de gordura suína previamente contaminados e expostos a diferentes tempos de contato e concentrações de ácidos orgânicos

Concentração (%)	Crescimento (UFC/g)		
	Ácido Láctico (%)		
	1 min	5 min	10 min
2,00	50 <sup>dA</sup> ± 94	47 <sup>fA</sup> ± 81	46 <sup>eB</sup> ± 98
1,75	99 <sup>dA</sup> ± 108	70 <sup>fA</sup> ± 97	62 <sup>eB</sup> ± 94
1,50	110 <sup>dA</sup> ± 92	77 <sup>fA</sup> ± 89	55 <sup>eB</sup> ± 92
1,25	242 <sup>cdA</sup> ± 128	215 <sup>eA</sup> ± 134	88 <sup>eB</sup> ± 93
1,00	545 <sup>cA</sup> ± 206	495 <sup>eA</sup> ± 174	352 <sup>dA</sup> ± 136
0,75	2.525 <sup>bA</sup> ± 241	1.419 <sup>dB</sup> ± 235	759 <sup>cdC</sup> ± 223
0,50	3.416 <sup>bA</sup> ± 275	2.211 <sup>cB</sup> ± 267	1.205 <sup>cC</sup> ± 252
0,25	3.828 <sup>abA</sup> ± 298	3.168 <sup>bA</sup> ± 272	2.387 <sup>bB</sup> ± 285
0,10	3.927 <sup>abA</sup> ± 287	3.721 <sup>abA</sup> ± 285	2.672 <sup>bB</sup> ± 289
0,00	4.213 <sup>aA</sup> ± 316	4.213 <sup>aA</sup> ± 316	4.213 <sup>aA</sup> ± 316
	Ácido Cítrico (%)		
2,25	1.667 <sup>dA</sup> ± 134	862 <sup>eB</sup> ± 109	840 <sup>eB</sup> ± 117
2,00	1.668 <sup>dA</sup> ± 129	1.161 <sup>dB</sup> ± 127	868 <sup>eC</sup> ± 104
1,75	2.332 <sup>cA</sup> ± 126	1.337 <sup>dB</sup> ± 143	994 <sup>eC</sup> ± 131
1,50	2.706 <sup>bA</sup> ± 162	1.830 <sup>cB</sup> ± 165	1.533 <sup>dB</sup> ± 139
1,25	2.805 <sup>bA</sup> ± 178	1.953 <sup>cB</sup> ± 172	1.911 <sup>cB</sup> ± 175
1,00	3.350 <sup>aA</sup> ± 271	2.111 <sup>bcB</sup> ± 254	2.086 <sup>bcB</sup> ± 237
0,75	3.399 <sup>aA</sup> ± 249	2.123 <sup>bcB</sup> ± 229	2.100 <sup>bcB</sup> ± 228
0,50	3.449 <sup>aA</sup> ± 267	2.310 <sup>bB</sup> ± 243	2.268 <sup>bcB</sup> ± 214
0,25	3.432 <sup>aA</sup> ± 274	2.639 <sup>bB</sup> ± 285	2.562 <sup>bB</sup> ± 241
0,00	3.465 <sup>aA</sup> ± 296	3.465 <sup>aA</sup> ± 296	3.465 <sup>aA</sup> ± 296

Médias ± desvio padrão seguidas de diferentes letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os tratamentos com ácido láctico dos cubos de gordura previamente contaminados com *S. aureus* demonstram que após a exposição a diferentes tempos de contato e diferentes concentrações de ácido, observou-se para as concentrações entre 2,00 até 1,00% a eficácia similar, em todos os tempos de exposição estudados (Tabela 1). De acordo com esses resultados, sugere-se que para as concentrações maiores entre 2,0% e 1,0%, os tempos de contato são indiferentes na eficácia, já a partir de 0,75% a 0,25%, o tempo de exposição de 1 min é bem menos eficiente que os tempos de exposição de 5 min e 10 min, que se equivalem em eficiência. Em relação as reduções em  $\text{Log}_{10}$  UFC/g, com a maior concentração de 2,0%, todos os tempos de exposição apresentam reduções acima de 1,0 sendo de 1,96 com 10 min de exposição, de 1,95 com 5 min de exposição e de 1,92 com 1 min. Bem como a concentração de 1,25% também apresenta reduções em  $\text{Log}_{10}$  UFC/g acima de 1,0, de 1,68 com 10 min de exposição e de 1,29 e 1,24 com 5 min e com 1 min de exposição respectivamente.

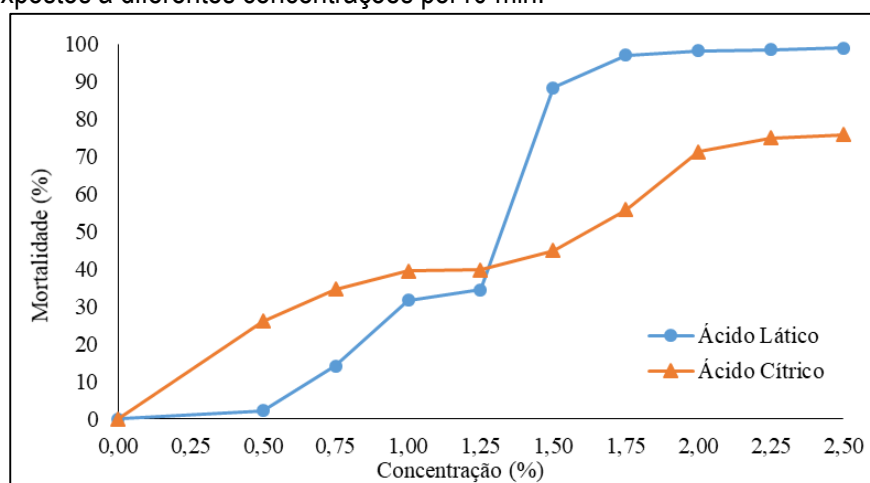
Os resultados referentes ao controle do crescimento de *S. aureus* previamente inoculado em gordura suína pela exposição a diferentes tempos de contato concentrações ao ácido cítrico (Tabela

1), indicaram que para 2,25 a 1,75% a eficácia é igual ( $p > 0,05$ ) considerando os tempos de 5 e 10 min de exposição, sendo melhores que o tempo de 1 min de exposição. Observa-se também que para as concentrações a partir de 1,50% o tempo de exposição de 1 min é menos eficiente que os tempos de exposição de 5 e 10 min, diferindo estatisticamente destes a nível de confiança de 95%. Para o ácido cítrico, a análise da redução em  $\text{Log}_{10}$  UFC/g demonstrou que este ácido não apresenta alto poder antimicrobiano sobre o *S. aureus*. Ao analisar as concentrações de 2,25 e 1,75% obteve-se reduções de 0,32, 0,61 e 0,62 e 0,17, 0,41 e 0,54  $\text{Log}_{10}$  para 1, 5 e 10 min.

A Figura 1 apresenta o comparativo da mortalidade da bactéria em cubos de gordura suína *in natura* previamente contaminados expostos a diferentes concentrações de ácidos por 10 min.

Observa-se a diferença na eficácia do ácido láctico em relação ao ácido cítrico, pois este proporciona a mortalidade do microrganismo acima de 90% com as maiores concentrações empregadas. Já o ácido cítrico ocasiona taxas de mortalidades menores sendo de, no máximo, 75% com a maior concentração empregada. Porém em concentrações menores, abaixo de 1,25%, o ácido cítrico apresenta melhores resultados de mortalidade em comparação ao ácido láctico, ou seja, o ácido láctico é mais eficaz somente em concentrações superiores.

**Figura 1:** Comparativo entre os ácidos láctico e cítrico na mortalidade de *S. aureus* em cubos de gordura suína expostos a diferentes concentrações por 10 min.



A fim de identificar qual ácido orgânico apresenta maior ação de controle do crescimento de *S. aureus* em gordura suína avaliou-se a redução da contagem na concentração efetiva mínima para os diferentes tempos de exposição (Tabela 2). Analisando os resultados, pode-se observar que o microrganismo *S. aureus* foi inibido com maior eficiência pelo ácido láctico, apresentando redução de 1,68  $\text{Log}_{10}$  UFC/g com 1,25% de concentração em 10 min de exposição. Já o ácido cítrico obteve apenas 0,54  $\text{Log}_{10}$  UFC/g de redução mesmo com uma concentração mais alta empregada de 1,75 % por 10 min de exposição.

**Tabela 2:** Redução de contagem de *S. aureus* ( $\text{Log}_{10}$  UFC/g) em cubos de gordura suína na concentração efetiva mínima de diferentes ácidos orgânicos em diferentes tempos de exposição

Ácido	Concentração (%)	Redução ( $\text{Log}_{10}$ UFC/g)		
		1 min	5 min	10 min
Lático	1,25	1,24	1,29	1,68
Cítrico	1,75	0,17	0,41	0,54

Dubal et al. (2004), inocularam vários patógenos em carne ovina/caprina, dentre eles, *S. aureus*, e como resultado obtiveram inibição completa com o uso de ácido láctico a 2%, bem como observaram que o início da deterioração das amostras não tratadas foi entre o 4º e 5º de armazenamento sob refrigeração, o que só ocorreu no 8º dia das amostras tratadas com ácido láctico a 2%.

Zabot (2016) também testou o grupo de bactérias mesófilas (no qual *S. aureus* é incluso) com carne de frango (coxas) concluindo que uma solução de ácido láctico a 20 g/L (2%) foi a que apresentou melhor efetividade em comparação com Hipoclorito de Sódio a 5mg/L, Dicloro a 60mg/L e Hipoclorito de Sódio a 0,5mg/L, reduzindo o crescimento desses microrganismos em 4,69 Log<sub>10</sub> UFC/g.

De Carli et al. (2013) ao realizarem contagem de microrganismos aeróbios mesófilos frente a vários tratamentos em barriga suína, obtiveram os melhores resultados com o tratamento T1 que utilizou 1% de ácido láctico (v/v) somado a 0,10% de ácido ascórbico (m/v) somado a 1% de ácido cítrico (m/v) e com o tratamento T2 que utilizou 1% de ácido láctico (v/v) somado a 0,80% de ácido ascórbico (m/v) somado a 1% de ácido cítrico (m/v), isso considerando os três tratamentos em que se utilizaram ácidos orgânicos, pois nesse estudo também foi testado solução salina acidificada, água a 80°C e luz UV.

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho, pode-se sugerir que os ácidos láctico e cítrico apresentam bom potencial para uso industrial visando o controle microbiológico em papada suína. O ácido láctico apresentou ótimos resultados inibindo o crescimento de *S. aureus*, reduzindo 1,68 Log<sub>10</sub> UFC/g a 1,25%, já o ácido cítrico obteve apenas 0,54 Log<sub>10</sub> UFC/g) de redução mesmo com uma concentração mais alta empregada de 1,75 %, considerando 10 min de exposição.

As concentrações e tempos de contato podem ser adaptados de acordo com a realidade de cada planta industrial, ou seja, a concentração pode ser diminuída se o tempo de contato for aumentado, porém se o determinante for o tempo de contato minimizado, a concentração deve ser aumentada.

## AGRADECIMENTOS

A URI, FAPERGS, CAPES e CNPq pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, C. A. **Nutricines. Food components in Health and Nutrition**. Nottingham. Nottingham Univ. Press. 1999.

BRASIL, Decreto nº 9.013 de 29 de março de 2017, **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**, Diário Oficial da União de 30/03/2017, Edição:62, Seção 1, p.3-27.

BRASIL, Instrução Normativa nº 79 de 14 de novembro de 2018, **Procedimentos de inspeção ante e post mortem de suínos com base em risco**, Diário Oficial da União de 17/12/2018, Edição:241, Seção 1, p. 4-7.



BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, **Modernização do RIISPOA**, 29 mar. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/modernizacao-do-riispoa>. Acesso em: 06 set. 2020.

BRASIL, Portaria nº 711 de 01 de novembro de 1995, **Normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos**. Diário Oficial da União de 03/11/1995, Seção 1, p. 17625.

BRASIL, Portaria nº 155 de 17 de agosto de 2016, **Temperatura de congelamento de carcaças** – anexo a Portaria nº711 de 1º de novembro de 1995. Diário Oficial da União de 18/08/2016, Seção 1, p. 14.

BRASIL, Portaria nº1.304 de 7 de Agosto de 2018, **Carcaças e vísceras oriundas do DIF** – anexo a Portaria nº711 de 1º de novembro de 1995. Diário Oficial da União de 22/08/2018, Seção 1, p. 10.

CANSIAN, R. L.; MOSSI, A. J.; OLIVEIRA, D.; TONIAZZO, G.; TREICHEL, H.; PAROUL, N.; ASTOLFI, V.; SERAFINI, L. A. Atividade antimicrobiana e antioxidante do óleo essencial de ho-sho (*Cinnamomum camphora* Ness e Eberm Var. Linaloolifera fujita) **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n. 2, p 378-384, abr/jun. 2010.

DE CARLI, E. M.; TERRA, N. N.; FRIES, L. L. M; MENEZES, C. R.; PALEZI, S. C. Decontamination pig carcasses of organic acids with comercial and saline acidified ultraviolet light. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 1195-1204, maio/jun. 2013.

DUBAL, Z. B.; PATURKAR, A. M.; WASKAR, V. S.; ZENDE, R. J.; LATHA, C.; RAWOOL, D. B.; KADAM, M. M. Effect of food grade organic acids on inoculated *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli* and *S. Typhimurium* in sheep/goat meat stored at refrigeration temperature. **Meat Science**, v.66, p. 817–821, 2004.

MACHADO, A. R.; GOUVEIA, F. C.; PICININ, L. C. A., KICH, J. D.; CARDOSO, M. R. I.; FERRAZ, S. M. Avaliação microbiológica e físico-química de pernis suínos tratados com ácidos orgânicos e/ou vapor no controle da contaminação superficial por *Salmonella* Typhimurium. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 3, p. 345-351, 2013.

MANI-LÓPEZ, E, GARCÍA, H. S., LÓPEZ-MALO, A. Organic acids as antimicrobials to control Salmonella in meat and poultry products, **Food Research International**, v.45, p.713-721, 2012.

McMEEKIN, T. A.; BROWN, J.; KRIST, K.; MILES, D.; NEUMEYER, K.; NICHOLS, D. S.; OLLEY, J.; PRESSER, K.; RATKOWSKY, D. A.; ROSS, T.; SALTER, M.; SOONTRANON, S. Quantitative Microbiology: A Basis for Food Safety. **Emerging Infectious Diseases**, v. 3, n. 4, p. 541–549, 1997.

TUGNOLI, B.; GIOVAGNONI, G.; PIVA, A.; GRILLI, E. From Acidifiers to Intestinal Health Enhancers: How Organic Acids Can Better Growth Efficiency of Pigs. **Animals**, v. 10, p. 134, 2020.

USDA - United States Department of Agriculture. **Food Safety and Inspection Service**. Safe and suitable ingredients used in the production of meat and poultry products. 2019. Disponível em:

[https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/ce40e7ae-3d55-419e-9c68-a1b6fefcd4de/7120.1\\_Table\\_2.pdf?MOD=AJPERES](https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/ce40e7ae-3d55-419e-9c68-a1b6fefcd4de/7120.1_Table_2.pdf?MOD=AJPERES). Acesso em: 20 fev.2021.

ZABOT, S. **Atividade Antimicrobiana de Ácidos Orgânicos e Compostos Clorados sobre Microorganismos Patogênicos em Carne de Frango**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina/PR, 2016.

ZDANSKI, S. F. R. **Ácidos orgânicos e seus sais e nisina no controle de bactérias lácticas, aeróbicas mesófilas e *Listeria monocytogenes* em salsichas** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/ RS, 2011.

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FOLHAS DE *PERESKIA ACULEATA* MILL

Ilizandra Aparecida Fernandes<sup>1</sup>; Paloma Zanoello<sup>1</sup>, Lucas Henrique Nascimento<sup>1</sup>, Bruna Maria Saorin Puton<sup>1</sup>, Rosicler Colet<sup>1</sup>, Rogério Luis Cansian<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Agrárias- Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Missões, Av. Sete de Setembro, 1621, Erechim

**RESUMO:** A espécie *Pereskia aculeata* Mill, popularmente conhecida como ora-pro-nobis pertence a um grupo de hortaliças conhecidas como planta alimentícia não-convencional (PANC's) portanto seu consumo já é bem aceito pela população. O presente trabalho teve como objetivo a caracterização físico-química das folhas de *Pereskia aculeata* Mill. Para esta pesquisa as folhas foram coletadas na cidade de Erechim – RS e submetidas ao processo de desidratação por liofilização, posteriormente foi realizada a caracterização físico-química para determinar os valores de umidade, proteína, resíduo mineral (cinzas), lipídeos e minerais. O estudo revelou quantidades significativas de proteínas (18,558%) e resíduo mineral (15,172%) bem como, valores baixos de lipídeos (4,285%) e umidade (1,318%) nas folhas da espécie *Pereskia aculeata* Mill. A presença de elevados níveis de minerais foi observada para o cálcio e potássio. Os resultados referentes a proteína indicam que a utilização das folhas de *Pereskia aculeata* Mill é uma alternativa para a alimentação humana, bem como na formulação de alimentos aumentando o seu valor nutricional.

**Palavras-chave:** Ora-pro-nobis. Liofilização. Proteína

### INTRODUÇÃO

A *Pereskia aculeata* Mill. conhecida popularmente como ora-pro-nóbis, é uma planta carnosa, de cor verde escura constituída por altos valores de proteína em comparação as demais hortaliças não convencionais, podendo ser consumida in natura ou na forma de farinha. É considerada uma “Planta Alimentícia não Convencional” (PANC's), ou seja, faz parte de um grupo de plantas que possuem uma ou mais partes comestíveis sendo elas espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas e que muitas vezes não são utilizadas de forma tão comum na culinária (SANTOS et al., 2012; SOUZA, 2014; CUNHA et al., 2021).

As PANC's são ricas em nutrientes e podem desempenhar importante papel nas mudanças de hábitos alimentares mais saudáveis. Uma importante característica nutricional das folhas de ora-pro-nóbis é seu conteúdo proteico, com cerca de 15 a 28 %, que comparado com outros vegetais é mais elevado (MERCÊ et al., 2001; ALMEIDA; CORREA, 2012; SOUZA, 2014).

Desta forma, presente trabalho teve como objetivo a caracterização físico química das folhas de ora pro nobis (*Pereskia aculeata* Mill) desidratadas em liofilizador.



## **METODOLOGIA**

As folhas de ora-pro-nóbis foram coletadas em Erechim /RS sob as coordenadas 27.656426° de latitude Sul e 52.307774 de longitude Oeste e registrada no Herbário Padre Balduino Rambo HPBR 12.647 sendo a espécie *Pereskia aculeata* Mill. (CACTACEAE). As folhas foram pré selecionadas manualmente e levadas para o freezer (Brastemp) a -18°C. Após 24 horas as amostras foram submetidas ao processo de liofilização (liofilizador Edwards), durante 72 hs. Posteriormente, foram trituradas via maceração e armazenadas em frascos âmbar a temperatura ambiente.

Foram determinados os seguintes parâmetros físico-químicos das folhas de ora-pro-nóbis: umidade, proteínas, lipídeos, resíduo mineral (cinzas) e quantificação de minerais.

### **Umidade**

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico onde 2g de amostra foram submetidas a secagem direta em estufa com recirculação de ar (Fanem, modelo 320-SE) a 105 °C até peso constante (AOAC, 2000).

### **Proteína Total**

O nitrogênio total nas amostras foi determinado pelo método de Kjeldahl, segundo metodologia nº 920.123 da AOAC (2005). O método de Kjeldahl consta de três etapas distintas: - Digestão da amostra, em sistema digestor Kjeldahl (Scientifica modelo DK20), empregando ácido sulfúrico e pastilha catalisadora (3,5 g de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e 3,5 mg de Se, FOSS); - Destilação em sistema com destilador Kjeldahl (Tecnal TE-0364), empregando solução de ácido bórico a 4 % com indicador misto como solução receptora da amônia destilada; - Titulação do borato de amônia formado com solução de HCl 0,1 N. Para quantificação da proteína foi empregado o teor de nitrogênio multiplicando-se pelo fator de conversão de nitrogênio em proteína de 6,25.

### **Lipídios**

O extrato etéreo foi determinado segundo o método de Soxlet (Nova Técnica modelo NT 340), utilizando ±2 g de amostra e éter de petróleo como solvente orgânico (AOAC, 1995).

### **Resíduo Mineral (Cinzas)**

O conteúdo de minerais totais (teor de cinzas) foi determinado conforme metodologia descrita pela AOAC (2005). Inicialmente, as amostras (±2 g) foram evaporadas, pré-carbonizadas em chapa elétrica, posteriormente incineradas em forno mufla (Fornos Lavoisier modelo 400 C) a 550°C por aproximadamente 8 h (aspecto das cinzas) e quantificação pelo método gravimétrico.

### **Quantificação dos minerais**

Para a quantificação dos componentes minerais Sódio (Na) e Potássio (K) (com padrão de concentração de 100 mg/mL) foi utilizado o fotômetro de chama digital microprocessado (Analyser modelo 910). Para os componentes Zinco (Zn), Manganês (Mn), Magnésio (Mg), Cobre (Cu), Cálcio (Ca), Cádmiio (Cd) foi utilizado o método de espectrometria de absorção atômica com chama- Sanvantaa (modelo 6BC 3.11 A), segundo metodologia descrita por AOAC (1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para composição físico-química das folhas de *Pereskia aculeata* Mill, estão apresentados na Tabela 1 e 2.

**Tabela 1:** Caracterização físico-química das folhas de *Pereskia aculeata* Mill

Componentes	Concentração (%)
Umidade	1,318 ±0,062
Proteína	18,558 ± 0,575
Lipídeos	4,285 ±0,193
Cinzas	15,712 ±0,046

A umidade encontrada foi de 1,318%, sendo inferior a encontrada no trabalho de Alves (2020) que foi igual a 4,560%. Ressaltando, que o teor de umidade de um alimento apresenta relação com sua tendência a deterioração, sendo a sua eliminação parcial, importante para a reduzir ou inibir o crescimento de micro-organismos, bem como a redução da ocorrência de reações enzimáticas (DALA PAULA, 2021).

O teor de proteína encontrado foi igual a 18,558%, resultados da literatura reportam valores maiores conforme o obtido por Girão et al. (2003), onde o resultado foi 19,67% e Alves (2020) que encontrou teor de proteína de 22,479%. Cabe ressaltar, que o teor de proteínas pode variar de 15 a 28%, o que depende das condições de cultivo como clima, solo e região (MAZIA e SARTOR, 2012).

Com relação ao teor de lipídeos, o resultado encontrado foi inferior ao obtido por Alves (2020) e Almeida et al. (2014), onde os valores foram 6,495% e 5,07%, respectivamente. Para o processo de extração de proteínas, este parâmetro é relevante, pois a alta concentração de lipídeos pode inibir o acesso da água das proteínas, ocasionando a redução da quantidade de proteínas extraídas (FEYZI et al., 2015; ALVES, 2020).

Quanto ao teor de cinzas, foi encontrado 15,712 %, valor inferior ao obtido por Alves (2020) que obteve 16,950% e superior a 14,81% que foi obtido por Almeida et al. (2014). O conteúdo de cinzas evidencia que as folhas de ora-pro-nobis são uma fonte substancial e importante de minerais (ALMEIDA et al., 2014; SILVEIRA, 2016).

**Tabela 2:** Composição mineral das folhas de *Pereskia aculeata* Mill

Minerais	mg/100g
Zinco	2.148,70
Manganês	1.301,53
Cálcio	41.186,50
Magnésio	9.674,72
Cobre	686,28
Cádmio	*
Sódio	994,77
Potássio	21.387,59

\*não identificado nas amostras

Altas concentrações de minerais foram encontradas nas folhas de *Pereskia aculeata* Mill, principalmente para o cálcio (41.186,50 mg/100 g) e potássio (21.387,59 mg/100g), se comparado aos resultados obtidos por Almeida et al. (2014), que encontraram teor de cálcio 1.346,67 mg/100g e potássio 3,910,00 mg/100g. As variações no teor de minerais pode estar relacionada as condições de cultivo como clima, solo e região (MAZIA e SARTOR, 2012).

Por serem fontes vegetais de cálcio as folhas de ora-pro-nóbis podem melhorar a qualidade nutricional se tornando uma espécie alimentar fundamental para as estratégias de alimentação e segurança nutricional de grupos familiares cujos hábitos alimentares estão diretamente relacionados ao consumo desta espécie (BARREIRA et al., 2021).

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, e de acordo com dados presentes na literatura, é importante ressaltar que as folhas de *Pereskia aculeata* Mill. são uma fonte de proteína e minerais, apresentando potencial para serem utilizadas não apenas na alimentação humana, mas também na indústria de alimentos como alternativa para aumentar o valor nutricional dos produtos, visando uma alimentação mais balanceada e saudável.

## REFERÊNCIAS

ALVES, A. N. **Extração de proteases de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) e purificação parcial em sistemas aquosos bifásicos formados por peg+ fosfato de sódio+água.** Itapetinga: UESB, 2020.

ALMEIDA, M. E. F. DE; CORRÊA, A. D. Utilização de cactáceas do gênero *Pereskia* na alimentação humana em um município de Minas Gerais. **Ciência Rural**, v. 42, p. 7451-756, 2012.

ALMEIDA, M. E. F.; JUNQUEIRA, A. M. B.; SIMÃO, A. A.; CORRÊA, A. D. Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como ora-pro-nobis. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, supplement 1, p. 431-439, 2014.

AOAC-ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 14. ed. v. 1. 1995.



AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the association analytical chemists. 18. ed. Maryland: AOAC, 2005.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists. 17th ed. Virginia, 2000.

BARREIRA, T. F.; PAULA FILHO, G. X.; PRIORE, S. E.; SANTOS, R. H. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Nutrient content in ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.): unconventional vegetable of the Brazilian Atlantic Forest. *Food Sci. Technol (Campinas)* 41 (suppl 1), 2021.

CUNHA, M. A. D., PINTO, L. C., SANTOS, I. R. P. D., NEVES, B. M., & CARDOSO, R. D. C. V. Plantas Alimentícias Não Convencionais na perspectiva da promoção da Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil. *Research, Society and Development*, 10(3), 2021.

DALA PAULA, B. M. **Química & Bioquímica de Alimentos**. Editora Universidade Federal e Alfenas, 2021.

FEYZI, S. et al. Fenugreek (*Trigonella foencem graecum*) seed protein isolate : Extraction optimization , amino acid composition, thermo and functional properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 511, p. 3165–3176, 2015.

GIRÃO, L. V. C.; SILVA FILHO, J. C.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. Avaliação da composição bromatológica de ora-pro-nóbis. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 411 Suplemento 1, 2003.

MAZIA, R. S.; SARTOR, C, F, P. Influência do Tipo de Solo Usado para o Cultivo de *Pereskia aculeata* Sobre Propriedade Protéica. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 5, n. 1, p. 59-65, jan./abr. 2012 - ISSN 1983-1870.

MERCÊ, A. L. R.; LANDALUZE, J. S.; MANGRICH, A. S.; SZPOGANICZ, B.; SIERAKOWSKI, M. R. Complexes of arabinogalactan of *Pereskia aculeata* and Co<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, and Ni<sup>2+</sup>-Bioresource Technology, v.76, n.1, p.29-37, 2001.

SANTOS, I.C.; PEDROSA, M. W.; CARVALHO, O.C.; GUIMARÃES, C.D.C; SILVA, L.S. Ora-pro-nóbis: da cerca à mesa. EPAMIG. Circular técnica. v.177, dez. 2012.

SILVEIRA, M. G. **Ensaio nutricional de *Pereskia* spp.:** hortaliça não convencional. Tese (doutorado)– Universidade Federal de Lavras – Lavras: UFLA, 2016.

SOUZA, T. C. L., **Perfil de compostos fenólicos extraídos de folhas de ora-pro-nóbis (*Pereskia Aculeata* Miller)**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2014.

## ENCAPSULAMENTO POR *SPRAY DRYER* DE CAROTENOIDES PRODUZIDOS POR *Sporidiobolus salmonicolor* CBS 2636

Rosicler Colet<sup>1</sup>; Patrícia Griep<sup>1</sup>; Jamile Zeni<sup>1</sup>; Eunice Valduga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Câmpus de Erechim, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos.

**RESUMO:** Os carotenoides detêm capacidade antioxidante, atividade pró-vitamínica A e corante natural. Porém, são susceptíveis a reações de oxidação e isomerização na presença de oxigênio e outros fatores externos. Neste sentido, o método de encapsulamento tende a ser capaz de promover o aumento da solubilidade em água, da biodisponibilidade e estabilidade destes compostos contra fatores externos como oxigênio, umidade, calor, luz e radicais livres. O objetivo do estudo foi encapsular extratos carotenogênicos produzidos pela levedura *Sporidiobolus salmonicolor* pela técnica de atomização em *spray dryer*. O extrato foi caracterizado em carotenoides totais e atividade antioxidante e avaliou-se os efeitos da composição da matriz (goma arábica e maltodextrina) e da temperatura na eficiência de encapsulamento. O teor de carotenoides do extrato foi de 3852,75 µg/L e a atividade antioxidante 1,11 mM de Trolox/g. A máxima eficiência de encapsulamento de carotenoides foi de aproximadamente 60% com 5% de extrato, 2% de Tween 80 e 90% de tampão fosfato pH 7,0, temperatura do ar de secagem de 130°C e proporções iguais de maltodextrina e goma arábica (25 g/L). Assim, o encapsulamento por *spray dryer* empregando a matriz composta de maltodextrina e goma arábica é promissora visando a preservação dos carotenoides e sua aplicação em alimentos.

**Palavras-Chave:** Atomização; Extratos Carotenogênicos; ABTS.

### INTRODUÇÃO

A indústria tem voltado seus esforços à aplicação de corantes que mantenham suas características durante o processamento e armazenamento do produto. Tais compostos podem ser definidos como substâncias incorporadas nos alimentos com o intuito de conferir e intensificar a cor (tornando-os visualmente mais atraentes) e restaurar e/ou uniformizar a cor original do alimento (a qual foi perdida durante o processamento), ajudando o consumidor a identificar o aroma e o gosto normalmente associado ao produto, sendo que em uma classificação geral, eles podem ser naturais ou sintéticos (OLIVEIRA et al., 2010; CONSTANT et al., 2020). Dentro deste grupo de aditivos naturais um dos mais importantes são o dos carotenoides, pigmentos lipossolúveis que podem ser produzidos como metabólito secundário de vegetais, algas, fungos e algumas bactérias.

O mercado global de carotenoides vem crescendo, sendo que no ano de 2017, alcançou US\$ 1,5 bilhão e está previsto chegar a US\$ 2,0 bilhões até 2022, a uma taxa composta de crescimento anual (CAGR) de 5,7% no período de 2017-2022 (BCC, 2018).

A obtenção de pigmentos de fontes naturais por processos biotecnológicos tem se tornado atrativa devido a busca por produtos naturais e substituição aos pigmentos sintéticos. A produção biotecnológica de carotenoides apresenta como vantagens a sustentabilidade, o custo-benefício, serem considerados naturais e seguros, o processamento independe de mudanças climáticas, composição do solo, sazonalidade e tampouco do tempo gasto com cultivo de safras para colheita e extração. Acrescenta-se o fato de que, o processo pode ser totalmente controlado e otimizado, de forma a

umentar os rendimentos reduzindo os custos gerais de processamento ao utilizar-se, por exemplo, substratos baratos como resíduos agroindustriais.

Os carotenoides são usados em preparações alimentares, nutracêuticas e farmacêuticas devido às suas aplicações potenciais como corantes e à sua atividade pró-vitamina A e antioxidante atuando na eliminação dos radicais de oxigênio e reduzindo o estresse oxidativo. No entanto, as mesmas características que tornam os carotenoides interessantes para incorporação em alimentos, criam desafios no que se refere a sua conservação e estabilidade, devido, principalmente, a suscetibilidade à isomerização e oxidação frente a ação de oxigênio, luz, altas temperaturas, podendo causar alterações na cor e a perda de sua atividade biológica, além de apresentarem baixa solubilidade em água, o que dificulta o seu uso em algumas matrizes alimentares (CHEN et al., 2017; PINTO et al., 2018, SHRISTI et al., 2020).

Uma abordagem para contornar estes processos é o uso da técnica de microencapsulação por *spray dryer*, utilizada para reduzir a instabilidade destes compostos e promover sua liberação gradual de forma controlada, sob condições específicas, através da qual é possível proporcionar proteção de substâncias sensíveis em função do isolamento físico devido a formação de membranas ou paredes que envolvem as partículas do material encapsulado, que podem ser constituídos por proteínas, lipídeos ou carboidratos, bem como por polímeros naturais ou sintéticos (JANISZEWSKA-TURAK et al., 2017; JAFARI et al., 2021).

O uso de carboidratos poliméricos com alta energia de ativação previne o estresse térmico e o oxidativo durante o armazenamento. Dentre eles, a maltodextrina é amplamente utilizada como material de revestimento devido ao seu baixo custo, boa solubilidade, não toxicidade, baixas viscosidades mesmo com alto teor de sólidos e fácil disponibilidade (SILVA; VIEIRA; HUBINGER, 2014). Porém apresenta baixa capacidade de emulsificação, por isso é preferível o seu uso em combinação com outros agentes carreadores, como a goma arábica, em baixos níveis de 1 e 10%, a goma arábica atua como formadora de filme, e estabilizador de umidade (PREMI; SHARMA, 2017; AREPALLY; GOSWAMI, 2018).

Assim, tendo em vista que os carotenoides são suscetíveis a perda de propriedades nutritivas, biológicas e tecnológicas quando expostos a fatores como ar, luz, calor e ácidos, o objetivo deste trabalho foi encapsular, pela técnica de atomização em *spray dryer*, os carotenoides produzidos por *Sporidiobolus salmonicolor* CBS 2636, utilizando goma arábica e maltodextrina como materiais de parede.

## METODOLOGIA

### Bioprodução do extrato

A produção de carotenoides em biorreator com a levedura *Sporidiobolus salmonicolor* CBS 2636 (*Centraalbureau voor Schimmelcultures*, Holanda) foi realizada de acordo com a metodologia de Colet et al. (2017), com meio de cultura composto de 80g/L de glicerol bruto, 80g/L de água de maceração de milho e 20g/L de água de parboilização de arroz em pH inicial 4,0, 96 h, 25°C, 180 rpm e vazão de ar de 1,5vvm, em sistema semicontínuo, realizando-se cortes de 50 % a cada 96 h de bioprodução, conduziu-se o processo por 288 h.

A extração e recuperação dos carotenoides totais foi segundo o método descrito por Valduga et al. (2009a) e Valduga et al. (2009b), A recuperação dos carotenoides foi realizada empregando N<sub>2</sub> líquido combinado com dimetilsulfóxido (DMSO) para ruptura celular e extração com mistura de acetona/metanol na proporção de 7:3 (v/v). A concentração total de carotenoides foi estimada pelo valor medido da absorbância a 448 nm, conforme Davies (1976). O coeficiente de extinção utilizado foi referente ao β-caroteno para o metanol, E<sup>1%<sub>1cm</sub></sup>= 2550 (SILVA; RODRIGUEZ- AMAYA; KIMURA, 2004). Os resultados da concentração de carotenoides foram expressos em termos de carotenoides totais (µg/L).



### Formação das microcápsulas

Para a formação das microcápsulas, realizaram-se ensaios baseados em informações da literatura (ETZBACH et al., 2020; FOO; KHONG; YUSOFF, 2020; MENEGAZZI et al., 2020), para a definição da melhor composição da matriz a base de maltodextrina, goma arábica, Tween 80, quantidade de extrato e das condições de secagem em *spray dryer*, conforme a Tabela 1 (nos resultados), avaliando a eficiência de encapsulamento (EE%).

A goma arábica e a maltodextrina foram totalmente dissolvidas em 45 mL da solução tampão fosfato pH 7,0 em banho ultrassônico a 50°C. Após, adicionou-se 2g de Tween 80 e novamente elevou-se a mistura para o banho ultrassônico a 50°C até completa dissolução. Em seguida, 5 mL do extrato de carotenoides foi adicionado à mistura e completou-se o volume com tampão fosfato pH 7,0 até 100 mL. Após preparadas as emulsões equivalentes a cada ensaio, foi realizada a secagem por atomização em *spray dryer* operando em co-corrente, equipado com um bico injetor de 0,5 mm de diâmetro, pressão de atomização da amostra de 0,08 a 0,12 bar e vazão média de alimentação da amostra no secador de 5,83 mL/min.

### Eficiência de Encapsulamento

A determinação da eficiência de encapsulamento (%EE) baseia-se na quantificação dos carotenoides superficiais e internos da cápsula, uma vez que carotenoides são lipofílicos e solúveis em hexano, sendo a matriz maltodextrina e goma arábica solúvel em tampão fosfato e insolúvel em hexano. O resultado foi expresso em percentual de eficiência de encapsulamento (%EE), com o cálculo realizado através da Equação 1 (SUTTER; BUERA; ELIZALDE, 2007).

$$\%EE = \frac{\text{carotenoides totais} - \text{carotenoides superficie}}{\text{carotenoides totais}} \times 100 \quad (1)$$

Onde os carotenoides<sub>totais</sub> são a soma dos carotenoides internos (multiplicados pela diluição) com os carotenoides superficiais.

### Atividade antioxidante do extrato

A capacidade para sequestrar o cátion radical 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-ácidosulfônico (ABTS<sup>+</sup>) foi determinada de acordo com metodologia descrita por Rufino et al. (2007) com adaptações. O radical ABTS<sup>+</sup> foi preparado a partir da reação de 1 mL da solução estoque de ABTS com 17,6 µL da solução de persulfato de potássio. A mistura foi mantida no escuro, à temperatura ambiente, por 16 horas. Passado este tempo, 1 mL desta mistura foi dissolvido em álcool etílico até obter uma absorbância de 0,70 ± 0,05 nm em um comprimento de onda de 734 nm.

Para a obtenção e preparo do extrato, a solução foi liofilizada por 48 horas obtendo-se o extrato seco do mesmo. Pesou-se 0,1 g do extrato de carotenoides seco e realizou-se a diluição em dimetilsulfóxido e completou-se o volume com álcool etílico em um balão volumétrico de 5 mL, homogeneizou-se e transferiu-se a solução para um frasco de vidro âmbar.

Transferiu-se uma alíquota de 20 µL de cada diluição do extrato para tubos de ensaio com 2,0 mL do radical ABTS e homogeneizou-se em agitador de tubos. Após 6 minutos da mistura, realizou-se a leitura em 734 nm. O valor final (TEAC) que é expresso em µM Trolox / gramas de extrato de carotenoides.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Concentração de carotenoides e atividade antioxidante do extrato

A concentração de carotenoides totais no extrato bioproduzido por *S. salmonicolor* utilizando um meio de cultura composto de 80g/L de glicerol bruto, 80g/L de água de maceração de milho e 20g/L foi de 3852,75µg/L, valor semelhante ao encontrado por Colet, DiLuccio, Valduga (2015) que nas mesmas condições obtiveram uma concentração de carotenoides de 4400µg/L.

Em relação a atividade antioxidante do extrato, o pigmento extraído do microrganismo, *S. salmonicolor* apresentou atividade antioxidante pela eliminação do cátion radical ABTS de 1,11 mM de Trolox/g. O valor calculado como equivalente de Trolox (mM) foi semelhante ao obtido por Miller et al. (1996) os quais, avaliaram a atividade antioxidante do β-caroteno e encontraram valores de 1,9 mM e Zeaxantina 1,4 mM. O valor encontrado pode ser justificado pelo fato de que para *S. salmonicolor* o carotenoide majoritário no processo semi-contínuo nas mesmas condições foi o all-trans-β-caroteno (85,2%) (COLET, 2016).

Segundo Miller et al. (1996), a capacidade dos carotenoides de desativarem o radical ABTS aumenta com a extensão do sistema de ligações duplas conjugadas, entretanto, a presença de grupos terminais cíclicos reduz a contribuição da dupla ligação na capacidade de desativação do radical.

Mandelli et al. (2012) determinou a atividade antioxidante do extrato rico em carotenoides da linhagem *Thermus filiformis* ATCC 43280 onde o mesmo apresentou capacidade de desativar o radical ABTS com valor antioxidante equivalente a Trolox (TEAC) de 2,87, valor superior ao encontrado neste estudo.

Miranda (2010) obteve valores de TEAC dos extratos de carotenoide das linhagens *Halococcus morrhuae* e *Halobacterium salinarium* de 5,07 e 5,28, respectivamente. Re et al. (1999) por sua vez, encontrou o valor de 2,57 para o β-caroteno, e o autor Bohm et al. (2002) obteve 1,4 para o TEAC, igual ao que foi encontrado no presente estudo.

### Encapsulamento dos carotenoides

A definição da composição da matriz e condição de secagem se deu através dos resultados da eficiência de encapsulamento que estão apresentados na Tabela 1. Onde é possível verificar que não se conseguiu realizar a secagem do material em temperatura de 100°C (Ensaio1), pois o mesmo acabou aderindo às paredes da câmara de secagem ou se juntou formando um aglomerado ao invés de ir para o recipiente de vidro do produto do secador. No entanto, quando foi usado 160°C de temperatura de entrada (Ensaio 10) houve degradação dos carotenoides, e conseqüentemente menor eficiência de encapsulado.

**Tabela 1:** Resultados dos testes do encapsulamento de carotenoides

Ensaio	T (°C)	Extrato de carotenoides (%)	Material de parede (%) (MD:GA)	Tween 80 (%)	%EE
1	100	5	1 (1:1)	2	-
2	130	5	5 (1:1)	2	59,9
3	130	5	5 (1:1)	-	24,5
4	130	5	5 (1:1)	4	35,6
5	130	10	5 (1:1)	2	29,5
6	130	15	5 (1:1)	2	32,5
7	130	5	10 (1:1)	2	40,0
8	130	5	5 (0:1)	2	40,4
9	130	5	5 (1:0)	2	42,6
10	160	5	5 (1:1)	2	15,3

Legenda: T = temperatura; MD = maltodextrina; GA = goma arábica; %EE = eficiência de encapsulamento.

A eficiência de encapsulamento define o teor da substância de interesse retida no interior das microcápsulas e depende, entre outros fatores, da afinidade desta substância com o material de parede. Uma alta eficiência de encapsulação é necessária para reduzir a degradação oxidativa de compostos na superfície da partícula e para aumentar a estabilidade do produto.

Ao utilizar Tween 80 na matriz de encapsulamento houve um incremento na eficiência de encapsulamento. Sendo que, a maior eficiência (59,9%) foi obtida ao utilizar-se 2% de Tween 80 (Ensaio 2), corroborando com a literatura de que a adição de um surfactante durante o processo de encapsulamento facilita as interações entre os componentes por meio de forças de atração, repulsão e cargas elétricas, facilitando ligações químicas entre os polímeros na parede (MENEGAZZI et al., 2020).

O uso de maior quantidade de extrato (Ensaio 5 e 6) não resultou em maior eficiência de encapsulamento, fato que pode ser explicado pela falta de material de parede suficiente para conseguir encapsular todos carotenoides, o que deixou a maioria fora da cápsula, conforme as baixas EE (%) obtidas de 29,5 e 32,5, respectivamente. Quanto aos ensaios com GA e MD isoladas (Ensaio 8 e 9), a eficiência foi menor (40,4 e 42,6%, respectivamente) do que quando utilizado a combinação dos materiais (Ensaio 2).

Resultado inferior, quando comparado com este estudo, foi encontrado pelos autores Álvarez-Henao et al. (2018) os quais, ao encapsular luteína com GA e MA (1:1), obtiveram uma eficiência máxima de encapsulamento de apenas 38,82%.

Outro estudo, realizado pelos autores Menegazzi et al. (2020), teve como objetivo otimizar as condições do processo de microencapsulação de carotenoides produzidos pela levedura *Phaffia rhodozyma* NRRL Y-17268 por atomização utilizando goma xantana (XG) como material de revestimento, obtendo uma eficiência de 70%.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos permitiram definir a melhor razão dos agentes encapsulantes e as



condições operacionais para a conservação dos pigmentos carotenogênicos através da técnica de *spray dryer*.

Foi observado que o encapsulamento por *spray drying* utilizando goma arábica e maltodextrina como materiais de parede é uma alternativa promissora para aumentar a estabilidade dos carotenoides visando sua utilização como um potencial ingrediente alimentício.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, a CAPES, a FAPERGS e a URI pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS

AREPALLY, D.; GOSWAMI, T. Effect of inlet air temperature and gum Arabic concentration on encapsulation of probiotics by spray drying. **Lebensmittel- Wissenschaft & Technologie**, v. 99, 2018.

BOHM, V. et al. Trolox equivalent antioxidant capacity of different geometrical isomers of  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene, lycopene and zeaxanthin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 221-226, 2002.

COLET, R. Bioprodução de carotenoides por *Sporidiobolus salmonicolor* CBS 2636 em biorreator em batelada alimentada e semicontínuo com resíduos agroindustriais. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim, Erechim, RS, 2016, 161 f.

COLET, R.; DI LUCCIO, M.; VALDUGA, E. Fed-batch production of carotenoids by *Sporidiobolus salmonicolor* (CBS 2636): kinetic and stoichiometric parameters. **European Food Research & Technology**, v. 240, p. 173-182, 2015.

COLET, R. et al. Use of low-cost agro products as substrate in semi-continuous process to obtain carotenoids by *Sporidiobolus salmonicolor*. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 11, p. 268-274, 2017.

DAVIES, B. H; Carotenoid. In: Goodwin, T. W. (ed.), *Chemistry and Biochemistry of Plants and Pigments*, Academic Press, New York, p. 138-165, 1976.

ETZBACH, L et al. Effects of carrier agents on powder properties, stability of carotenoids, and encapsulation efficiency of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) powder produced by co-current spray drying. **Current Research in Food Science**, n. 3, p. 73-81, 2020.

FOO, S. C.; KHONG, N. M.H.; YUSOFF, F. M. Physicochemical, microstructure and antioxidant properties of microalgae-derived fucoxanthin rich microcapsules. **Algal Research**, v. 51, 2020.

MANDELLI, F. et al. Evaluation of biomass production, carotenoid level and antioxidant capacity produced by *Thermus filiformis* using fractional factorial design. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.43, n.1, p.126-134, 2012.

MENEGAZZI, G. S. et al. Spray-Drying Microencapsulation of Carotenoids Produced by *Phaffia rhodozyma*. **Industrial Biotechnology**, v. 16, n. 5, out. 2020.

MILLER, N. J. et al. Antioxidant activities of carotenoids and xanthophylls. **FEBS Letters**, v. 384, p. 240-242, 1996.

MIRANDA, V. S. Carotenóides de bactérias halófilas: produção, caracterização e atividade antioxidante. **Dissertação** (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP: 2010.

PREMI, M.; SHARMA, H. K. Effect of different combinations of maltodextrin, gum arabic and whey protein concentrate on the encapsulation behavior and oxidative stability of spray dried drumstick (*Moringa oleifera*) oil. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 105, Part 1, p. 1232-1240, 2017.

RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 26, p. 1231-1237, 1999.

RUFINO, M. S. M. et al. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical ABTS+. **Embrapa Agroindústria Tropical**. Comunicado Técnico, 127, 2007.

SILVA, M. C. Alterações na biossíntese de carotenóides em leveduras induzidas por agentes químicos. **Tese** (Doutorado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, 2004.

SILVA, V. M.; VIEIRA, G.S.; HUBINGER, M.D. Influence of different combinations of wall materials and homogenisation pressure on the microencapsulation of green coffee oil by spray drying. **Food Research International**, v. 61, p. 132-143, 2014.

SUTTER S. C; BUERA, M. P.; ELIZALDE, B. E.  $\beta$ -Carotene encapsulation in a mannitol matrix as affected by divalent cations and phosphate anion. **International Journal of Pharmaceutics**, v.332, n. 1-2, p. 45-54, 2007.

VALDUGA, E. et al. Produção de carotenoides: microrganismos como fonte de pigmentos naturais. **Química Nova**, v. 32, n. 9, p. 2429-2436, 2009a.

VALDUGA, E. et al. Assessment of hydrolysis of cheese whey and use of hydrolysate for bioproduction of carotenoids by *Sporidiobolus salmonicolor* CBS 2636. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, n. 89, v. 6, p. 1060-1065, 2009b.

## AVALIAÇÃO DA CINÉTICA DE CRESCIMENTO DE *Escherichia coli* IN VITRO E EM CORTES DE FRANGO IN NATURA E TEMPERADO E VALIDAÇÃO DE SOFTWARE DE MICROBIOLOGIA PREDITIVA

Rosicler Colet<sup>1</sup>; Angélica Jacobi Danielli<sup>1</sup>; Diane Rigo<sup>1</sup>; Rogério Luis Cansian<sup>1</sup>; Geciane Toniazco Backes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Câmpus de Erechim, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos.

**Resumo:** A microbiologia preditiva é uma área da microbiologia de alimentos baseada em modelos matemáticos, capaz de prever o comportamento de microrganismos em alimentos através de experimentos em laboratório. Mediante alterações previstas na Portaria nº 210/98 pela Portaria nº 74/19 do MAPA estabelecendo que a variação aceitável de temperatura dos produtos no ambiente de corte e manipulação pode ser estabelecida e validada como base em microbiologia preditiva. Sendo assim, esse estudo previu a multiplicação de *Escherichia coli* em carne de frango *in natura* e temperada, e *in vitro*, avaliando a cinética de crescimento nas temperaturas de processamento de 7, 12, 15 e 20°C. Os resultados experimentais foram aplicados e comparados com o *software* ComBase Predictor®, de modo a validar os dados obtidos na temperatura de 12°C em relação às condições industriais. Nas diferentes condições avaliadas *in vitro*, a fase lag dos microrganismos foi maior que as preditas pelo *software*. Nas avaliações microbiológicas dos produtos, a fase lag dos microrganismos foi menor que a predita pelo *software*, mas ambas (experimental ou predita) são maiores que o tempo máximo de permanência do produto na sala de cortes, sendo possível, desta forma, a utilização do *software* ComBase Predictor® para validação dos dados deste estudo.

**Palavras-chave:** Microbiologia Preditiva. *Escherichia coli*. Carne de frango.

### INTRODUÇÃO

A carne de frango é vulnerável à deterioração bacteriana devido a sua composição química e ao seu grande conteúdo de água. Os microrganismos contidos nos produtos de origem animal procedem de sua microbiota superficial, vias respiratórias e tubo gastrointestinal. Desta forma, o seu desenvolvimento dependerá de fatores como condições de abate, estresse do animal e correta evisceração (GALARZ, 2008; MEZARROBA, 2014).

A necessidade da garantia da segurança microbiológica tem estimulado a aplicação da microbiologia preditiva (MEZARROBA, 2014; COSTA, 2016). A microbiologia preditiva consiste em estimar o potencial de crescimento de microrganismos específicos em diferentes condições. Modelos utilizados por esta metodologia são desenvolvidos a partir de análise experimental, realizada em laboratório, com posterior extrapolação para os alimentos, auxiliando na tomada de decisões sobre a segurança microbiológica e a qualidade dos mesmos (FAKRUDDIN et al., 2011).

Os modelos de predição são vistos como importantes ferramentas para aferição da avaliação do risco e da segurança nos alimentos. Através das curvas de crescimento microbiano, é possível explicar como ocorre a proliferação de um determinado microrganismo no alimento analisado, prevendo assim, sua *shelf life* (ARROYO-LOPEZ et al., 2014; SIQUEIRA et al., 2014).



Estudar o comportamento de um microrganismo nas diversas condições ambientais permite ampliar o conhecimento em relação as suas características, implicando diretamente em todas as etapas da cadeia de produção de um alimento. Diante disso, os modelos matemáticos preditivos permitem determinar a influência de fatores sobre o crescimento do microrganismo que está sendo avaliado. A partir de variações nas condições do alimento e no ambiente ao qual está exposto, é possível prever o aumento de contaminação nas condições testadas a um nível que ameace a saúde da população (OLIVEIRA et al., 2013; COSTA, 2016).

A temperatura, por exemplo, é um fator de extrema importância no contexto de uma indústria de alimentos. Caso o produto fique exposto a condições não adequadas de temperatura, maiores serão as chances de deterioração por microrganismos, enzimas e reações químicas, que reduzirão, conseqüentemente, o tempo de vida útil do produto. Por esta razão, é necessário conhecer o comportamento de microrganismos deteriorantes expostos a diferentes temperaturas durante o processamento industrial (ANJOS, 2013).

Em um abatedouro de aves, há várias etapas do processo relacionadas à temperatura. Recentemente foi publicada a Portaria nº 74 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) de 07 de maio de 2021 que revoga a tolerância de temperatura de 10°C após o sistema de pré-resfriamento de carcaças citada na Portaria nº 210 de 10 de novembro de 1998, estabelecendo que ao sair do sistema de pré-resfriamento a temperatura aceitável dos cortes precisa ser validada com base em microbiologia preditiva, e a mesma deve garantir que o binômio tempo x temperatura seja respeitado, ou seja, que não ultrapasse 4 horas desde a etapa de sangria até o produto atingir 4°C no túnel de congelamento, assegurando a ausência de multiplicação de patógenos e produção de toxinas (BRASIL, 1998; BRASIL, 2019).

O *software* ComBase Predictor® é uma ferramenta com um amplo banco de dados, chegando a mais de 50.000 registros, os quais incluem valores para parâmetros de inativação e crescimento de microrganismos em diferentes meios de cultura ou em diversos alimentos. Neste *software* é possível simular o crescimento e inativação para mais de 15 microrganismos nos intervalos de previsão da base de dados (GARRE et al., 2017).

Com base nisso, avaliou-se a cinética de crescimento de *Escherichia coli in vitro* e em cortes de frango *in natura* e temperados, com pH 7,0, atividade de água 0,99 e temperatura de crescimento (7, 12, 15 e 20°C) e comparou-se os dados obtidos com o *software* ComBase Predictor® de modo a validar a temperatura de 12°C.

## METODOLOGIA

### Determinação do comportamento bacteriano em avaliação *in vitro*

Para a avaliação do comportamento de crescimento de *Escherichia coli*, a cepa foi previamente inoculada em caldo Luria Bertani – LB (10g/L triptona, 5g/L extrato de levedura, 5 g/L NaCl) e incubada por 24 horas a 37°C, foi realizada a diluição a partir da inoculação 10<sup>8</sup> até 10<sup>3</sup>, então foram construídas curvas cinéticas com leituras a cada hora a partir da inoculação 10<sup>3</sup> em caldo LB em microplacas de fundo chato (5 µL em 250 µL de meio) e realizado leitura da absorbância em 490 nm em leitor de microplacas Elisa. O caldo LB foi mantido em pH 7,0 e atividade de água (a<sub>w</sub>) 0,99, simulando um produto carne. Estes meios foram armazenados em 4 diferentes temperaturas, 7, 12, 15 e 20°C. O crescimento microbiano foi estimado pelo aumento da absorbância medido a cada hora em relação à absorbância inicial.

Os valores de temperatura foram escolhidos a partir de faixas utilizadas na indústria alimentícia, sendo 7°C o valor estabelecido pela legislação na saída do sistema de pré-resfriamento, 12°C o valor a ser validado, e 15 e 20°C por extrapolação da margem de segurança.

Para conversão dos valores de absorvância em Log UFC, foi construída uma curva padrão relacionando-se diferentes contagens de cada bactéria em Log, com a respectiva absorvância, e a conversão obtida pela equação da reta desta curva padrão e diferentes diluições das culturas microbianas.

### **Determinação do comportamento bacteriano em cortes de frangos submetidos a diferentes temperaturas**

Os produtos do estudo foram obtidos em um abatedouro de aves localizado na região Sul do Brasil, sendo habilitado a exportar seus cortes para diversos mercados internacionais, além do comércio nacional. Foram coletadas coxas e sobrecoxas *in natura* e temperadas (de modo a identificar a influência do sal no crescimento dos microrganismos), em linha de produção, desossados, embalados em embalagens herméticas, fechadas com lacre, armazenadas em caixa de isopor com gelo até serem transportadas ao laboratório de microbiologia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões para posterior análise.

A fim de obter microrganismos viáveis para a realização do experimento as cepas foram previamente inoculadas em caldo LB e incubadas por 24 horas a 37°C. Foram utilizadas porções de filé de coxas e sobrecoxas com aproximadamente 5g. Para a determinação da cinética de crescimento de *E. coli* foram inoculados, separadamente, nos produtos na concentração de 10<sup>3</sup> UFC/mL e incubados nas temperaturas de 7, 12, 15 e 20°C. Como controle, amostras de filé de coxas e sobrecoxas foram incubadas por 24 horas sem inoculação dos microrganismos. Foram coletadas amostras em intervalos de tempo conforme crescimento em caldo LB para realizar a contagem total de UFC destas bactérias.

Para o preparo do inóculo, após crescimento em meio específico, realizou-se diluição da concentração de células em água peptonada 0,1%, mergulhou-se por um minuto as porções com aproximadamente 5 g de frango em 27 mL desta solução aquosa e 3 mL do inóculo, com posterior transferência para embalagens herméticas e armazenamento nas temperaturas de 7, 12, 15 e 20°C.

A cada intervalo de tempo as amostras foram trituradas em Stomacher, realizadas diluições seriadas, em água peptonada 0,1%, seguido do plaqueamento em meio LBA (10 g/L triptona; 5 g/L extrato de levedura; 5 g/L NaCl; 15 g/L ágar) nas concentrações de 10<sup>1</sup>, 10<sup>2</sup> e 10<sup>-3</sup>. As placas foram incubadas por 24 horas a 37°C.

A avaliação e validação do *software* preditivo foi feita pela comparação entre os resultados experimentais no produto (filé de coxa e sobrecoxa) com os resultados preditos pelo *software* em 4 condições de temperaturas (7, 12, 15 e 20°C).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Tabela 1 apresenta os tempos de crescimento de *E. coli* para a avaliação *in vitro* e empregando o *software* ComBase Predictor® nas mesmas condições.

**Tabela 1:** Tempos de fase lag de *Escherichia coli* na avaliação *in vitro* e no *software* em diferentes temperaturas, nas mesmas condições de pH e aw.

Microrganismo	Temperatura	Tempo fase lag avaliação <i>in vitro</i> (h)	Tempo fase lag predito pelo <i>Software</i> (h)
<i>Escherichia coli</i>	12°C	58	34
	15°C	29	18
	20°C	14	7

Fonte: O autor (2021).

Ao comparar-se os dados resultantes da análise do *software* e o resultado obtido *in vitro* (Tabela 1) observa-se que o aumento da temperatura provoca uma redução no tempo de fase lag para o microrganismo *E. coli* avaliados *in vitro* com mesmo comportamento predito pelo *software* ComBase Predictor®. Na temperatura de 7°C observou-se uma prolongada fase lag, com tempo de crescimento em torno de 300 horas (dados não mostrados) os quais não foram comparados, pois o *software* não possui esta condição para *E. coli*.

Em todas as condições de temperatura, o tempo de duração da fase lag predito pelo *software* é menor em relação aos tempos de fase lag obtidos com o crescimento dos microrganismos *in vitro*, indicando que o *software* foi programado com cinéticas de crescimento elevadas, superiores às observadas experimentalmente. Observou-se que duração da fase lag é elevada a 12°C, comprovando que não ocorreria a multiplicação destes microrganismos nestes tempos e nesta temperatura.

Matos (2014) aplicou microbiologia preditiva através de dois *softwares*, ComBase Predictor e Pathogen Modeling Program, para análise de amostras de carne bovina e suína armazenadas a 5 e 10°C, comparando os resultados obtidos através da análise microbiológica clássica para *E. coli*, *S. aureus*, *L. monocytogenes* e *Salmonella* sp. O estudo indicou que a ferramenta preditiva ComBase conseguiu efetuar melhores previsões para o crescimento destes microrganismos, adequando-se de igual forma para ambas as amostras, aproximando estes resultados aos obtidos em laboratório.

Avaliou-se o comportamento de crescimento de *E. coli* em amostras de filé de coxas e sobrecoxas de frango *in natura* e temperado, submetidos a 7, 12, 15 e 20°C. Os resultados obtidos experimentalmente foram comparados com os dados oriundos do *software* ComBase Predictor® nas mesmas condições e estão ilustrados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Tempos de crescimento dos microrganismos na avaliação do produto *in natura*, temperado e no *software* nas mesmas condições

Microrganismo	Temperatura	Tempo avaliação produto <i>in natura</i> (h)	Tempo avaliação produto temperado (h)	Tempo <i>Software</i> (h)
<i>Escherichia coli</i>	12°C	12	8	32
	15°C	8	8	17
	20°C	4	4	7

Fonte: O autor (2021).

Para *E. coli* não há previsões no *software* para a temperatura de 7°C, portanto, não foi possível realizar um comparativo com os resultados *in vitro*. Pelos dados obtidos experimentalmente pode-se observar a ausência de crescimento nesta condição de temperatura. O microrganismo manteve-se constante na fase lag em até 109 horas de avaliação. Este comportamento ocorreu tanto no produto *in natura* quanto em produto temperado.



Para as demais temperaturas pode-se observar que a ocorrência de crescimento em maior velocidade no produto em relação ao valor predito pelo programa. Isto pode estar relacionado ao fato de que o *software* considera utilização de meio líquido (caldo), enquanto que o experimento foi realizado no produto escolhido.

Na temperatura de 12°C para o produto *in natura* o início da fase de crescimento ocorreu na amostra com *E. coli* em 12 horas de processo. Para o produto temperado o crescimento ocorreu em 8 horas de processo. Na comparação entre os dois produtos é possível observar que a amostra temperada favoreceu o crescimento bacteriano em relação ao produto *in natura*. Isto indica que o sal presente no produto temperado não agiu como inibidor do crescimento microbiano. Na avaliação do produto mantido em 15°C pode ser observado que em 8 horas de processo houve o término da fase lag para ambos os produtos. Em 20°C, como esperado, o crescimento iniciou previamente aquele comportamento observado nas outras temperaturas, apresentando o fim da fase de adaptação da bactéria após 4 horas e início da fase log em ambos os produtos, interferindo na garantia do tempo de processamento industrial em torno de 4 horas.

De uma forma geral, em todas as temperaturas avaliadas em 4 horas de processo - tempo máximo em que pode ocorrer o processamento de produtos numa indústria de abate de aves segundo a legislação - não há o desenvolvimento da fase log deste microrganismo.

Os parâmetros utilizados na obtenção do modelo deram-se através da análise e combinação dos dados, nos quais o programa desenvolve um perfil do estado fisiológico inicial dos microrganismos o qual é utilizado como referência para os modelos preditivos que se pretende desenvolver através da ferramenta. Para desenvolvimento do modelo preditivo em questão, o programa utilizou os parâmetros variáveis aplicados que determinam através de uma simulação computacional a multiplicação de patógenos em carnes de aves.

Todos os dados obtidos experimentalmente foram aplicados no *software*, alguns com determinadas limitações. No entanto, de uma forma geral, foi possível comparar e verificar que as análises realizadas em laboratório garantem em tempo maior a não ocorrência da multiplicação dos microrganismos avaliados, sendo, desta forma, uma ferramenta capaz de validar a temperatura de 12°C em uma sala de processamento de cortes.

Observou-se então que em 12°C os tempos de duração da fase lag obtidos nas avaliações experimentais foram menores quando comparados ao *software*. Nesta condição de temperatura o menor tempo foi de 8 h para *E. coli* em produto temperado, onde de modo a garantir o binômio tempo x temperatura de atendimento a 4°C em 4 horas de processo, conforme exige a Portaria nº 74/19 (BRASIL, 2019), os resultados obtidos indicam que a permanência do produto em temperatura de 12°C não favoreceria a multiplicação de microrganismos, tendo ainda a margem de 4 horas quando comparase como menor tempo obtido na análise em produtos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a avaliação da cinética de crescimento de *E. coli in vitro* e em coxa e sobrecoxa *in natura* e temperada, foi possível determinar que os tempos de crescimento obtidos foram satisfatórios, sendo possível garantir que até em 20°C o tempo de duração da fase lag ocorreu em no mínimo 8 h para cortes temperados e em 12°C de 58 h *in vitro*.

Quando realizada a avaliação do crescimento *E. coli* em amostras de carne de frango *in natura* e temperada em diferentes temperaturas, pode-se verificar que o teor de sal presente no produto temperado não inibiu ou retardou o crescimento dos microrganismos. Com o aumento da temperatura foi possível prever que o tempo de duração da fase lag foi menor.

O tempo e a temperatura propostos através do estudo garantem a segurança e a qualidade dos produtos no ambiente de corte, visto que a fase log, ou de crescimento exponencial, caracterizada pelo momento de maior atividade metabólica não foi atingida mesmo após a elevação da temperatura para o microrganismo analisado, atendendo o que prevê a portaria n° 74/19 do MAPA de 07 de maio de 2021.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, a CAPES, a FAPERGS e a URI pelo suporte financeiro.

### REFERÊNCIAS

ANJOS, L. D. **Modelos de crescimento de psicrotróficos em diferentes temperaturas e pH.** Dissertação para obtenção do título de Mestre, Lavras, 2013.

ARROYO-LOPEZ, F. N.; BAUTISTA-GALLEGO, J.; GARCÍA-GIMENO, R. M.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, A. Predictive microbiology: a valuable tool in food safety. In: In: BHAT, R.; GOMEZ-LOPEZ, V. M. Practical food safety: contemporary issues and future directions. **West Sussex: Wiley Blackwell**, cap. 25, 2014.

BRASIL, Portaria n° 210 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento de 10 de Novembro de 1998. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositório/Portaria-210\\_000h19kjan02wx7ha0e2uuw60rmjy11.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositório/Portaria-210_000h19kjan02wx7ha0e2uuw60rmjy11.pdf). Acesso em: 26 maio 2019.

BRASIL, Portaria n° 74 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento de 07 de Maio de 2019. Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n%C2%BA-74-de-7-de-maio-de-2019-87305783>, acesso em 26 de Maio de 2019.

COSTA, D. S. **Modelagem probabilística do crescimento de *Listeria monocytogenes* em função do efeito de pH, Temperatura e tempo de estocagem.** Dissertação para obtenção do Título de Magister Scientiae, Viçosa, 2016.

FAKRUDDIN, M. D. MAZUMDER, R. M., MANNAN, K. S. B. Predictive microbiology: Modeling microbial responses in food. **Ceylon Journal of Science**, n.40, v.2, p. 121-131, 2011.

GALARZ, L. A. **Estimativa da vida útil em peito de frango em diferentes temperaturas de armazenamento.** Dissertação para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, Rio Grande, 2008.

GARRE, A., FERNANDEZ, P. S., LINDQVIST, R., EGEEA, J. A. Bio inactivation: *Software* for modelling dynamic microbial inactivation. **Food Research International** n. 93, p. 66-74, 2017.

MATOS, L. R. **Microbiologia Preditiva aplicada à análise de amostras de carne de vaca e porco.** Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia e Segurança Alimentar, Lisboa, 2014.

MEZAROBA, M. E. P. C. **Avaliação da vida útil de filés de frango resfriados, embalados a vácuo e em atmosfera modificada, sob armazenamento isotérmico e não isotérmico.** Tese para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia de Alimentos. Florianópolis, 2014.

OLIVEIRA, A.P., REZENDE, C. S. M., SOLA, M. C., FEISTEL, J. C., OLIVEIRA, J. J. **Microbiologia Preditiva.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p.1909-1928, 2013.

SIQUEIRA, A. A., CARVALHO, P. G. S., MENDES, M. L. M., SHIOSAKI, R. K. **MicroFit: um software gratuito para desenvolvimento e ajuste de modelos matemáticos de crescimento bacteriano.** Campinas, v. 17, n. 4, p. 329- 339, 2014.



**Ciências Biológicas**

## EFEITO DO HERBICIDA 2,4-D SOBRE A ATIVIDADE DA CATALASE E PROXIDAÇÃO LIPÍDICA EM *Artemia salina* (LEACH, 1819)

Alex Pinheiro Vizzotto<sup>1</sup>, Monica Demarco<sup>2</sup>, Hemili Alves<sup>2</sup>, Albanin Aparecida Mielniczki-Pereira<sup>1</sup>

Programa de Pós-Graduação em Ecologia – URI Erechim  
Curso de Ciências Biológicas – URI Erechim

**RESUMO:** O herbicida ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D) é um herbicida amplamente utilizado no Brasil. Existem estudos mostrando que o herbicida pode ter efeitos negativos em organismos não alvo, incluindo indução de estresse oxidativo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do 2,4-D sobre a atividade da catalase (CAT) e níveis de peroxidação lipídica no organismo modelo *A. salina*. Cistos de *A. salina* foram cultivados em condições controladas por 24 horas (eclosão) e então tratados com concentrações de 2,4-D equivalentes às doses letais de DL<sub>10</sub>, DL<sub>25</sub>, DL<sub>50</sub>, DL<sub>75</sub> por 2, 6, 12, 18 e 24 horas. Um grupo controle sem 2,4-D, foi incluído em todos os experimentos. Em seguida, foi obtido o extrato biológico para medida de proteínas totais, peroxidação lipídica (pelo método de substâncias reativas com ácido tiobarbitúrico) e atividade da CAT. O tratamento com 2,4-D não alterou os níveis de TBARS, mas inibiu a CAT nos tempos iniciais de tratamento. A estabilidade do TBARS e o padrão de inibição da CAT, sugerem que *A. salina* possa ativar outras vias de defesa como, por exemplo, a via da GST – a qual poderia contribuir com a desintoxicação do 2,4-D após um período inicial de adaptação à presença do herbicida.

**Palavras-chave:** Herbicida. *Artemia salina*. Estresse oxidativo.

### INTRODUÇÃO

Os agrotóxicos são produtos químicos sintéticos utilizados com finalidade controle de pragas, ervas daninhas e outros vetores, sendo aplicados tanto em culturas agrícolas quanto centros urbanos (ISLAM et. al., 2018). Dentre os agrotóxicos mais utilizados estão os herbicidas, que representam 45% de toda comercialização feita no país (RIGOTTO et al., 2014). O herbicida ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D) pertence ao grupo dos ácidos ariloxialcanóicos, com fórmula molecular C<sub>8</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. É um herbicida de ação sistêmica, podendo ser aplicado durante todo o período de plantio no controle de ervas daninhas (MARCATO et al., 2017). Além disso, é um dos herbicidas mais utilizados no Brasil (ISLAM et. al., 2018). O 2,4-D oferece riscos extremos ao meio ambiente e pode ser extremamente prejudicial à biota mesmo em baixas concentrações (SILVA et al., 2017).

Embora o 2,4-D tenha sido desenvolvido para atacar plantas daninhas, existem estudos mostrando que o herbicida pode ter efeitos negativos em organismos não alvo, incluindo a indução de estresse oxidativo e de alterações morfológicas (ATAMANIUK et al., 2013; PIASSÃO, 2018; BERNAT et al., 2018). O estudo de Atamaniuk et al. (2013) mostrou que o 2,4-D altera diferentes parâmetros de estresse oxidativo em peixes da espécie *Carassius auratus* e que tais alterações são reversíveis após um período de recuperação dos animais sem a presença do herbicida. Entretanto, o padrão de influência do 2,4-D sobre biomarcadores de estresse oxidativo pode variar entre diferentes espécies ou mesmo ter padrão tecido-específico dentro de uma mesma espécie (ORUC et al., 2004; BERNAT et al., 2018).

A enzima catalase (CAT) e o nível de peroxidação lipídica avaliados pelo método de TBARS (substâncias reativas com ácido tiobarbitúrico), se constituem em biomarcadores robustos por serem

biomarcadores de baixo custo, com metodologia de análise simples e que apresentam respostas robustas em estudos ecotoxicológicos (LOUREIRO; MARTINS; MIELNICZKI-PEREIRA, 2020; BORGES, et al., 2022 impress). O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do 2,4-D sobre a atividade da CAT e níveis de TBARS no organismo modelo *A. salina*.

## Metodologia

Para o cultivo de *A. salina*, foram incubados 100 mg de cistos em 500 mL de água destilada contendo 5 g de cloreto de sódio e 0,35 g bicarbonato de sódio (água salinizada). Estes foram mantidos por 24 horas em estufa BOD, a 30°C, com aeração e iluminação constante para eclosão uniforme dos náuplios. Após a eclosão, os organismos foram tratados com concentrações de 2,4-D equivalentes às doses letais de DL<sub>10</sub>, DL<sub>25</sub>, DL<sub>50</sub>, DL<sub>75</sub> (3,3; 7,9; 15,7; 24,9 mg/L) nos tempos de 2, 6, 12, 18 e 24 horas. Um grupo controle, sem a presença de 2,4-D, foi incluído em todos os experimentos.

Para a preparação dos extratos biológicos, os náuplios foram coletados com o auxílio de uma armadilha luminosa e sedimentados por centrifugação (15 minutos, 4500 rpm, 4°C). Após descarte do sobrenadante, foram adicionados 200 µL de tampão fosfato contendo inibidor de protease (PMSF) e foi feita uma segunda centrifugação (5 minutos, 4500 rpm, 4°C). Os náuplios sedimentados receberam mais 200 µL de tampão e foram macerados dentro de um tubo de eppendorf, com auxílio de um bastão de vidro, em caixa de gelo. O macerado foi novamente centrifugado (5 minutos, 4500 rpm, 4°C) e, nesse caso, foi coletado o sobrenadante para determinação das proteínas totais pelo método de BRADFORD (1976) e para a análise dos biomarcadores.

A atividade da catalase (CAT – EC 1.11.1.6) foi avaliada a partir da velocidade de degradação de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> medida em 240 nm, conforme método de Bertholdo-Vargas et al. (2009). A atividade enzimática está expressa em unidades internacionais (U), que corresponde à quantidade de enzima que catalisa a degradação de 1µMol de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/min/mg de proteína. Os níveis de peroxidação lipídica foram medidos com base na determinação de substâncias reativas com o ácido tiobarbitúrico (TBARS) conforme adaptado de ESTERBAUER e CHEESEMAN (1990). Os valores finais são expressos em nmol de MDA/mg de proteína.

Para analisar o efeito das diferentes concentrações de 2,4-D sobre o nível de biomarcadores de estresse oxidativo, foi aplicada uma análise de variância de um fator (one way ANOVA), seguida de teste de Tukey. Valores de  $p < 0,05$  foram considerados como indicadores de diferenças estatísticas significativas.

## Resultados e discussão

O tratamento com 2,4-D não alterou significativamente os níveis de TBARS em *A. salina* em nenhuma das concentrações testadas (Tabela 1).

**Tabela 1:** Níveis de TBARS (nmol/MDA mg proteína<sup>-1</sup>) em náuplios de *A. salina* tratados com 2,4-D em diferentes tempos e concentrações de tratamento (média ± erro padrão)

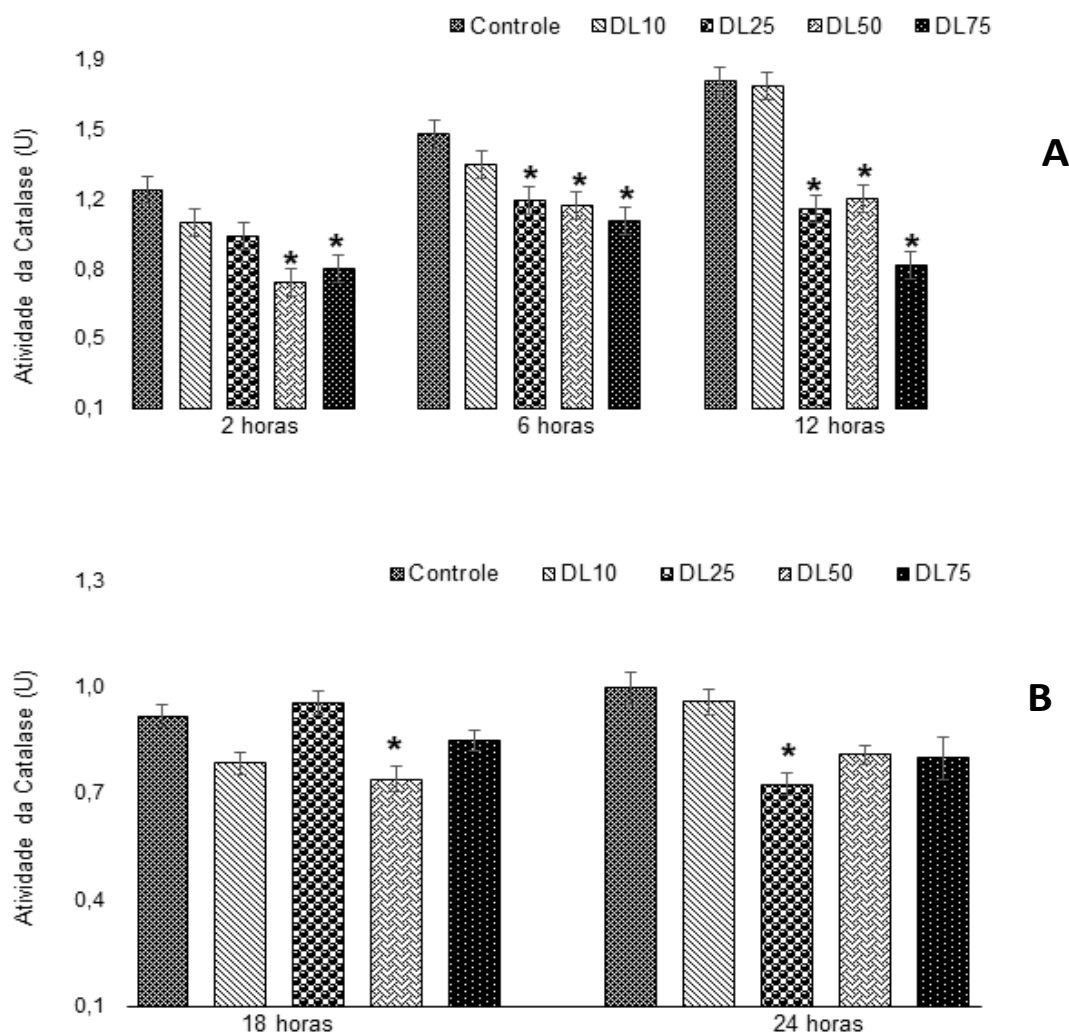
Tempo de tratamento	Controle	DL <sub>10</sub>	DL <sub>25</sub>	DL <sub>50</sub>	DL <sub>75</sub>
2 horas	8,42 ± 0,99	10,54 ± 1,05	8,98 ± 0,48	8,48 ± 0,84	9,32 ± 1,17
6 horas	7,61 ± 0,21	6,93 ± 0,33	8,66 ± 0,42	6,71 ± 0,21	6,83 ± 0,22



12 horas	8,44 ± 0,43	8,30 ± 0,34	10,02 ± 0,67	9,67 ± 1,26	9,93 ± 0,45
18 horas	6,56 ± 0,66	8,10 ± 0,30	3,61 ± 1,27	5,81 ± 0,18	4,63 ± 1,85
24 horas	1,76 ± 0,20	1,17 ± 0,15	2,11 ± 0,31	1,45 ± 0,13	1,50 ± 0,11

Para atividade da CAT foi observado um padrão distinto entre os tempos iniciais e finais de tratamento com o herbicida. Nos tempos iniciais de tratamento (2, 6 e 12 horas) observa-se um padrão nítido de redução de atividade da enzima nos grupos tratados com 2,4-D em concentrações equivalentes às DL<sub>25</sub>, DL<sub>50</sub> e DL<sub>75</sub> (Figura 1-A). Essa redução de atividade variou aproximadamente entre 30 e 40% para 2 horas, 22 e 30% para 6 horas e, para 12 horas, entre 37 e 53% (Figura 1-A). Por outro lado, nos maiores tempos de tratamento essa redução aparece de forma pontual apenas para o grupo tratado com DL<sub>50</sub> para 18h e DL<sub>25</sub> para 24h (Figura 1-B).

**Figura 1:** Atividade da CAT (U) em náuplios de *A. salina* tratados com diferentes concentrações de 2,4-D tratadas durante 2, 6 e 12 horas (A) ou 18 e 24 horas (B) (média ± erro padrão)



Estudos relatam que o herbicida interfere com a atividade de enzimas antioxidantes como a CAT, Glutathione-S Transferase (GST) e Superóxido Dismutase (SOD), pode alterar os níveis de peroxidação de lipídios de membrana e também induzir a geração radicais livres e espécies reativas de oxigênio (BUKOWSKA et al., 2008; BHAT et al., 2015; BENLI et al., 2016; BERNAT et al., 2018; PINTO et al., 2021).

Neste trabalho o tratamento com 2,4-D em doses variando entre a DL<sub>10</sub> e a DL<sub>50</sub> não teve efeito sobre os níveis de peroxidação lipídica de *A. salina*. Este resultado, embora não fosse esperado, está de acordo com dados da literatura (BENLI et al., 2016). Oruc et al. (2004) observaram que o 2,4-D induz resposta tecido específica sobre os biomarcadores de estresse oxidativo dos peixes *Oreochromis niloticus* e *Cyprinus carpio*. Mais especificamente, os níveis de malondialdeído (MDA) nos rins, brânquias e cérebro se mantiveram estáveis após o tratamento com o herbicida, enquanto que a atividade das enzimas CAT, GST (Glutathione S-Transferase) e GPx (Glutathione Peroxidase) aumentou nos rins, mas não nas brânquias e cérebro (ORUC et al., 2004).

A ausência de efeito do 2,4-D sobre a peroxidação de lipídios de membrana em algumas espécies, pode estar relacionada com a ação do herbicida em outros elementos do sistema de defesa antioxidante. No macroinvertebrados aquático *C. riparius* o tratamento com 2,4-D eleva a expressão de GST - enzima que participa da eliminação de xenobióticos (PARK et al., 2010). Também foi proposto que a indução de GST está relacionada com a resistência da *Salvinia natans* (uma samambaia aquática) ao 2,4-D (DOLUI et al., 2020). Neste sentido, é possível inferir que, em determinadas espécies, a indução de GST contribua com a eliminação de 2,4-D e minimize seus efeitos sobre a peroxidação de lipídios.

Em relação à CAT, os resultados obtidos neste estudo mostram que em tempos iniciais de exposição de *A. salina* ao 2,4-D (2 a 12 horas), se observa um padrão de redução na atividade da enzima. Por outro lado, nos maiores tempos de tratamento esse padrão fica mais difuso. Este perfil de inibição tempo-dependente, sugere que *A. salina* passa por um período de adaptação inicial seguido de ativação de defesas para conter os efeitos do 2,4-D. Uma destas defesas, como já mencionado, pode ser a própria ativação da GST ao longo do tempo de exposição (PARK et al., 2010). O efeito de inibição da CAT por 2,4-D já foi observado anteriormente no fungo *Umbelopsis isabelina* e também em testículos de ratos (BERNAT et al., 2018; ZHANG et al., 2017).

## CONCLUSÕES

O tratamento com 2,4-D apresentou efeito inibitório sobre a atividade da CAT sem, entretanto, elevar os níveis de peroxidação lipídica de *A. salina*. Estes resultados confirmam que efeito do 2,4-D sobre o estresse oxidativo é variável de uma espécie para outra, assim como dependente do tempo de tratamento. A estabilidade dos níveis de TBARS e a inibição da CAT apenas nos tempos iniciais de exposição, sugerem que *A. salina* possa estar ativando outras vias de defesa como, por exemplo, a via da GST – a qual poderia contribuir com a desintoxicação do 2,4-D após um período inicial de adaptação à presença do herbicida.

## REFERÊNCIAS

ATAMANIUK, T. M.; KUBRAK, O. I.; STOREY, K. B.; LUSHCHAK, V. I. Oxidative stress as a mechanism for toxicity of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D): studies with goldfish gills. *Ecotoxicology*, v. 22 p. 1498-1508, 2013.

BENLI, A.Ç.; ŞAHIN, D.; SARIKAYA, R.; MEMMI, B.K.; DINÇEL, A.S. The sublethal effects of (2,4-Dichlorophenoxy) acetic acid (2,4-D) on narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823). **Archives of Industrial Hygiene and Toxicology**, v. 67, n. 4, p. 289-296, 2016.

BERNAT, P.; NYKIEL-SZYMAŃSKA, L.; STOLAREK, P.; SLABA, M.; SZEWCZYK, R. ROZALSKA, S. 2,4-dichlorophenoxyacetic acid-induced oxidative stress: Metabolome and membrane modifications in *Umbelopsis isabellina*, a herbicide degrader. **PLoS ONE**, v.13, p. 1-18, 2018.

BERTHOLDO-VARGAS, L.R.; MARTINS, J.N.; BORDIN, D.; SALVADOR, M.; SCHAFFER, A.L.; DE BARROS, N.M.; BARBIERI, L.; STIRPE, F.; CARLINI, C.R. Type 1 ribosome-inactivating proteins - Entomotoxic, oxidative and genotoxic action on *Anticarsia gemmatalis* (Hubner) and *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Insect Physiology**, v. 55, p. 51-58, 2009.

BHAT, S.V.; BOOTH, S.C.; VANTOMME, E.A.N.; AFROJ, S.; YOST, C.K.; DAHMS, T.E.S. Oxidative stress and metabolic perturbations in *Escherichia coli* exposed to sublethal levels of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. **Chemosphere**, v. 135, p. 453-461, 2015.

BORGES, A.C.P.; PIASSÃO, J.F.G.; ALBANI, S.M.; ALBERTONI, E.F.; MARTINS, M.C.; CANSIAN, R.L.; VALDUGA, A.T.; HEPP, L.U.; MIELNICZKI-PEREIRA, A.A. Multiple metals and agricultural use affects oxidative stress biomarkers in freshwater *Aegla* crabs. **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, e230147, 2022 (impress). doi.org/10.1590/1519-6984.230147.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, P.248-254. 1976.

BUKOWSKA, B.; RYCHLIK, B.; KROKOSZ, A.; MICHAŁOWICZ, J. Phenoxyherbicides induce production of free radicals in human erythrocytes: Oxidation of dichlorodihydrofluorescein and dihydrorhodamine 123 by 2,4-D-Na and MCPA-Na. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 1, p. 359-367, 2008.

DOLUI, D.; SAHA, I.; ADAK, M.K. 2, 4-D removal efficiency of *Salvinia natans* L. and its tolerance to oxidative stresses through glutathione metabolism under induction of light and darkness. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 15, 111708. 2021.

ESTERBAUER, H.; CHEESEMAN, K.H. Determination of aldehydic lipid peroxidation products: malonaldehyde and 4-hydroxynonenal. **Methods Enzymology**, v. 186, p. 407-421, 1990.

ISLAM, F.; WANG, J.; FAROOQ, M.A.; KHAN, M.S.S.; XU, L.; ZHU, J.; ZHAO, M.; MUÑOS, S.; LI, Q.X.; ZHOU, W. Potential impact of the herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on human and ecosystems. **Environment International**, v. 111, p. 332-351, 2018.

LOUREIRO, R.C.; MARTINS, M.C.; PEREIRA, A.M. Contaminação de riachos por metais e seus efeitos sobre macroinvertebrados bentônicos na região Alto Uruguai Gaúcho. In: **Ecologia de Riachos no Alto Uruguai Gaúcho**. HEPP, Luiz Ubiratan; RESTELLO, Rozane Maria. Erechim, RS: EdIFAPES, 2020. E-Book.

MARCATO, A.C.C.; DE SOUZA, C.P.; FONTANETTI, C.S. Herbicide 2,4-D: A review of toxicity on non-target organisms. **Water Air Soil Pollut**, v. 228, n. 120, 2017.



ORUC, E.Z.; SEYGILER, Y., UNER, N. Tissue-specific oxidative stress responses in fish exposed to 2,4-D and azinphosmethyl. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 137, n. 1, p. 43-51, 2004.

PARK, D.; PARK, J.; KIM, J.; KWAK, I. Biological and molecular responses of *Chironomus riparius* (Diptera, Chironomidae) to herbicide 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid). **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 151, n. 4, p. 439-446, 2010.

PIASSÃO, J. F. G. **Avaliação da toxicidade do herbicida 2,4-d sobre a morfologia de *Artemia salina* (Leach, 1819)** – 2018. Dissertação (Mestrado em Ecologia) Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões- Erechim. 2018.

PINTO, T.J.D.S.; MOREIRA, R.A.; SILVA, L.C.M.D.; YOSHII, M.P.C.; GOULART, B.V.; FRAGA, P.D.; MONTAGNER, C.C.; DAAM, M.A.; ESPINDOLA, E.L.G. Impact of 2,4-D and fipronil on the tropical midge *Chironomus sancticaroli* (Diptera: Chironomidae). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 209, p. 11778, 2021.

RIGOTTO, R.M.; VASCONCELOS, D.P.; ROCHA, ROCHA, M.M. Uso de agrotóxicos no Brasil e problemas para a saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, n. 7, p. 1-3, 2014.

SILVA, L. A.; SOARES, M. A.; FERREIRA, C. C.; VIEIRA, E. R. D.; SANTOS, J. B. Aspectos biológicos de *Tetranychus ludeni* Zacher, 1913 (Acari: Tetranychidae) alimentados com folhas de batata -doce pulverizadas com o 2,4-D. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.84, p. 1-5, 2017.

ZHANG, D.; WU, Y.; YUAN, Y.; LIU, W.; KUANG, H.; YANG, J.; YANG, B.; WU, L.; ZOU, W.; XU, C. Exposure to 2,4-dichlorophenoxyacetic acid induces oxidative stress and apoptosis in mouse testis. **Pestic Biochemistry and Physiology**, v. 141, p. 18-22, 2017.

#### Agradecimento

A CAPES, CNPq e URI pelo apoio financeiro.

## ORIGEM E EVOLUÇÃO DA VIDA NA TERRA- INTERNET É A PRINCIPAL FONTE DE INFORMAÇÃO PARA JOVENS DO ENSINO MÉDIO

Andrieli Sadowski Majewski<sup>1</sup>; Sônia Beatris Balvedi Zakrzewski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Câmpus Erechim. Mestranda em Ecologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Laboratório de Educação Ambiental.

<sup>2</sup>Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Câmpus Erechim. Professora do Departamento de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Laboratório de Educação Ambiental.

**RESUMO:** Este estudo tem por objetivo de identificar e caracterizar as principais fontes de informações sobre o tema origem e evolução da vida na Terra, utilizadas pelos jovens do Ensino Médio. Participaram da pesquisa 120 estudantes, do terceiro ano do ensino médio, que frequentam escolas do município de Erechim, Rio Grande do Sul. A coleta dos dados foi realizada por meio de um questionário *online*, anônimo constituído por questões abertas e fechadas, cujos dados foram submetidos a um processo de análise de conteúdo e de análise estatística descritiva e ao teste do qui-quadrado. Para os estudantes a internet e os livros didáticos são apontados como as principais fontes de informação sobre a Origem e a Evolução da vida na Terra. Apesar do tema origem e evolução da vida na Terra ser um dos temas que integra os currículos escolares da área de Ciências da Natureza, poucos estudantes citaram o espaço da sala de aula como o mais importante na construção de conhecimentos sobre o assunto. Provavelmente isso aconteça em função da abordagem do tema, no contexto de sala de aula, ser difícil, tanto no ensino, por parte dos professores, quanto na aprendizagem, por parte dos estudantes.

**Palavras-chave:** Ensino. Ciências da Natureza. Evolução Biológica.

### INTRODUÇÃO

A origem e a evolução da vida no planeta Terra é, sem dúvida, um assunto que intriga toda a humanidade. Várias hipóteses e diferentes olhares criaram explicações para esse evento, e ao longo do tempo, as abordagens mudaram conforme a ciência evoluiu (BRANCO, 2004; FONSECA, 2004; NICOLINI; FALCÃO; FARIA, 2010; ALMEIDA, 2012; OUVERNEY, 2015; GOUVEIA; VITTORAZZI; SILVA, 2019).

Nas últimas décadas existe o reconhecimento de que a compreensão dos processos evolutivos tem um papel central na elaboração de conceitos em todos os ramos da Biologia (ALMEIDA, 2007; STAVER, 2007; UNESCO, 2014). A evolução é um tema de grande importância não somente pelo seu conteúdo, mas também por possibilitar um olhar sobre a história e filosofia da ciência, possibilitando aos estudantes que elaborem uma concepção de ciência como um processo de construção (CACHAPUZ, GIL-PÉREZ, CARVALHO, PRAIA, VILCHES, 2011; UNESCO, 2014).

A questão da origem da vida é atravessada por diferentes compreensões. Pesquisas desenvolvidas no campo da Educação revelam que os estudantes de diferentes níveis (PORTO, FALCÃO, 2010; NICOLINI, FALCÃO, FARIA, 2010; ALMEIDA, 2012; BAUTISTA, MIRANDA, ESCOBAR, 2017; GOUVEIA, VITTORAZZI, SILVA, 2019) e professores (AGNOLETTO, BELLINI, 2012; VALENÇA, FALCÃO, 2012), entendem pouco a evolução, além de confundir as diferentes teorias. O tema no

contexto de sala de aula, é particularmente difícil, tanto no ensino, por parte dos professores, quanto na aprendizagem, por parte dos estudantes (ALMEIDA; FALCÃO, 2010).

Considerando que a origem e a evolução da vida na Terra é um conceito complexo, permeado por valores ideológicos, filosóficos e teológicos, este estudo tem por objetivo identificar quais são as principais fontes de informações sobre o tema para os estudantes do terceiro ano do ensino médio, que frequentam escolas do Município de Erechim, situada no Norte do Rio Grande do Sul.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa diagnóstico-avaliativa, que integra as abordagens qualitativas e quantitativas. Foi desenvolvido no município de Erechim (Figura 1), situado na Região Imediata de Erechim, Norte do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil (IBGE, 2017).

**Figura 1:** Localização do Município de Erechim



Participaram da pesquisa 120 jovens que estavam cursando o Ensino Médio em quatro escolas do município de Erechim (três escolas da rede pública e uma escola da rede privada). De cada escola foram incluídos 30 estudantes (Tabela 1).

**Tabela 1:** Caracterização dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio participantes da pesquisa, agrupados conforme as variáveis de estudo (categoria da escola, tipo de Ensino Médio, sexo e local de residência)



Categorias pesquisadas		N.	%
Categoria da Escola	Pública	90	75
	Privada	30	25
Tipo de Ensino Médio	Técnico/Profissionalizante	60	50
	Regular	60	50
Sexo	Feminino	83	69,17
	Masculino	37	30,83
Local de Residência	Urbano	98	81,67
	Rural	22	18,33

Fonte: Elaborado a partir dos dados primários da pesquisa (2020).

O n. de estudantes das escolas privadas é inferior ao das escolas públicas, pois leva em consideração o n. de matriculados nos dois tipos de Estabelecimento de Ensino; também há um menor número de estudantes que residem no meio rural, pois a maior parte da população erexinense, é urbana. Apesar de não haver diferença entre o número de estudantes do sexo masculino e feminino matriculados nas escolas, houve uma maior adesão à pesquisa de jovens do sexo feminino.

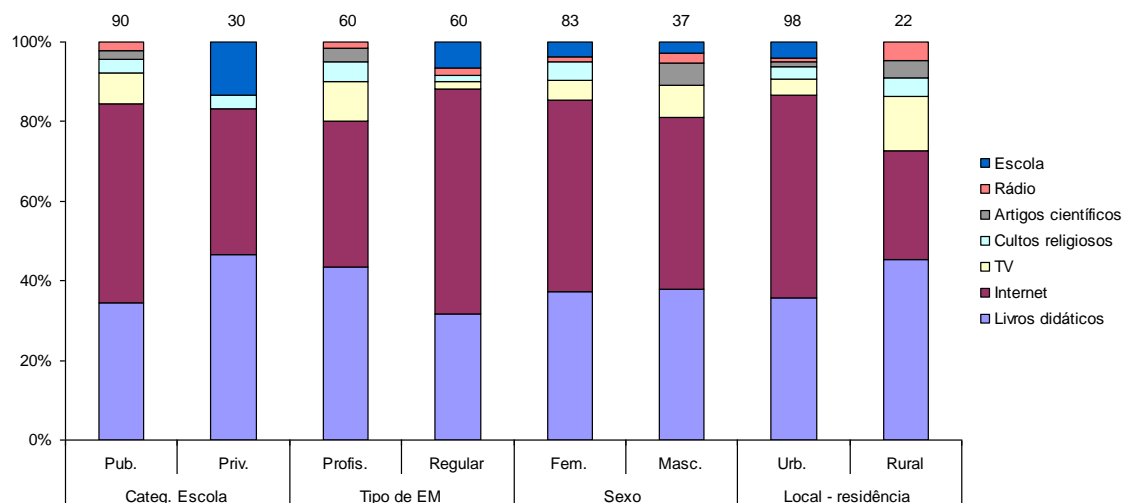
A coleta dos dados foi realizada no 2º semestre de 2020, por meio de um questionário online, anônimo constituído por questões abertas e fechadas, após a aprovação do Projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa, da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (Parecer N° 4.229.707). Os dados foram submetidos a um processo de análise de conteúdo e de análise estatística descritiva. Também foram submetidos ao teste do qui-quadrado ( $\chi^2$ ) com  $p < 0,05$ , buscando verificar se o tipo de escola (pública e privada) tipo de ensino médio (regular e profissionalizante) e local de residência (rural e urbano), interferem nas respostas dos participantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo 45,67% dos participantes do estudo, a internet é a principal fonte de informação sobre a Origem e Evolução da vida na Terra. Também merece destaque os livros didáticos e a TV, citados por 37,5% e 5,83% dos estudantes, respectivamente. Além destas, também foram citados os cultos religiosos, as aulas, a leitura de artigos científicos e o rádio (Figura 2).

Apesar das fontes de informação citadas serem as mesmas, há diferença na porcentagem de citações entre estudantes que frequentam o Ensino Médio em escolas públicas e privadas ( $\chi^2=29,4485$ ,  $gl= 6$ ,  $p= <0,0001$ ); entre os que cursam o Ensino Médio regular e cursos profissionalizantes ( $\chi^2= 23,7196$ ,  $gl=1$ ,  $p= 0,0006$ ) e entre aqueles que residem no meio urbano e rural ( $\chi^2= 22,3608$ ,  $gl= 6$ ,  $p= 0,001$ ). Os livros didáticos e as aulas escolares foram citados, com maior frequência, pelos estudantes da rede privada; já os estudantes da rede pública, citam a internet. A TV apresenta maior importância para os estudantes do Ensino Médio Técnico/ Profissionalizante se comparado aqueles que cursam o Ensino Médio Regular. Já os participantes residentes do meio rural se sensibilizam mais com a temática pela TV, se comparados ao do meio urbano que se informam pela Internet.

**Figura 2:** Fonte de informações sobre Origem e Evolução da Vida na Terra, segundo estudantes do 3º ano do Ensino Médio, residentes na Região do Alto Uruguai, RS, agrupados conforme as variáveis de estudo (Tipo de Escola, Tipo de Ensino Médio, Sexo e Local de Residência)



A internet é provavelmente a fonte de informação mais adotada por é uma ferramenta de comunicação que faz parte do cotidiano dos adolescentes, permitindo-lhes usufruir as possibilidades da vida online, estar em contato com outras pessoas, ter acesso a informações, bibliotecas virtuais e participar de debates sobre temas que interferem em sua vida (UNICEF, 2013). A pesquisa feita pelo Comitê Gestor da internet no Brasil, aponta que cerca de 24,3 milhões de crianças e adolescentes, com idade entre 9 e 17 anos, são usuários de internet no Brasil, o que corresponde a cerca de 86% do total de pessoas dessa faixa etária no País. A Região Sul é a região em que este grupo está mais conectado – 95% das pessoas desta faixa etária são usuárias da internet. O celular é o principal dispositivo de acesso à Internet no Brasil, utilizado 95% dos jovens brasileiros (CGI, 2018).

Apesar de a internet ter sido a fonte de informação mais citada, os livros didáticos não perderam sua importância na transmissão de informações. Eles foram citados por 37,5% dos participantes da pesquisa. Pesquisas (SOUZA; GARCIA, 2013; DI GIORGI et al., 2014) indicam que embora muitos novos recursos tecnológicos estejam disponíveis, os livros impressos sempre estiveram presentes nas salas de aulas e ainda representam o material mais utilizado e acessível aos alunos. Segundo Zamberlan e Silva (2012) no sistema de ensino brasileiro, o livro didático estabelece o roteiro de trabalho para o ano letivo, contribui com o professor no planejamento e na organização de suas atividades em sala de aula e ainda ocupa os alunos por um grande período em classe e em casa na realização das tarefas escolares. O acesso ao livro didático é um direito do aluno da Educação Básica no Brasil, garantido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) por meio do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (BRASIL, 2007).

A Televisão foi mais lembrada do que as aulas escolares – foi citada como a principal fonte de informação para 5,83% dos jovens; já as aulas por apenas 3,33% dos participante. Segundo o IBGE (2016), a televisão é o meio de comunicação mais utilizado pela população, sendo que apenas 2,9% brasileiros não possuem televisão em seus domicílios (IBGE, 2016) e 77% assistem diariamente (BRASIL, 2016).

Convém ressaltar que 3,33% dos jovens, ou seja, quatro participantes citaram a importância dos Cultos/Celebrações Religiosas na transmissão de informações sobre o tema. As crenças religiosas influenciam a forma como um indivíduo percebe a origem e evolução da vida na Terra nos diferentes níveis de escolarização ou formação acadêmica (SEPÚLVEDA e EL-HANI, 2004; PAGAN, 2009;

PAGAN, OLIVEIRA, BIZZO, 2010), mas não aparece como principal fator que interfere a relação dos jovens com a evolução biológica, já a organização curricular contribui para alguns déficits conceituais (OLIVEIRA e BIZZO, 2018).

Conforme Bizzo (1994) a construção do conhecimento é um processo social que envolve estudantes e professores, que carregam para a sala de aula diversas ideias que podem influenciar o ensino-aprendizagem de ciências. A acessibilidade do aluno ao conhecimento cotidiano e às crenças e valores do meio em que vive é maior e mais fácil, e o educando não deixará essas formas de conhecimento ao ingressar na escola. Entretanto, a escola representa a principal oportunidade de os indivíduos terem acesso a novos conhecimentos, sejam eles científicos, artísticos ou culturais, favorecendo a compreensão da epistemologia da ciência e como se relacionam os conceitos científicos com as demais formas de pensar, conhecer, interpretar o mundo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa evidenciou que a maioria dos estudantes citam a internet e os livros didáticos como as principais formas de obtenção de conhecimentos sobre Origem e Evolução da vida na Terra. O estudo evidenciou diferenças significativas entre a porcentagem de citações das fontes de informação, em função do tipo de Escola, tipo de Ensino Médio que os estudantes cursam e em relação ao local de residência.

Apesar do tema origem e evolução da vida na Terra ser um dos temas que integra os currículos escolares da área de Ciências da Natureza, poucos estudantes citaram o espaço da sala de aula como o mais importante na construção de conhecimentos sobre o assunto. Provavelmente isso aconteça em função da abordagem do tema, no contexto de sala de aula, ser difícil, tanto no ensino, por parte dos professores, quanto na aprendizagem, por parte dos estudantes. Considerando a dificuldade para a construção do conceito no espaço da Escola, este é um tema que deve receber uma maior atenção nos cursos de formação inicial e continuada de professores.

## Referências

AGNOLETTO, R.; BELLINI, M. A representação social do conceito de evolução de Darwin por professores de biologia. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 5, n. 1, 2012.

ALMEIDA, A. V. **A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Lamarck e Darwin e os processos de conceitualização da Biologia evolutiva**. 2007. Tese (Doutorado em Psicologia Cognitiva) - Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

ALMEIDA, A. V. de; FALÃO, T. da R. **As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de Biologia no Brasil**. Brasil: 2010.

ALMEIDA, D. de F. Concepções de alunos do Ensino Médio sobre a origem das espécies. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 143-154, 2012.

BAUTISTA, J. S.; ESCOBAR, V. H.; MIRANDA, R. C. Scientific and Religious Beliefs about the Origin of Life and Life after Death: Validation of a Scale. **Universal Journal of Educational Research**, v. 5, n. 6, p. 995-1007, 2017.



BIZZO, N. M. V. From Down House landlord to Brazilian high school students - what has happened to evolutionary knowledge on the way? **Journal of Research in Science Teaching**, n.31, p.537-556, 1994.

BRANCO, S. M. **Evolução das espécies**: o pensamento científico, religioso e filosófico. Moderna, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação-MEC, Secretaria de Educação Básica. **Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio-PNLEM**. Brasília: 2007

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do Ensino das Ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CGI. O letramento midiático em escolas: Lutando contra a desinformação on-line. (2018). **Rev. Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação na escolas brasileiras: TIC educação 2018 - Survey on the use of information and communication technologies in brazilian schools: ICT in education 2018 / Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR, [editor]. - São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2018.**

DI GIORGI, C. A. G. et. al. Uma proposta de aperfeiçoamento do PNLD como política pública: o livro didático como capital cultural do aluno/família. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 85, p. 1027-1056, out./dez. 2014.

FONSECA, L. C. S. **Religião popular**: o que a escola tem a ver com isso? – pistas para repensar o ensino de ciências. Rio de Janeiro, 2004.

GOUVEIA, D. da S.; VITTORAZZI, D. L.; SILVA, A. M. T. B. Vida, suas origens e as representações de um grupo de alunos do ensino médio: uma análise de suas potenciais implicações no ensino de ciências. **Rev. Ciências & Ideias**, v. 9, n. 3. 2019.

IBGE, 2016. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios**: síntese de indicadores 2015 / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro: IBGE, 2016.108p. Disponível em:<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98887.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2020.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2017**. IBGE, 2017. Disponível em:[https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com\\_mediaibge/arquivos/15f538e9095614fc3204f828b22fa714.pdf](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/15f538e9095614fc3204f828b22fa714.pdf). Acesso em: 25 maio 2020.

NICOLINI, L. B.; FALCÃO, E. B. M.; FARIA, F. S. Origem da vida: como licenciandos em ciências biológicas lidam com este tema? **Ciência & Educação**, v. 16, n. 2, p. 355-367, 2010.

OLIVEIRA, G. S.; BIZZO, N. Percepções de alguns professores da educação básica sobre evolução biológica e cultura. **Rev. Fórum identidades**. Itabaiana-SE, Universidade Federal de Sergipe, v. 27, p. 213-230, 2018.

OUVERNEY, R. da R.; **Estudos sobre a origem da vida a partir do método científico**. Monografia (Licenciatura) em Ciências Biológicas – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. 2015.

PAGAN, A. A. **Ser (animal) humano**: evolucionismo e criacionismo nas concepções de alguns graduandos em Ciências Biológicas. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009

PAGAN, A. A.; OLIVEIRA, G. S.; BIZZO, N. M. V. Attitude of some brazilian students towards biological evolution. In: XIV IOSTE International Symposium on socio-cultural and human values in science and technology education. Bled, Slovenia, 2010.

PORTO, P. R. de A.; FALCÃO, E. B. M. TEORIAS DA ORIGEM E EVOLUÇÃO DA VIDA: DILEMAS E DESAFIOS NO ENSINO MÉDIO<sup>1</sup>. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 12, p. 13-30, 2010.

SEPÚLVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Quando visões de mundo se encontram: religião e ciência na trajetória de formação de alunos protestantes de uma licenciatura em ciências biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 1-49, 2004.

STAVER, J. R. **O Ensino das Ciências**. Genebra: Unesco, 2007.

UNESCO. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino de Ciências**. Projeto CNE/UNESCO 914BRZ1144.3. 2014. Disponível em:  
[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=26181-produto2-proposta-elaboracao-diretrizes-curriculares-nacionais-ensino-ciencias-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=26181-produto2-proposta-elaboracao-diretrizes-curriculares-nacionais-ensino-ciencias-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 28 maio 2020

UNICEF. Critério de Classificação Econômica Brasil. **O uso da internet por adolescentes**. Brasília, 2013. Disponível em:  
[https://crianca.mppr.mp.br/arquivos/File/publi/unicef/br\\_uso\\_internet\\_adolescentes.pdf](https://crianca.mppr.mp.br/arquivos/File/publi/unicef/br_uso_internet_adolescentes.pdf). Acesso em: 25 maio 2020.

VALENÇA, C. R.; FALCÃO, E. B. M. Teoria da evolução: Representações de professores pesquisadores de biologia e suas relações com o ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 471-486, 2012.

ZAMBERLAN, E. S. J.; SILVA, M. R. da. O ensino de evolução biológica e sua abordagem em livros didáticos. **Educação & Realidade**, v. 37, p. 187-212, 2012.

## MODELAGEM DE NICHOS POTENCIAL DOS GÊNEROS DE RATOS DE ESPINHO *PROECHIMYS* E *TRINOMYS* (RODENTIA: ECHIMYIDAE)

Chaiane Teila laeger<sup>1</sup>; Renan Maestri<sup>2</sup>; Rodrigo Fornel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ecologia - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Câmpus Erechim, Av. Sete de Setembro 1621, CEP 99709-910, Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Ecologia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Av. Bento Gonçalves 9500, CEP 91501-970, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

**RESUMO:** A distribuição geográfica das espécies pode ser vista como reflexo espacial do seu nicho, uma vez que as espécies dependem de condições adequadas para sua sobrevivência. Nosso objetivo foi, através da modelagem de nicho, demonstrar a distribuição potencial dos gêneros de ratos de espinho *Proechimys* e *Trinomys*, bem como observar a relação dos pontos geográficos das espécies com as áreas de conservação no Brasil. Para isso, nosso tamanho amostral foi de 587 pontos geográficos de indivíduos do gênero *Proechimys* e 717 pontos geográficos de indivíduos do gênero *Trinomys*. Utilizamos dados geográficos disponíveis em museus e plataforma *on-line* (*SpeciesLink*). Os modelos de distribuição das espécies foram gerados pelo algoritmo de máxima entropia (Maxent), utilizando dados de presença das espécies e 19 camadas bioclimáticas e uma de elevação. Comparamos ainda os pontos geográficos das espécies com áreas de preservação do Brasil. Os modelos de distribuição potencial das espécies mostraram sobreposição de nicho, com amplas áreas de distribuição potencial para espécies de *Proechimys* e *Trinomys*. Para áreas de conservação e os pontos geográficos, tanto para *Proechimys* como para *Trinomys* alguns indivíduos foram registrados próximos ou dentro de áreas de conservação, porém a maioria dos pontos geográficos são provenientes de áreas fora destes locais.

**Palavras-chave:** Ambiente. Hystriognathi. Modelagem.

### INTRODUÇÃO

A distribuição geográfica de uma espécie depende das condições adequadas para sua sobrevivência, assim a amplitude de ocorrência desta espécie pode ser vista como o reflexo espacial do seu nicho (BROWN; LOMOLINO; 2006). Os modelos de distribuição potencial de espécies podem fornecer uma previsão ecológica útil uma vez que são modelos de nicho ambiental potencial e demonstram uma forte capacidade preditiva de ocorrência das espécies (ELITH; LEATHWICK, 2009).

Os roedores possuem ampla distribuição ocorrendo em quase todos os continentes, podendo ocupar basicamente qualquer habitat, o que é possibilitado por seus hábitos alimentares além de reprodução rápida, desta forma possuem um grande sucesso na ocupação dos ambientes (Kay e HOEKSTRA; 2008). Os gêneros de ratos de espinho *Proechimys* e *Trinomys* compartilham muitas características crânio-dentárias e morfológicas (PESSÔA et al. 2015). De fato, as espécies dos gêneros *Proechimys* e *Trinomys* ocupam distintas áreas geográficas. *Proechimys* ocorre na floresta Amazônica e no Cerrado (OLIVEIRA; BONVICINO, 2006). E as espécies de *Trinomys* são endêmicas da Mata Atlântica, e ocorrem em área de transição com o Cerrado e a Caatinga (LARA; PATTON, 2000; LARA et al., 2002; OLIVEIRA; BONVICINO, 2006).

Sendo assim, nosso objetivo foi através da modelagem de nicho demonstrar as possibilidades de ocupação dos dois gêneros de ratos de espinho *Proechimys* e *Trinomys* bem como observar a relação dos pontos geográficos das espécies e as áreas de conservação no Brasil. Uma vez que a amplitude de



variação das espécies leva a ocupação de nichos distintos, esperamos que possa ocorrer sobreposição de nicho potencial das espécies de ratos de espinho, devido a similaridades ecológicas proveniente de os dois gêneros habitarem áreas de floresta.

## METODOLOGIA

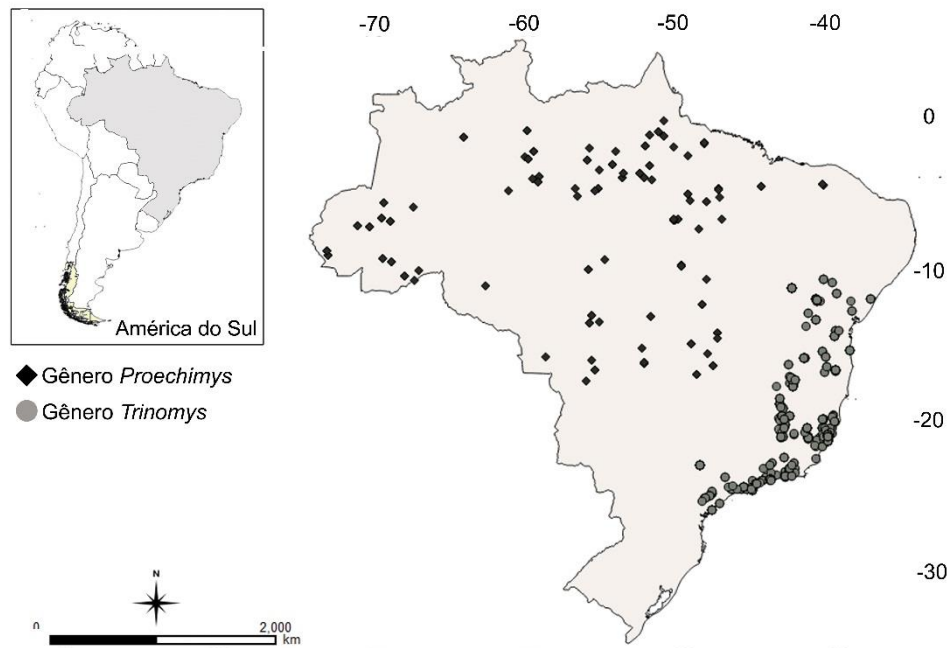
Os modelos de distribuição das espécies foram gerados pelo algoritmo de máxima entropia por meio do software Maxent 3.3.3 (PHILLIPS et al., 2004; 2006; PHILLIPS; DUDIK, 2008). Este software fornece um modelo de distribuição de adequabilidade ambiental no espaço geográfico, com valores de zero (inadequado) a um (alta adequabilidade), sendo que as áreas de alta adequabilidade podem ser entendidas como áreas onde são encontradas as condições de nicho ambiental requeridas pela espécie (GUISAN; THUILLER, 2005; ELITH; LEATHWICK 2009; MAESTRI et al., 2015).

Para esta análise, foram utilizados dados de presença das espécies analisadas provenientes das coleções visitadas (Figura 1) e de dados disponíveis no *SpeciesLink* database (<https://specieslink.net/>), totalizando 586 pontos geográficos de *Proechimys* e 717 pontos geográficos de *Trinomys*. Foram utilizadas 19 camadas bioclimáticas do WorldClim version 1.4 ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)), e uma de elevação ([www.fao.org](http://www.fao.org)) com resolução de 30 arc-seconds. As variáveis são: temperatura média anual, variação da temperatura média diurna, isothermalidade, sazonalidade da temperatura, temperatura máxima do mês mais quente, temperatura mínima do mês mais frio, variação da temperatura anual, temperatura média do trimestre mais chuvoso, temperatura média do trimestre mais seco, temperatura média do trimestre mais quente, temperatura média do trimestre mais frio, precipitação anual, precipitação do mês mais chuvoso, precipitação do mês mais seco, sazonalidade de precipitação, precipitação do trimestre mais chuvoso, precipitação do trimestre mais seco, precipitação do trimestre mais quente, precipitação do trimestre mais frio. Todas as variáveis foram convertidas para o formato raster com o mesmo nível de resolução das variáveis bioclimáticas (~ 1km<sup>2</sup>) usando o software Quantum Gis (QGis) versão 2.18.13, e cortadas para os limites do Brasil.

Essas variáveis foram utilizadas para a construção dos modelos de distribuição potencial das espécies. Os modelos foram validados pelo cálculo da área sobre a curva (AUC – *area under the curve*) a partir de uma curva ROC (*receiver operating characteristic*), um método gráfico para seleção, avaliação e organização de classificadores baseados na sua performance, mostrando o limiar entre taxas de acertos e taxas de erros (Phillips et al. 2006).

Ainda consideramos as áreas de reserva biológica, ecológica, ambiental, florestal, extrativista ou estação ecológica atualizado até 2005 como fonte de delimitação das áreas de conservação (<http://www.gismaps.com.br>), afim de comparação entre os pontos geográficos utilizados na modelagem em relação às áreas de reserva.

**Figura 1:** Distribuição dos pontos geográficos das espécies dos gêneros *Proechimys* e *Trinomys* utilizados na modelagem de nicho. Fonte dos mapas (<http://www.diva-gis.org/>)



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseado no modelo algoritmo de máxima entropia, usando as variáveis bioclimáticas e de altitude, foram produzidos modelos de distribuição potencial de nicho para as espécies de *Proechimys* (Figura 2) e *Trinomys* (Figura 3). Neste modelo, cores mais escuras indicam maior potencial para um nicho adequado para a espécie. Cores mais tênues indicam o menor potencial para nicho adequado. Para o gênero *Proechimys*, as espécies são influenciadas por algumas variáveis, as duas principais sazonalidade da temperatura em quatro das seis espécies e precipitação do trimestre mais quente para duas espécies (Tabela I). A performance dos modelos, definido como a área sobre a curva (AUC), foi altamente discriminante para as espécies de *Proechimys*, com valores próximos a um (Tabela I). Em relação ao gênero *Trinomys*, de acordo com os modelos propostos, seis das oito espécies de *Trinomys* são influenciadas principalmente pela variável sazonalidade da temperatura (Tabela II). A performance do modelo definido (AUC), foi altamente discriminante para as espécies de *Trinomys* (Tabela II).

**Tabela I:** Variáveis que influenciam a distribuição das espécies de *Proechimys* segundo os modelos propostos pelo algoritmo de máxima entropia (Maxent)

Espécie	AUC	Variáveis (% de explicação)
<i>P. cuvieri</i>	0,933	Temperatura mínima do mês mais frio (25.8%) Precipitação do mês mais seco (21.7%) Variação da temperatura anual (14.3%)
<i>P. goeldii</i>	0,939	Sazonalidade da temperatura (28%) Precipitação do trimestre mais seco (24.5%) Altitude (14.6%)
<i>P. guyannensis</i>	0,913	Precipitação do trimestre mais frio (38.2%) Temperatura mínima do mês mais frio (23.7%)
<i>P. kulinae</i>	0,921	Sazonalidade da temperatura (42.2%) Variação da temperatura anual (37.7%) Altitude (12.8%)
<i>P. longicaudatus</i>	0,884	Precipitação do trimestre mais quente (42%) Precipitação do trimestre mais frio (34.1%) Sazonalidade da temperatura (10.9%)
<i>P. roberti</i>	0,950	Precipitação do trimestre mais quente (31.4%) Sazonalidade da temperatura (17%) Altitude (13.6%)

Os modelos de distribuição potencial das espécies de *Proechimys* mostram grande sobreposição de nicho (Figura 2). Como também, podemos observar amplas áreas de distribuição potencial para as espécies. Algumas espécies como *P. goeldii*, *P. kulinae*, *P. longicaudatus* e *P. roberti*, apresentam áreas potenciais de distribuição na Mata Atlântica, área de ocorrência do gênero *Trinomys*. Podemos destacar ainda a espécie *P. longicaudatus* com ocorrência em dois biomas (Amazônia e Cerrado), mas com potencial de distribuição para quatro biomas. Isso pode estar relacionado a alta ocorrência de simpatria no gênero, uma vez que a competição em indivíduos relacionadas pode pressionar as espécies a buscarem uma expansão de nicho para áreas sem sobreposição (MAYR, 2008).

Os modelos de distribuição potencial das espécies de *Proechimys* apontam como as variáveis sazonalidade de temperatura e precipitação no trimestre mais quente as principais responsáveis pela distribuição das espécies aqui analisadas (Tabela I). O tipo climático da ocorrência das espécies de *Proechimys* é classificado como tropical (Af, Am, Aw e As), com altas temperaturas durante o ano todo > 22° e a precipitação variando de 1900 mm à > 3100 mm (ALVARES et al., 2013).

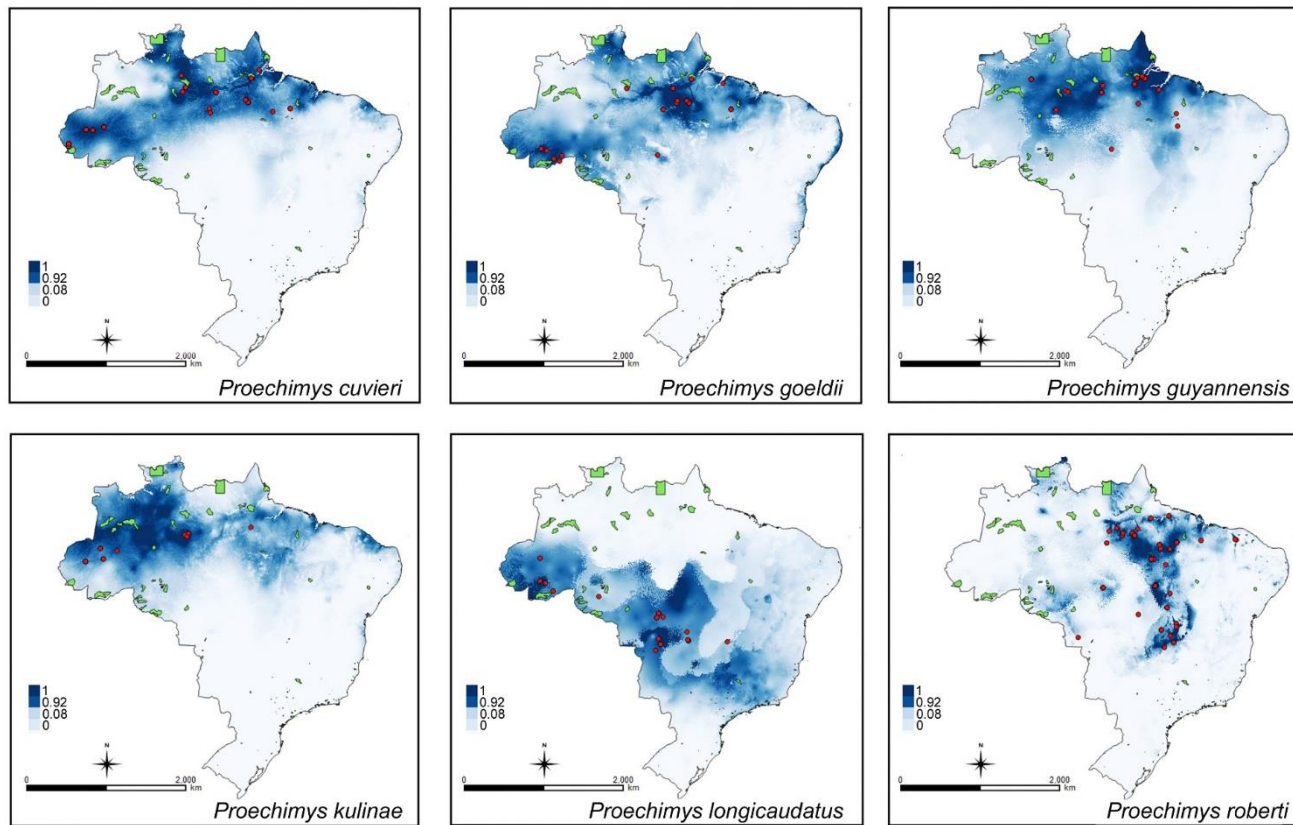
Os modelos de distribuição potencial das espécies de *Trinomys* mostram grande sobreposição de nicho (Figura 3). A espécie *T. moojeni* com uma área de distribuição potencial bem mais ampla do que sua área reconhecida de distribuição. Alguns modelos apresentam um potencial de distribuição para o sul, porém não há ocorrência dessas espécies além de São Paulo, como também apresenta potencial de distribuição mais no interior do país.

Para *Trinomys* os modelos de distribuição potencial das espécies apontam a variável sazonalidade de temperatura como a principal responsável pela distribuição das espécies. As espécies de *Trinomys* ocorrerem nos três tipos climáticos brasileiros (tropical (A), seco (B) e subtropical úmido (C)), estando principalmente associadas as regiões de altas temperaturas (ALVARES et al., 2013). Desta forma, possivelmente as espécies possuem pouca tolerância a temperaturas baixas (Dallapicola e Leite, 2015), uma vez que não ocorre na região sul do país, apesar da possível distribuição como apresenta o



modelo. As espécies de *Trinomys* apresentam uma amplitude de variação menor que as espécies de *Proechimys* como mostra os modelos de distribuição. Isso pode ser explicado pela restrição de distribuição das espécies do gênero *Trinomys*, que ocorrem em seis estados brasileiros, estando associadas a região leste da Mata Atlântica (LARA; PATTON, 2000; LARA et al., 2002; OLIVEIRA; BONVICINO, 2006; ATTIAS et al., 2009). Segundo os modelos propostos existem áreas no interior do país que possuem condições para a ocorrência das espécies. A não ocorrência destas espécies, entretanto, pode estar relacionada a fatores bióticos e.g. baixa capacidade de dispersão e competição com outras espécies, ou a fatores abióticos como as barreiras geográficas.

**Figura 2:** Áreas de nicho potencial para as espécies de *Proechimys*, segundo o modelo algoritmo de máxima entropia (Maxent). Pontos vermelhos representam locais de ocorrência dos indivíduos e áreas verdes as áreas de reserva



**Tabela II:** Variáveis que influenciam a distribuição das espécies de *Trinomys* segundo os modelos propostos pelo algoritmo de máxima entropia (Maxent)

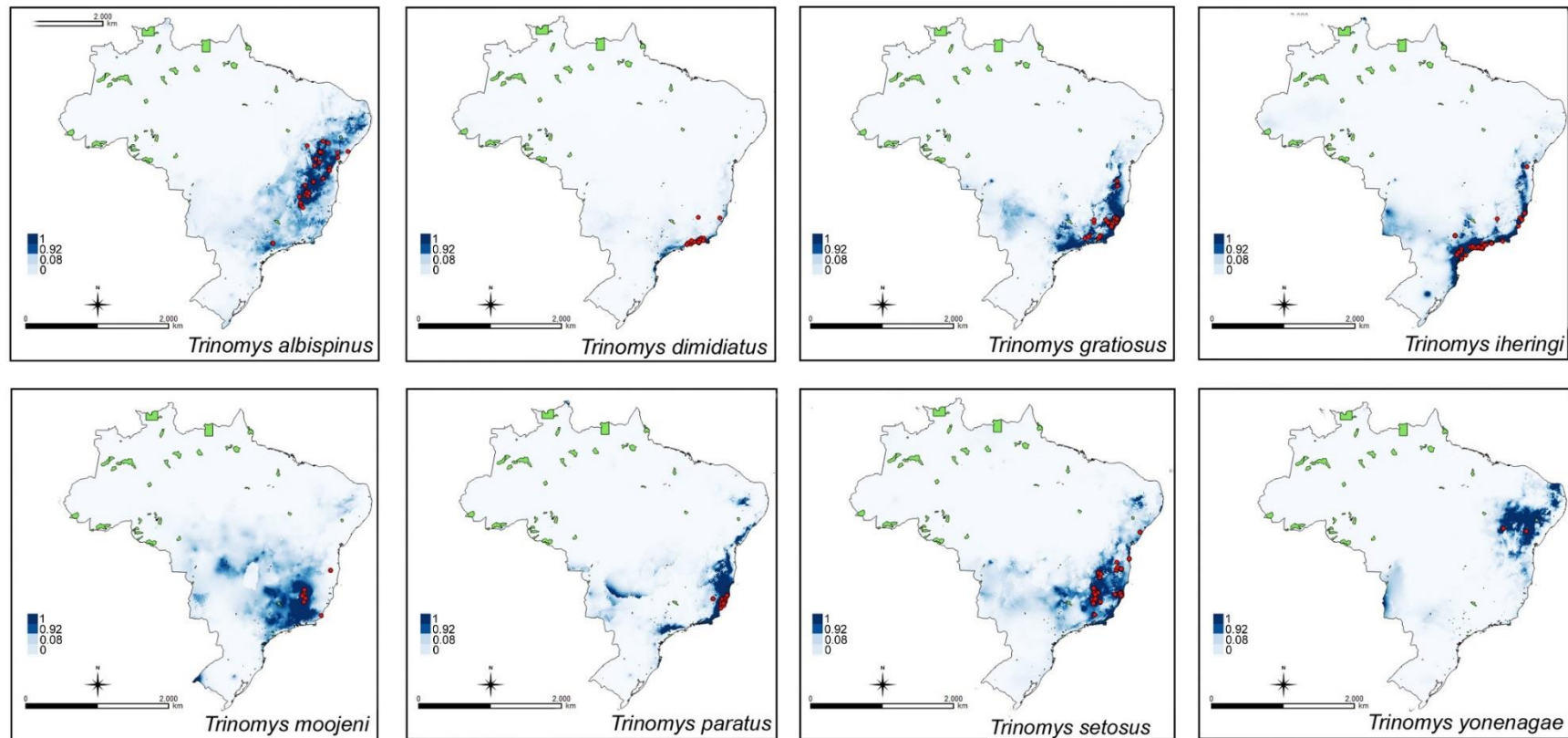
Espécie	AUC	Variáveis (% de explicação)
<i>T. albispinus</i>	0,972	Precipitação anual (30.4%) Sazonalidade da temperatura (22.3%)
<i>T. dimidiatus</i>	0,996	Sazonalidade da temperatura (41.3%) Altitude (22.5%)
<i>T. gratiosus</i>	0,991	Sazonalidade da temperatura (42.4%) Sazonalidade da precipitação (12.3%)
<i>T. iheringi</i>	0,990	Sazonalidade da temperatura (38.5%) Precipitação do trimestre mais quente (14.7%)
<i>T. moojeni</i>	0,956	Precipitação do trimestre mais frio (32.8%) Temperatura média do trimestre mais seco (31.2%)
<i>T. paratus</i>	0,997	Sazonalidade da temperatura (36.8%) Variação da temperatura média diurna (20.8%)
<i>T. setosus</i>	0,989	Sazonalidade da temperatura (53.8%) Precipitação do trimestre mais frio (15.2%)
<i>T. yonenagae</i>	0,994	Precipitação anual (64.7%) Precipitação do mês mais chuvoso (25.8%)

Comparando os modelos para ambos os gêneros, observamos algumas possíveis áreas de distribuição potencial de *Proechimys* em regiões de ocorrência atual de *Trinomys*. Isso demonstra como as espécies dos gêneros apresentam requisitos ecológicos semelhantes. Porém, podemos considerar ainda que a ampla distribuição das espécies de *Proechimys*, pode ser característica de espécies com habitat generalistas enquanto as espécies de *Trinomys* como de especialistas. As espécies de *Proechimys* possuem uma amplitude de distribuição, maior que as espécies de *Trinomys* possivelmente por serem menos afetadas pela fragmentação do habitat como esperado de espécies generalistas (DEVICTOR et al., 2008; CLAVEL et al., 2011). Considerando ainda, que as espécies de *Proechimys* ocupam tanto ambientes preservados como os que sofreram algum tipo de alteração (PATTON et al., 2000). Já espécies especialistas por possuírem limites fisiológicos, possuiriam uma distribuição mais fragmentada, por ocuparem ambientes mais estáveis e específicos (FUTUYMA; MORENO 1998; CLAVEL et al., 2011), característica encontrada na distribuição de algumas espécies de *Trinomys*.

Em relação as áreas de conservação e os pontos geográficos, tanto para *Proechimys* (Figura 2) como para *Trinomys* (Figura 3), alguns indivíduos foram registrados próximos ou dentro de áreas de conservação, porém a grande maioria dos pontos geográficos são provenientes de áreas fora destes locais. Isso evidencia a necessidade de conservação e ampliação de áreas prioritárias para as espécies.



**Figura 3:** Áreas de nicho potencial para as espécies de *Trinomys*, segundo o modelo algoritmo de máxima entropia (Maxent). Pontos vermelhos representam locais de ocorrência dos indivíduos e áreas verdes as áreas de reserva



## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M., SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol Z**, 22, 711-728. 2013.
- ATTIAS, N., RAÍCES, D.S.L., PESSOA, F.S., ALBUQUERQUE, H., JORDÃO-NOGUEIRA, T., MODESTO, T.C., BERGALLO, H.G. Potential distribution and new records of *Trinomys* species (Rodentia: Echimyidae) in the state of Rio de Janeiro. **Zoologia**, 26, 305-315. 2009.
- BROWN, J.H., LOMOLINO, M.V. **Biogeografia**. 2nd ed. FUNPEC, Ribeirão Preto. 2006
- CLAVEL, J., JULLIARD, R., DEVICTOR, V. Worldwide decline of specialist species: toward a global functional homogenization? *Front Ecol Environ*, 9, 222–228. 2011.
- DALAPICOLLA J, LEITE YLR. Taxonomic implications of morphological variation in three species of *Trinomys* (Rodentia: Echimyidae) from eastern Brazil. **Zootaxa** 3919, 1: 061–080. 2015.
- DEVICTOR, V., JULLIARD, R., JIGUET, F. Distribution of specialist and generalist species along spatial gradients of habitat disturbance and fragmentation. **Oikos**, 117, 507-514. 2008.
- ELITH, J., LEATHWICH, J.R. Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time. **Annu Rev Ecol Evol Syst.**, 40, 677-697. 2009.
- FUTUYMA, D.J., MORENO, G. The Evolution of Ecological Specialization. **Annu Rev Ecol Evol Syst.**, 19, 207-233. 1998.
- GUISAN, A., THUILLER, W. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. **Ecol Lett.**, 8, 993–1009. 2005.
- KAY, E.H., HOEKSTRA, H.E. Rodents. *Curr Biol*. 18, 406-410. 2008.
- LARA, M.C., PATTON, J.L., HINGST-ZAHER, E. *Trinomys mirapitanga*, a new species of spiny rat (Rodentia: Echimyidae) from the Brazilian Atlantic Forest. **Mamm Biol.**, 67, 233-242. 2002.
- LARA, M.C., PATTON, J.L. Evolutionary diversification of spiny rats (genus *Trinomys*, Rodentia: Echimyidae) in the Atlantic Forest of Brazil. **Zool J Linn Soc-Lond.**, 130, 661–686. 2000.
- MAESTRI, R., FORNEL, R., GALIANO, D., DE FREITAS, T. R. O. Niche suitability affects development: skull asymmetry increases in less suitable areas. **Plos ONE**. DOI:10.1371/journal.pone.0122412. 2015.
- MAYR, E. **Isto é biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo, Companhia das Letras. 2008.
- OLIVEIRA, J.A., BONVICINO, C.R. Ordem Rodentia, In: Reis, N.R., Peracchi, A.L., Pedro, W.A., Lima, I.P., (Eds.), **Mamíferos do Brasil**. Londrina, Paraná, pp. 347-406. 2006.

PATTON, J.L., LEITE, R.N. Genus *Proechimys*, in: PATTON, J.L., PARDIÑAS, U.F.J., D'ELÍA, G. (Eds.), **Mammals of Sul America**. Volume 2. Rodents. The University of Chicago Press., pp. 950-988. 2015.

PATTON, J.L., DA SILVA, M.N.F., MALCOLM, J.R. Mammals of the Rio Jurua and the evolutionnary and ecological diversification of Amazonia. **B Am Mus Nat Hist**. 2000.

PESSÔA, L.M., TAVARES, W.C., OLIVEIRA, J.A., PATTON, J.L., Genus *Trinomys*, in: PATTON, J.L., PARDIÑAS, U.F.J., D'ELÍA, G., (Eds.), **Mammals of South America**. Volume 2: Rodents. The University of Chicago Press, pp. 999- 1019. 2015.

PHILLIPS, S.J., ANDERSON, R.P., SCHAPIRE, R.E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecol Model**. 190, 231–259. 2006.

PHILLIPS, S.J., DUDIK, M. Modelling of species distribution with Maxent: new extension and a comprehensive evaluation. **Ecography**. 31, 61–175. 2008.

PHILLIPS, S.J., DUDIK, M., SCHAPIRE, R.E. A Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modeling. **Proceedings of the Twenty-First International Conference on Machine Learning**. 655-662. 2004.



## VARIAÇÃO GEOGRÁFICA: INFLUÊNCIA NA MORFOLOGIA DO SINCRÂNIO DE ESPÉCIES DE *PROECHIMYS* (RODENTIA: ECHIMYIDAE)

Chaiane Teila laeger<sup>1</sup>, Renan Maestri<sup>2</sup>, Rodrigo Fornel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ecologia - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Câmpus Erechim, Av. Sete de Setembro 1621, CEP 99709-910, Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ecologia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Av. Bento Gonçalves 9500, CEP 91501-970, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

**RESUMO:** A alta biodiversidade neotropical em especial na região Amazônica é o resultado de complexos processos geológicos, climáticos, evolutivos e ecológicos. O gênero *Proechimys* representa um dos mais diversos grupos de roedores, possuindo ampla distribuição geográfica e número de taxa. Nosso objetivo foi verificar se ocorre diferença intraespecífica na forma e tamanho do sincrânio nos roedores do gênero *Proechimys* em relação a estruturação geográfica da região Amazônica (ocidental, central e oriental), e divisão geográfica norte e sul com Rio Amazonas agindo como barreira. Foram examinados 236 crânios e mandíbulas de sete espécies do gênero *Proechimys*. Utilizamos métodos de morfometria geométrica com plotagem de marcos anatômicos bidimensionais nas vistas dorsal, ventral, lateral do crânio e lateral da mandíbula e sobreposição generalizada de Procrustes. Os dados resultantes foram analisados por teste t e ANOVA para tamanho do centroide, para forma foram aplicadas PCA, LDA, CVA e MANOVA. A relação da morfometria com a distância geográfica, ambas as matrizes de distância geográfica e morfológica foram relacionadas através do teste de Mantel. Nossos resultados não foram significativos em relação a estruturação geográfica (ocidental, central e oriental) e do rio Amazonas como barreira tanto para a diferença de forma como para o tamanho do gênero *Proechimys*.

**Palavras-chave:** Barreiras geográficas. Amazônia. Morfometria geométrica.

### INTRODUÇÃO

A hipótese de que os sistemas ribeirinhos na Amazônia serviriam como uma barreira ao fluxo gênico entre as populações foi proposta por Wallace (1854). Atualmente essa hipótese ainda é controversa, pois para alguns organismos como aves e primatas os sistemas ribeirinhos agem como uma barreira favorecendo a especiação (AYRES & CLUTTON-BROCK 1992; RIBAS et al., 2012). Por outro lado, para alguns anfíbios, squamatas, marsupiais e roedores não ocorre essa delimitação à dispersão (DA SILVA & PATTON, 1998; GASCON et al., 2000; MORAES et al., 2016). Porém, como a especiação na Amazônia não é explicada por um único modelo, aparentemente possuindo uma história mais complexa de especiação (BUSH, 1994), análises de modelos para uma determinada espécie, gênero ou família devem ser consideradas.

As espécies do gênero *Proechimys* são terrestres e sua distribuição se estende de Honduras na América Central até o Paraguai na América do Sul (LARA et al., 2002; OLIVEIRA & BONVICINO, 2006). É o gênero mais amplamente distribuído da família Echimyidae (PATTON & LEITE, 2015), podendo ocorrer de três a cinco espécies em simpatria (PATTON, DA SILVA & MALCOLM, 2000). É considerado o mamífero mais abundante na floresta Neotropical, com importante papel ecológico como dispersor de sementes e presa de vários predadores (ADLER, 1995; HOCK & ADLER, 1997; PATTON et al., 2000; LARA et al., 2002; PATTON

& LEITE, 2015). As espécies desse gênero vivem em áreas de mata de várzea e em terra firme na Floresta Amazônica, matas de galeria, cerradões e florestas semidecíduas no Cerrado (OLIVEIRA & BONVICINO, 2006).

Neste trabalho buscamos responder às seguintes questões (i) ocorre diferença na forma e tamanho do crânio e mandíbula em relação à divisão geográfica da região Amazônica (ocidental, central e oriental) intraespecificamente? (ii) e em relação a divisão geográfica norte e sul com o Rio Amazonas agindo como barreira, ocorre diferença na forma e tamanho do crânio e mandíbula intraespecificamente? Sendo assim, testamos as seguintes hipóteses: (i) esperamos diferença intraespecífica na forma e tamanho do crânio entre a divisão geográfica ocidental, central e oriental da Amazônia. Devido a região ocidental apresentar alta produtividade florestal e biodiversidade, (por possuir as maiores concentrações de nutrientes no solo), propiciando maior riqueza de mamíferos terrestres, ao contrário da região oriental mais pobre em biodiversidade (possuindo solos mais pobres em nutrientes) (VOSS & EMMONS, 1996; HOORN et al., 2010; QUESADA et al., 2010). Esperamos que, (ii) apesar de com a elevação dos Andes (~ 23 – 10 Maa) e o estabelecimento do rio Amazonas (~ 9 Maa), funcionar como uma barreira geográfica que propiciou a especiação alopátrica (HOORN et al., 2010; HOORN et al., 2017), para os roedores o rio Amazonas não representa uma barreira à dispersão das espécies (GASCON et al., 2000). Desta forma não esperamos encontrar diferença no crânio e mandíbula entre os indivíduos que se encontram na região geográfica norte daqueles que se encontram ao sul do rio Amazonas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Examinamos os crânios e mandíbulas de indivíduos do gênero *Proechimys* depositados em três coleções científicas do Brasil: Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ), Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) e Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES (UFES). Os indivíduos foram fotografados na vista dorsal, ventral e lateral esquerda do crânio, assim como na vista lateral esquerda da mandíbula, através de uma câmera digital FUJIFILM FINEPIX S regulada no modo padrão, sem flash, função macro, resolução de 7 megapixels (3072 × 2304) a uma distância focal padrão de 13 cm. A padronização da distância foi garantida pela utilização de um suporte portátil para a câmera sobre o qual foram apoiados os indivíduos fotografados. O tamanho amostral total foi de 235 indivíduos, mas este número variou conforme a vista já que alguns indivíduos apresentavam estruturas quebradas (Tabela I). Somente indivíduos adultos (dentição permanente erupcionada) foram utilizados para as análises.

A ordenação e organização da lista de fotos digitais foi realizada utilizando o programa TPSUtil versão 1.64 (Rohlf, 2013). A digitalização dos marcos anatômicos que melhor representam a morfologia do crânio e da mandíbula, foi realizada com o programa TPSDig2, versão 2.22 (ROHLF, 2015). Foram digitalizados 23 marcos anatômicos na vista dorsal, 34 marcos anatômicos na vista ventral, 20 marcos anatômicos na vista lateral do crânio e 13 marcos anatômicos na lateral da mandíbula.

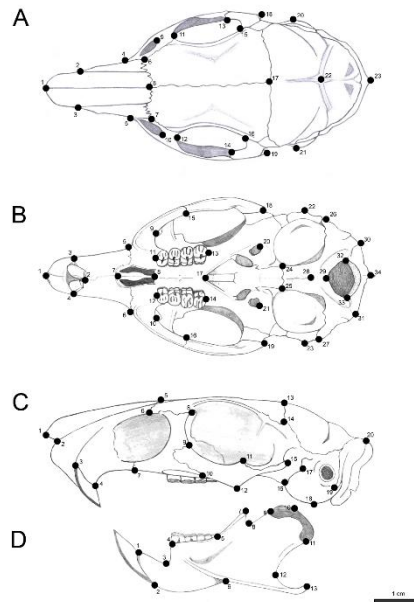
**Tabela I:** Total de espécies por grupos do gênero *Proechimys* analisadas nesse estudo, com o tamanho amostral para cada espécie e para as diferentes vistas do crânio

<b>Espécies</b>	<b>Dorsal</b>	<b>Ventral</b>	<b>Lateral</b>	<b>Mandíbula</b>
<b>Grupo longicaudatus</b>				
<i>Proechimys longicaudatus</i> (Rengger, 1830)	7	7	7	7
<i>Proechimys cuvieri</i> (Petter, 1978)	22	21	21	14
<b>Grupo gardneri</b>				
<i>Proechimys kulinae</i> (da Silva, 1998)	5	5	5	5
<b>Grupo goeldii</b>				
<i>Proechimys goeldii</i> (Thomas, 1905)	23	23	24	15
<b>Grupo guyannensis</b>				
<i>Proechimys guyannensis</i> (É. Geoffroy St. Hilaire, 1803)	26	27	26	21
<i>Proechimys roberti</i> (Thomas, 1901)	129	127	125	70
<b>Grupo semispinosus</b>				
<i>Proechimys semispinosus</i> (Tomes, 1860)	6	5	5	6
<b>Total</b>	<b>218</b>	<b>215</b>	<b>213</b>	<b>138</b>

As coordenadas dos marcos anatômicos foram sobrepostas com o método de sobreposição generalizada de Procrustes (GPA – *Generalized Procrustes Analysis*) (DRYDEN & MARDIA, 1998; 2016). O método GPA remove diferenças não relacionadas à forma como escala, posição e orientação, com as coordenadas dos marcos anatômicos resultando em uma matriz de variáveis de forma ou resíduos de Procrustes (ROHLF; SLICE 1990; DRYDEN & MARDIA, 1998; ADAMS et al., 2004). Foi testada a associação entre tamanho e forma, ou seja, se há influência da alometria (resíduos de regressão de forma e tamanho) no conjunto de dados através de uma análise de regressão múltipla. A partir disso, os dados corrigidos para alometria foram utilizados para demais análises de forma.

**Figura 1:** Posição dos marcos anatômicos no sincrânio de *Proechimys cuvieri*: A) dorsal, B) ventral, C) lateral e D) lateral da mandíbula



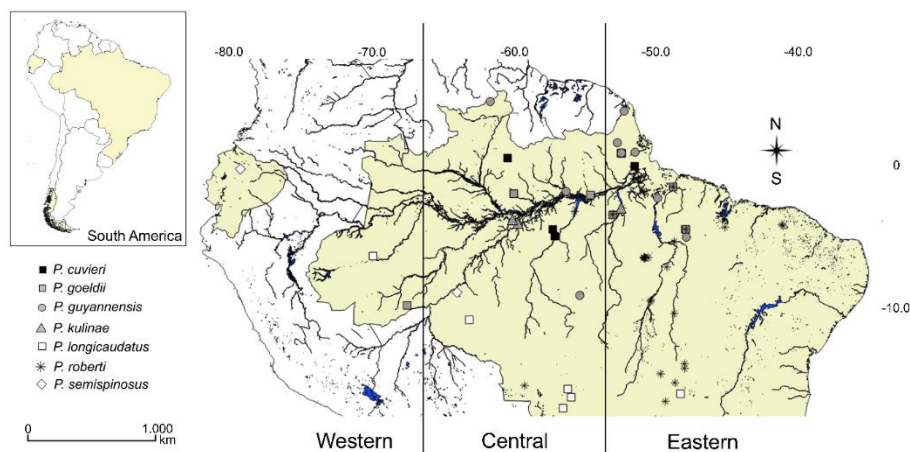


A variação no tamanho do crânio e mandíbula foi calculada a partir do tamanho do centroide que é a raiz quadrada da soma das distâncias ao quadrado entre cada marco anatômico e o centroide da forma (BOOKSTEIN, 1991). O tamanho do centroide foi log transformado. Para testar a diferença de tamanho entre as espécies foi realizada uma Análise da Variância ANOVA. Foi realizado o teste de Tukey em caso de  $p < 0.05$ , para identificar entre quais espécies ocorre diferença significativa.

Para avaliação da forma foi usada como análise exploratória a Análise de Componentes Principais (PCA- *Principal Component Analysis*), para verificar a existência de ordenação nos dados entre os PCs de maior variação. Para testar a diferença da forma entre as espécies foi realizada a MANOVA (*Multivariate Analysis of Variance*). Foi usada uma função discriminante, a LDA (*Linear Discriminant Analysis*) seguindo de uma Análise de Variáveis Canônicas (CVA - *Canonical Variate Analysis*) para geração dos gráficos discriminantes. As visualizações das diferenças de forma foram feitas através de projeções das configurações de marcos anatômicos ao longo dos diferentes eixos da CVA.

As informações sobre os locais de coleta da amostra (tomadas nas coleções visitadas) serviram como base para gerar uma matriz de distância geográfica (em km) através do programa Geographic Distance Matrix Generator (ERSTS, 2009). Para a variação morfológica entre as localidades geográficas, foi gerada uma matriz de distâncias de Mahalanobis para computar um fenograma com o método de Neighbor-Joining (NJ). Ambas as matrizes, de distância geográfica e morfológica, foram relacionadas através do teste de Mantel.

**Figura 2:** Mapa da localização geográfica das espécies de *Proechimys*, na América do Sul, com a separação geográfica ocidental, central e oriental (adaptado de Hoorn et al., 2010), e a divisão norte e sul do Rio Amazonas. Fonte do mapa político e hidrológico da América do Sul (<http://www.diva-gis.org/>).



Para todas as análises estatísticas e para a geração de gráficos utilizamos a linguagem “R” na versão 3.4.3 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017), e as bibliotecas ape (PARADIS, CLAUDE & STRIMMER, 2004), ade4 (DRAY & DUFOUR, 2007), geomorph. (ADAMS et al., 2017), MASS (VENABLES & RIPLEY, 2002), Morpho (SCHLAGER, 2017), Rvcg (SCHLAGER, 2017), stats (R CORE TEAM, 2017) e vegan (OKSANEN et al., 2017).

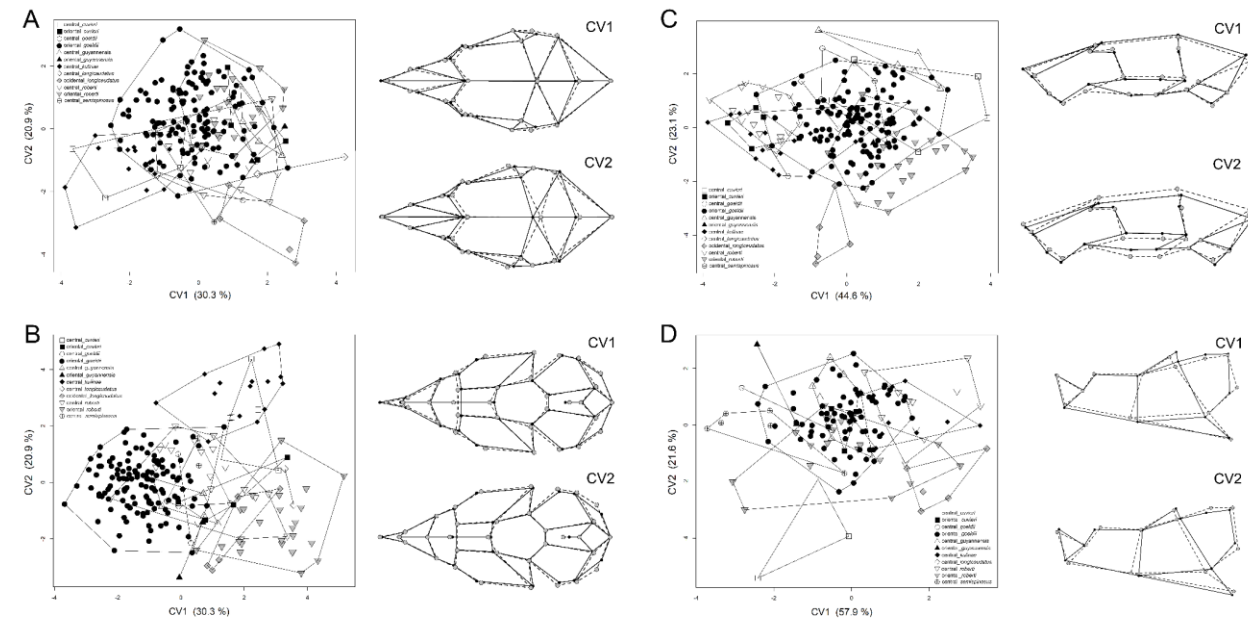
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do teste de Mantel na comparação das matrizes de distância geográfica e morfológica, apresentou valores não significativos para as vistas dorsal ( $r = -0,0005$ ;  $p = 0,45$ ), ventral ( $r = -0,0447$ ;  $p = 0,83$ ), lateral ( $r = -0,0056$ ;  $p = 0,52$ ) e lateral da mandíbula ( $r = -0,0434$ ;  $p = 0,74$ ). Não foi constatada diferença no tamanho do centroide entre as divisões geográficas. As espécies que ocorrem em mais de uma região geográfica não apresentam diferença no tamanho do centroide em nenhuma das vistas do sincrânio (Tabela II). Para a forma não foi constatada diferença intraespecífica do sincrânio em relação as divisões geográficas em nenhuma das vistas do sincrânio. A CVA mostra uma sobreposição nas espécies de *Proechimys* em relação a diferença intraespecífica para as divisões geográficas (Figura 3). Isso evidencia a ampla distribuição e capacidade de dispersão deste gênero. Considerando ainda, que o gênero é capaz de sobreviver em diferentes ambientes, como preservados ou que sofreram perturbação (PATTON et al., 2000). Desta forma, podemos inferir que apesar da região ocidental apresentar maior riqueza de mamíferos por possuir características de solo e produtividade superiores do que o encontrado na região oriental (VOSS & EMMONS 1996; HOORN et al., 2010; QUESADA et al., 2010), as espécies de *Proechimys* possivelmente não apresentam diferenças de tamanho e forma oriundas destes fatores. Não corroborada a nossa hipótese uma vez que não ocorre diferença intraespecífica.

**Tabela II:** Valores da ANOVA (*p*) para a diferença intraespecífica no tamanho do centroide nas espécies de *Proechimys* em relação as divisões geográfica, para o crânio e mandíbula, onde: D – dorsal; V – ventral; L – lateral; ML – lateral da mandíbula

Espécies	Oriental x Central				Ocidental x Central				Oriental x Ocidental			
	D	V	L	ML	D	V	L	ML	D	V	L	ML
<i>P. cuvieri</i>	1,00	0,28	1,00	0,99	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. goeldii</i>	1,00	0,22	0,99	1,00	0,99	-	1,00	-	0,99	-	0,99	-
<i>P. guyannensis</i>	0,99	0,42	0,99	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. kulinae</i>	0,98	0,81	0,99	0,95	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. longicaudatus</i>	0,44	0,16	0,45	0,65	1,00	0,45	1,00	1,00	0,59	0,22	0,65	0,74
<i>P. roberti</i>	0,99	0,30	1,00	0,99	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. semispinosus</i>	-	-	-	-	0,69	-	0,67	0,69	-	-	-	-

**Figura 2:** Mapa da localização geográfica das espécies de *Proechimys*, na América do Sul, com a separação geográfica ocidental, central e oriental (adaptado de Hoorn et al., 2010), e a divisão norte e sul do Rio Amazonas. Fonte do mapa político e hidrológico da América do Sul (<http://www.diva-gis.org/>)

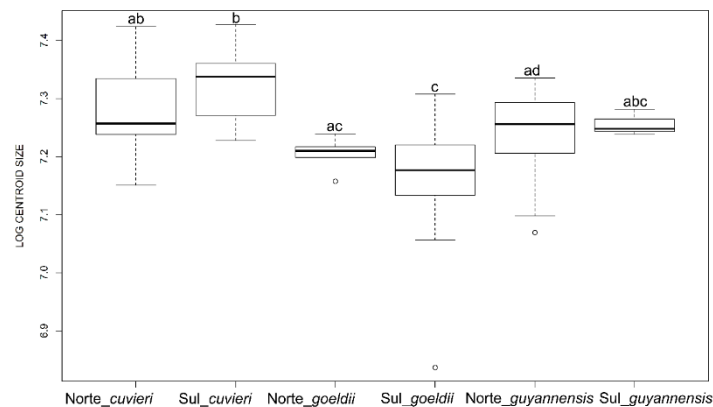


X



**Figura 4.** Boxplot da variação do tamanho do centroide da vista dorsal do crânio dos indivíduos de *Proechimys* em relação a variação intraespecífica da região Norte e Sul do rio Amazonas. As letras diferentes sob as caixas indicam a diferença significativa para o teste de Tukey

Ao considerar o rio Amazonas como uma barreira a relação intraespecífica para a regiões norte e sul do Rio Amazonas, as espécies que ocorrem em ambas regiões não apresentaram diferença de tamanho (Figura 4).



Em relação a forma não ocorre variação intraespecífica em nenhuma das vistas do síntrico. A LDA em relação as espécies que ocorrem no norte e no sul do rio Amazonas apresentou altos valores de reclassificou as espécies em todas as vistas, com o menor valor de *P. goeldii* da região norte na vista dorsal (Tabela III). A CVA mostra sobreposição nas espécies que ocorrem no norte e sul do rio Amazonas (Figura 5). Não foi observada diferença intraespecífica de forma entre as espécies que ocorrem no norte e no sul, com exceção da vista lateral da mandíbula que ocorre diferença entre *P. goeldii* sul e *P. goeldii* norte  $p = 0,002$  (Figura 5).

**Tabela III:** Matriz de classificação intraespecífica nas espécies de *Proechimys* para a divisão geográficas Norte e Sul do rio Amazonas em relação aos indivíduos e o percentual que foram classificados corretamente pela LDA

	Dorsal						%
	Norte <i>cuvieri</i>	Norte <i>goeldii</i>	Norte <i>guyannensis</i>	Sul <i>cuvieri</i>	Sul <i>goeldii</i>	Sul <i>guyannensis</i>	
orte <i>cuvieri</i>	11	-	-	-	-	-	100%
Norte <i>goeldii</i>	-	3	2	-	1	-	50%
Norte <i>guyannensis</i>	-	1	22	-	-	-	96%
Sul <i>cuvieri</i>	1	-	-	9	1	1	75%
Sul <i>goeldii</i>	-	-	1	-	15	-	94%
Sul <i>guyannensis</i>	-	-	-	-	-	3	100%

	Ventral						%
	Norte <i>cuvieri</i>	Norte <i>goeldii</i>	Norte <i>guyannensis</i>	Sul <i>cuvieri</i>	Sul <i>goeldii</i>	Sul <i>guyannensis</i>	
Norte <i>cuvieri</i>	9	-	-	-	1	-	90%
Norte <i>goeldii</i>	-	8	-	-	-	-	100%

Norte <i>guyannensis</i>	-	-	24	-	-	-	100%
Sul <i>cuvieri</i>	-	-	-	11	-	-	100%
Sul <i>goeldii</i>	-	-	1	-	14	-	93%
Sul <i>guyannensis</i>	-	-	-	-	-	3	100%

**Lateral**

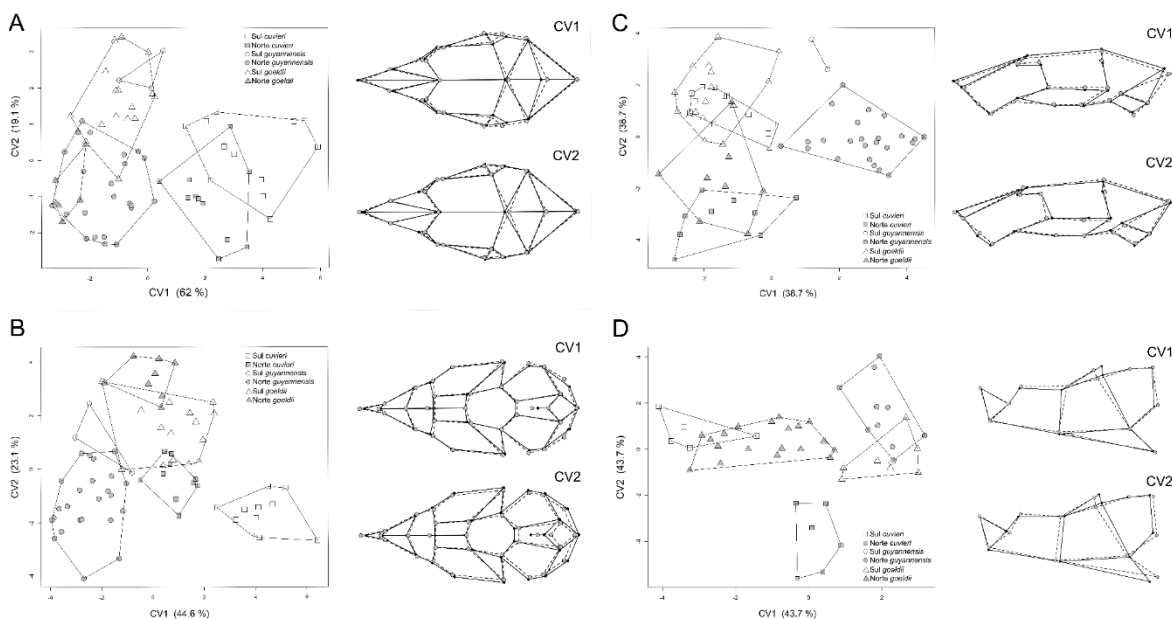
	Norte <i>cuvieri</i>	Norte <i>goeldii</i>	Norte <i>guyannensis</i>	Sul <i>cuvieri</i>	Sul <i>goeldii</i>	Sul <i>guyannensis</i>	%
Norte <i>cuvieri</i>	9	-	-	-	-	-	100%
Norte <i>goeldii</i>	-	8	-	-	-	-	100%
Norte <i>guyannensis</i>	-	-	24	-	-	-	100%
Sul <i>cuvieri</i>	-	1	-	10	1	-	83%
Sul <i>goeldii</i>	-	-	-	-	16	-	100%
Sul <i>guyannensis</i>	-	-	-	-	-	2	100%

**Lateral da Mandíbula**

	Norte <i>cuvieri</i>	Norte <i>goeldii</i>	Norte <i>guyannensis</i>	Sul <i>cuvieri</i>	Sul <i>goeldii</i>	Sul <i>guyannensis</i>	%
Norte <i>cuvieri</i>	6	-	-	-	-	-	100%
Norte <i>goeldii</i>	-	4	1	-	-	-	80%
Norte <i>guyannensis</i>	-	-	19	1	-	-	95%
Sul <i>cuvieri</i>	-	-	-	8	-	-	100%
Sul <i>goeldii</i>	-	-	-	1	9	-	90%
Sul <i>guyannensis</i>	-	-	-	-	-	-	-

Desta forma, podemos considerar que o rio Amazonas não é uma barreira efetiva à dispersão dessas espécies, corroborando a nossa segunda hipótese. Podemos ressaltar ainda, como apontado por Moraes et al., (2016), como a habilidade de cada espécie em transpor o rio e estabelecer populações na outra margem é relevante. Sendo relatado que para roedores o padrão de distribuição está geralmente mais correlacionado com a vegetação do que com a margem do rio (GASCON et al., 2000). Sendo assim, para entender os padrões de diversidade, se faz necessário um entendimento do amplo contexto de influências regionais, geográficas e históricas (RICKLEFS, 2004). Desta forma, possivelmente a diversidade e grande amplitude geográfica do gênero está relacionada as questões ambientais e/ou a filogenia.

**Figura 5.** Análise de variáveis canônicas para os dois primeiros eixos (CV1 e CV2) para a forma do crânio de *Proechimys* em relação ao rio Amazonas como barreira geográfica nas vistas: A) dorsal; B) ventral; C) lateral e D) lateral da mandíbula. As linhas pretas representam os valores máximos da CV e as linhas pontilhadas representam os valores mínimos da CV, e os percentuais de explicação de cada CV é dado em parênteses



## CONCLUSÃO

Observamos claramente que não há estruturação geográfica na morfologia do sincrânio. Descartamos a ideia de isolamento pela distância, ou seja, se há estruturação geográfica ela não é linear. Em conjunto com as análises de diferenciação regional (ocidental, central e oriental) e do rio Amazonas como uma barreira, concluímos que as espécies do gênero *Proechimys* não são influenciadas no tamanho e na forma do sincrânio por nenhuma destas hipóteses. Salientando, como o sincrânio ao longo das variações regionais e o rio Amazonas como barreira, apresenta diferenças de forma bem sutis.

## REFERENCIAS

ADAMS, D.C., COLLYER, M.L., KALIONTZOPOULOU, A., SHERRATT, E. Geomorph: Software for geometric morphometric analyses. R package version 3.0.5. <https://cran.r-project.org/package=geomorph>, 2017.

ADAMS, D.C., ROHLF, F.J., SLICE, D.E. Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. *Ital J Zool.*, 71, 5-16. 2004.

ADLER, G.H. Fruit and Seed Exploitation by Central American Spiny Rats, *Proechimys semispinosus*. *Stud Neotrop Fauna E* 30,4, 237-244. 1995.



AYRES, J. M., CLUTTON-BROCK, T. H. River boundaries and species range size *In: Amazonian primates. Am Nat*, 140, 531–537. 1992

BOOKSTEIN, F.L. **Morphometric Tools of Landmark Data: Geometry and Biology.** London, United Kingdom. Cambridge University Press. 1991.

BUSH, M.B. Amazonian speciation: a necessarily complex model. **J Biogeogr**, 21, 5-17. 1994.

DA SILVA, M.N.F., PATTON, J.L. Molecular phylogeography and the evolution and conservation of Amazonian mammals. **Mol Ecol** 7, 475-486. 1998.

DRAY, S., DUFOUR, A.B. The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. **J Stat Softw.** 22, 1-20. 2007.

DRYDEN, I.L., MARDIA, K.V. **Statistical shape analysis.** New York, NY: John Wiley & Sons, Inc. 1998.

DRYDEN, I.L., MARDIA, K.V. **Statistical shape analysis: with application in R.** New York, NY: John Wiley and Sons, Ltd. 2016.

ERSTS, P.J. **Geographic Distance Matrix generator (version 1.2.3).** American Museum of Natural History, Center for Biodiversity and Conservation. 2009.

GASCON, C., MALCOLM, J. R., PATTON, J. L., DA SILVA, M. N. F., BOGARTI, J. P., LOUGHEED, S. C., PERES, C. A., NECKEL, S., BOAG, P. T. Riverine barriers and the geographic distribution of Amazonian species. **PNAS**, 97, 25, 13672–13677. 2000.

HOCH, G.A., ADLER, G.H. Removal of Black Palm (*Astrocaryum standleyanum*) Seeds by Spiny Rats (*Proechimys semispinosus*). **J Trop Ecol**, 13, 1, 51-58. 1997.

HOORN, C., BOGOTÁ-A, G.A., ROMERO-BAEZ, M., LAMMERTSMA, E.I., FLANTUA, S.G.A., DANTAS, E.L., DINO, R., DO CARMO, D.A., CHEMALE JR, F. The Amazon at sea: Onset and stages of the Amazon River from a marine record, with special reference to Neogene plant turnover in the drainage basin. **Global Planet Change**. 2017.

HOORN, C., WESSELINGH, F.P., TER STEEGE, H., BERMUDEZ, M.A., MORA, A., SEVINK, J., SANMARTÍN, I., SANCHEZ-MESEGUER, A., ANDERSON, C.L., FIGUEIREDO, J.P., JARAMILLO, C., RIFF, D., NEGRI, F.R., HOOGHIEMSTRA, H., LUNDBERG, J., STADLER, T., SÄRKINEN, T., ANTONELLI, A. Amazonia Through Time: Andean Uplift, Climate Change, Landscape Evolution, and Biodiversity. **Science** 330, 927-931. 2010.

- LARA, M.C., PATTON, J.L., HINGST-ZAHER, E. *Trinomys mirapitanga*, a new species of spiny rat (Rodentia: Echimyidae) from the Brazilian Atlantic Forest. **Mamm Biol** 67, 233-242. 2002.
- MORAES, L.J.C.L., PAVAN, D., BARROS, M.C., RIBAS, C.C. The combined influence of riverine barriers and flooding gradients on biogeographical patterns for amphibians and squamates in Sul-eastern Amazonia. **J. Biogeogr.** 43, 2113–2124. 2016.
- OKSANEN, J., BLANCHET, F.G., FRIENDLY, M., KINDT, R., LEGENDRE, P., MCGLINN, D., MINCHIN, P.R., O'HARA, R.B., SIMPSON, G.L., SOLYMOS, P., STEVENS, M.H.H., SZOECS, E., WAGNER, H. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-5. <https://CRAN.Rproject.org/package=vegan>. 2017
- OLIVEIRA, J.A., BONVICINO, C.R. Ordem Rodentia. In: **Mamíferos do Brasil**. 347-406. REIS, N.R., PERACCHI, A.L., PEDRO, W.A., LIMA, I.P., (Ed). Londrina, Paraná. 2006.
- PATTON, J.L., DA SILVA, M.N.F., MALCOLM, J.R. Mammals of the Rio Jurua and the evolutionary and ecological diversification of Amazonia. **B Am Mus Nat Hist**. 2000.
- PATTON, J.L., LEITE, R.N. Genus *Proechimys*. In: **Mammals of Sul America. Volume 2: Rodents**. 950-988. PATTON, J.L., PARDIÑAS, U.F.J., D'ELÍA, G. (Ed). The University of Chicago Press. 2015.
- PARADIS, E., CLAUDE, J., STRIMMER, K. APE: analyses of phylogenetics and evolution in R language. **Bioinformatics**, 20, 289-290. 2004
- QUESADA, C.A., LLOYD, J., SCHWARZ, M., PATIÑO, S., BAKER, T.R., CZIMCZIK, C., FYLLAS, N.M., MARTINELLI, L., NARDOTO, G.B., SCHMERLER, J., SANTOS, A.J.B., HODNETT, M.G., HERRERA, R., LUIZÃO, F.J., ARNETH, A., LLOYD, G., DEZZEO, N., HILKE, I., KUHLMANN, I., RAESSLER, M., BRAND, W.A., GEILMANN, H., MORAES FILHO, J.O., CARVALHO, F.P., ARAUJO FILHO, R.N., CHAVES, J.E., CRUZ JUNIOR, O.F., PIMENTEL, T.P., PAIVA, R. Variations in chemical and physical properties of Amazon forest soils in relation to their genesis. **Biogeosciences** 7, 1515-1541. 2010.
- R Development Core Team. R: a language and environment statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna: R Development Core Team. Available at: <http://www.rproject.org> 2017.
- RIBAS, C.C., ALEIXO, A., NOGUEIRA, A.C.R., MIYAKI, C.Y., CRACRAFT, J. A palaeobiogeographic model for biotic diversification within Amazonia over the past three million years. **P Roy Soc B-Biol Sci.**, 279, 681-689. 2012.
- RICKLEFS, R.E. A comprehensive framework for global patterns in biodiversity. **Ecol Lett.**, 7, 1-15. 2004.
- ROHLF, F.J. tpsUtil, file utility program, version 1.64. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook. 2013.
- ROHLF, F.J. tpsDig, digitize landmarks and outlines, version 2.19. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook. 2015.

ROHLF, F.J., SLICE, D. Extensions of the procrustes method for the optimal superimposition of landmarks. *Syst Zool* 39, 1, 40-59. 1990.

SCHLAGER, S. "Morpho and Rvcg - Shape Analysis in R." In: **Statistical Shape and Deformation Analysis**. 217-256. Zheng, G., Li, S., Szekely, G. (Ed). Academic Press. 2017.

VENABLES, W.N., RIPLEY, B.D. **Modern Applied Statistics with S**. 4. ed. Springer, New York. 2002.

VOSS, R.S., EMMONS, L.H. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. **B Am Mus Nat Hist.**, 230. 1996.

WALLACE, A.R On the Monkeys of the Amazon. **J Nat Hist Series**, 2, 14, 84, 451-454. 1854.



## O SUBSTRATO E O TEMPO DE COLONIZAÇÃO INFLUENCIAM A DIVERSIDADE TAXONÔMICA E FUNCIONAL DE TRICHOPTERA EM RIACHOS?

Mariana Nunes Menegat<sup>1</sup>; Silvia Vendruscolo Milesi<sup>2</sup>; Rozane Maria Restello<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós Graduação em Ecologia, Laboratório de Biomonitoramento, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim - RS, Brasil. \*marianamenegat@outlook.com

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Biológicas, Programa de Pós Graduação em Ecologia, Laboratório de Biomonitoramento, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim - RS, Brasil.

**RESUMO:** Nos ecossistemas aquáticos, a colonização e heterogeneidade dos substratos representam importantes fatores ambientais responsáveis por mudanças na composição e estrutura das assembleias de insetos aquáticos. No presente estudo foram utilizados amostradores de substratos artificiais (heterogêneo e homogêneo) com o objetivo de avaliar os efeitos da heterogeneidade do substrato sobre a diversidade taxonômica e funcional de assembleias de Trichoptera ao longo do processo de colonização. Testando a hipótese de que os substratos heterogêneos apresentam maior diversidade taxonômica e funcional de Trichoptera. E ambas as métricas são influenciadas positivamente ao longo do processo de colonização dos substratos. A diversidade taxonômica e a diversidade funcional de Trichoptera não diferiram entre os substratos heterogêneos e homogêneos, mas ambas aumentam ao longo do processo de colonização. Desse modo, a diversidade taxonômica e a diversidade funcional de Trichoptera aumentam ao longo do tempo de colonização independente da heterogeneidade dos substratos.

**Palavras-chave:** Riachos Neotropicais. Insetos Aquáticos. Amostrador Artificial.

### INTRODUÇÃO

Os insetos aquáticos são importantes bioindicadores da qualidade de água e integridade ecológica em riachos pois contribuem em processos ecológicos (e.g decomposição, ciclagem de nutrientes, transferência de energia e cadeia alimentar), e apresentam alta diversidade de espécies e respostas à diferentes condições ambientais (CALLISTO et al., 2001; CARVALHO; UIEDA, 2004; HEPP et al., 2010). Os insetos da ordem Trichoptera apresentam alta diversidade e abundância de espécies, principalmente em riachos de baixa ordem e maior qualidade ambiental, uma vez que são sensíveis às alterações ambientais (e.g acidificação, poluição orgânica e contaminação por metais) (HEPP et al., 2010; MILESI; MELO, 2014; BREDA et al., 2018). A integridade da vegetação ripária nas margens dos riachos influencia a presença deste grupo, considerados “engenheiros dos ecossistemas”, já que utilizam diversos materiais, como folhas e galhos, para construção de abrigos (CALLISTO et al., 2001; MORETTI et al, 2009).

A alteração de fatores ambientais pode implicar em mudanças na composição e estrutura das assembleias de insetos. A heterogeneidade do habitat, por exemplo, é um dos principais fatores reguladores da biodiversidade (HYNES, 1970). Os habitats heterogêneos apresentam substratos complexos, de diferentes tipos, tamanhos e texturas, os quais permitem maior disponibilidade de abrigos contra predação e possíveis distúrbios ambientais (O’CONNOR, 1991; BOYERO, 2003; BROWN, 2003). Durante a colonização, a presença de perífiton e matéria orgânica particulada grossa (e.g. folhas e galhos) aumentam a heterogeneidade dos

substratos (O'CONNOR, 1991; BOYERO, 2003; BROWN, 2003). Desse modo, os substratos heterogêneos permitem a coexistência de um maior número de espécies com diferentes características que representam importantes funções ecológicas e resultam em ambientes mais resilientes (TOWNSEND et al., 1997). Em contrapartida, a homogeneização dos habitats expõe os insetos a predação e possíveis distúrbios ambientais afetando a disponibilidade de alimento e refúgio (GALLARDO et al., 2009). E assim, os substratos homogêneos podem representar perdas de importantes funções ecológicas em riachos (MILESI et al., 2019).

A constante busca por padrões de diversidade na ecologia levou estudos a integrar abordagens taxonômicas e funcionais. Abordagens taxonômicas clássicas são bem conhecidas e aplicadas principalmente em estudos de biomonitoramento e buscam avaliar a diversidade biológica por meio de perspectivas quantitativas (SHIMANO et al. 2012; ORWA et al. 2015). Por sua vez, abordagens funcionais são baseadas em características fisiológicas, morfológicas e/ou comportamentais capazes de refletir as estratégias ecológicas e aptidão individual das espécies, as quais representam importantes funções para o funcionamento do ecossistema (VIOLLE et al., 2007; DEZÉRALD et al., 2015). Assim, avaliar a comunidade taxonomicamente e associar com características funcionais é importante para compreender os padrões de diversidade e a relação com a heterogeneidade do habitat e possíveis filtros ambientais.

A colonização dos substratos está diretamente associada a taxonomia e as características funcionais dos insetos (MACKAY, 1992; TOWNSEND et al., 1997; MILESI et al., 2019). Por exemplo, o crescimento do perifiton pode favorecer a presença de insetos raspadores, que possuem aparelho bucal especializado para se alimentar de algas (WALLACE e WEBSTER, 1996). Além disso, a abundância e riqueza taxonômica e a diversidade de características funcionais de insetos tende a aumentar ao longo do tempo de colonização (MATHOOKO, 1995; CARVALHO e UIEDA, 2004; MILESI, et al., 2019) particularmente em função da heterogeneidade do habitat e disponibilidade de recursos alimentares. Portanto, o processo de colonização e a heterogeneidade são considerados importantes fatores reguladores de processos ecológicos em riachos, pois podem influenciar na ocorrência, distribuição e predominância de grupos taxonômicos e funcionais distintos.

Desse modo, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da heterogeneidade do substrato sobre a diversidade taxonômica e funcional das assembleias de Trichoptera ao longo do processo de colonização. Esperamos que os substratos heterogêneos influenciem positivamente a diversidade taxonômica e funcional das comunidades de Trichoptera ao longo do processo de colonização.

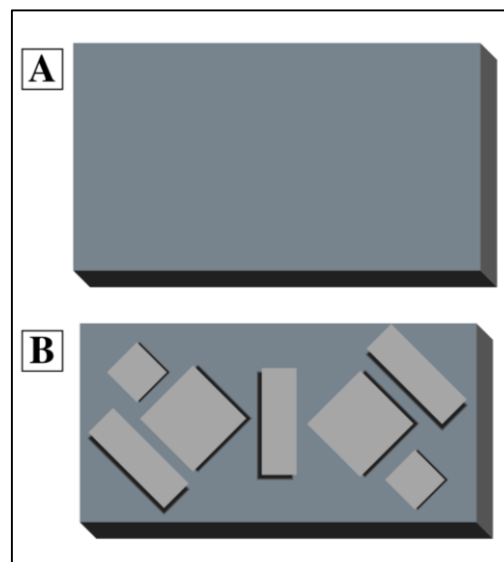
## METODOLOGIA

O estudo foi realizado em um trecho de terceira ordem do Rio Dourado, localizado no norte do Rio Grande do Sul, Brasil (27°36'13" S, 52°16'34" W). O clima da região é caracterizado como subtropical do tipo temperado (tipo Cfb de Köppen) (ALVARES et al., 2013). A região está inserida no Domínio Mata Atlântica com vegetação constituída por um misto de Floresta Subtropical, composta por espécies com distribuição tropical-subtropical do Alto Uruguai e Floresta Ombrófila Mista (OLIVEIRA-FILHO et al., 2015). O riacho apresenta rápido fluxo, com água bem oxigenada (oxigênio dissolvido = 9 mg L<sup>-1</sup>), levemente ácida (pH = 6,4), baixa condutividade (<30 µS cm<sup>-1</sup>) e vegetação ripária em ambas as margens com rochas, pedras, cascalhos e bancos de detrito vegetal depositado no leito (MILESI et al., 2016).

Para realizar o experimento, foram instalados 30 pares de substratos artificiais de blocos de rocha metamórfica (um homogêneo e um heterogêneo), distantes 2 m, ao longo de um trecho de 2 km no riacho. Os amostradores de substrato homogêneo consistiam de superfície lisa e não modificada (50 x 29 x 2 cm) e, os heterogêneos consistiam de peças de diferentes tamanhos fixadas nas superfícies superior e inferior (duas peças de 5 x 2 x 5 cm, três peças de 5 x 2 x 10 cm e duas peças de 10 x 2 x 10 cm). Para padronizar a área

amostrada em ambos os substratos, os amostradores heterogêneos de substrato apresentavam tamanho menor (50 x 25 x 2 cm) (Figura 1). Para permitir a colonização do perífiton, os substratos permaneceram por 30 dias no riacho. Após, os substratos foram lavados para remoção dos insetos, e recolocados no riacho para iniciar o experimento de colonização por mais 30 dias. Após 1, 3, 5, 10, 15 e 30 dias foram removidos cinco pares de substrato, e com auxílio de um amostrador Surber (malha 250  $\mu$ m) os insetos associados aos substratos foram coletados e fixados *in situ* com etanol 70%.

**Figura 1:** Desenho esquemático representativo dos amostradores artificiais utilizados no experimento. (A) Substrato homogêneo com superfície lisa e, (B) substrato heterogêneo com peças de diferentes tamanhos fixadas para aumentar a heterogeneidade



Em laboratório, os insetos aquáticos da ordem Trichoptera foram identificados até nível taxonômico de gênero utilizando as chaves de identificação de Merritt e Cummins (1996), Fernández e Domínguez (2001) e Pes et al. (2005).

Foram consideradas as características funcionais: hábitos alimentares, tamanho corporal, forma corporal e locomoção, distribuídas em um total de 14 categorias (Tabela 1). As informações sobre as características funcionais foram obtidas a partir da literatura disponível sobre riachos neotropicais (BAPTISTA et al., 2006; TOMANOVA E USSEGLIO-POLATERA, 2007; REYNAGA e SANTOS, 2012). As medições do tamanho corporal foram realizadas diretamente de todos os insetos (medidas da cabeça ao abdômen) (CHEVENET et al., 1994). Foi utilizada a codificação difusa (*fuzzy code*) para sintetizar os dados e compensar os diferentes tipos e níveis de informações disponíveis. O *fuzzy code* quantifica a afinidade de cada táxon pertencente a cada categoria de característica, onde zero representa nenhuma afinidade; um, afinidade fraca; dois, afinidade moderada; e três, afinidade forte (CHEVENET et al., 1994; ver MILESI et al., 2016).

A diversidade taxonômica foi calculada a partir do índice de diversidade de Simpson, que indica a probabilidade de dois indivíduos retirados ao acaso de uma comunidade pertencerem a espécies diferentes. A diversidade funcional foi calculada por meio da função “dbFD” no pacote FD (Laliberté et al., 2014), a partir da entropia quadrática de Rao (Rao, 1982) baseada na abundância específica e nas diferenças funcionais entre pares de indivíduos de uma comunidade (Botta-Dukát, 2005). A fim de avaliar a diferença na diversidade



taxonômica e diversidade funcional de Trichoptera entre os substratos (homogêneo e heterogêneo) e tempo de colonização foram realizadas análises de variância ( $F$ ), sendo os substratos e o tempo os fatores analisados.

**Tabela 1:** Características funcionais dos insetos aquáticos e suas respectivas categorias.

Características funcionais	Categorias
Hábitos alimentares	Filtrador Coletor Fragmentador Raspador Predador
Tamanho corporal	<0.25 mm 25-0.50 mm 0.50-1 mm >1 mm
Forma corporal	Cilíndrico Aerodinâmico/Achatado
Locomoção	Rastejador Nadador Construção de casa

## RESULTADOS

Ao longo de 30 dias de colonização foram coletados um total de 1.713 insetos da ordem Trichoptera, distribuídos em 8 famílias e 18 gêneros. A diversidade taxonômica e a diversidade funcional de Trichoptera não diferem entre os substratos homogêneo e heterogêneo ( $F_{(5,53)}=2.70$ ,  $p=0.106$ ;  $F_{(5,53)}=2.7$ ,  $p=0.08$ , respectivamente). Por outro lado, a diversidade taxonômica e funcional diferem entre os dias, demonstrando aumento ao longo do tempo de colonização ( $F_{(5,53)}= 3.31$ ,  $p=0.011$ ;  $F_{(5,53)}=3.85$ ,  $p=0.004$ , respectivamente).

## DISCUSSÃO

Nossos resultados demonstraram que a diversidade taxonômica e funcional de Trichoptera aumenta ao longo do tempo de colonização. No entanto, ambas as métricas de diversidade não diferem entre os substratos heterogêneo e homogêneo, como esperávamos. Desse modo, sugerimos que a heterogeneidade do substrato aumenta principalmente em razão da complexidade e variabilidade criada pela retenção de matéria orgânica e perifiton, do que devido a superfície física dos substratos heterogêneos, e o processo de colonização é um fator importante que pode regular a heterogeneidade ambiental. Isso porque, outros estudos demonstraram que estas fontes de alimentação (matéria orgânica e clorofila-*a*) aumentam ao longo do tempo de colonização e são importantes fatores que contribuem para a heterogeneidade dos substratos (HEPP e MELO, 2013; MILESI et al., 2019).

Trichoptera é uma das ordens de insetos aquáticos mais diversa, ocorrendo preferencialmente em riachos com maior integridade ambiental (BREDA et al., 2018). Trichoptera é uma ordem diretamente relacionada com a disponibilidade de matéria orgânica já que utilizam os materiais oriundos desta para a construção de abrigo. Por isso, o aumento na diversidade taxonômica ao longo do tempo de colonização é esperado, em resposta ao aumento na disponibilidade de recursos alimentares. O que por sua vez, também influencia a diversidade funcional, já que Trichoptera é bastante diversificada quanto as funções locomoção,

formato e tamanho corporal, e principalmente, quanto ao hábito alimentar. Por exemplo, *Phylloicus* sp., *Triplectides* sp. e *Nectopsyche* sp. são fragmentadoras. Fragmentadores se alimentam de matéria orgânica particulada grossa (MOPG) e convertem em matéria orgânica particulada fina (MOPF) que fica disponível como recursos alimentar para outros insetos. Os filtradores, por sua vez, tal como, *Chimarra* sp., *Wormaldia* sp., *Helycopsyche* sp., *Leptonema* sp., *Smicridea* sp. e *Leucotrichia* sp., se alimentam da MOPF em suspensão, liberada pela ação dos fragmentadores. Isso indica, que taxonômica e funcionalmente, os representantes de Trichoptera coexistem.

Em parte, os resultados seguiram nossa expectativa. A diversidade taxonômica e funcional de Trichoptera é influenciada positivamente pelo tempo de colonização. Por fim, indicamos a importância do uso complementar dos componentes da biodiversidade, como a diversidade taxonômica e diversidade funcional. A taxonomia pode revelar padrões de distribuição das espécies, enquanto as características funcionais refletem estratégias ecológicas e adaptações as condições ambientais atuais.

## CONCLUSÃO

A diversidade taxonômica e a diversidade funcional de Trichoptera aumentam ao longo do tempo de colonização independente da heterogeneidade dos substratos. Considerando a relação direta de Trichoptera com a matéria orgânica, sugerimos que a disponibilidade de recursos alimentares pode ser um fator chave neste caso, por isso, a estrutura física da superfície dos substratos não demonstrou ser importante para essa ordem. Por fim, como desdobramentos, sugerimos mensurar as possíveis fontes alimentares, bem como a heterogeneidade em si, em busca de elucidar os efeitos da heterogeneidade sobre a diversidade taxonômica e funcional de Trichoptera.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; DIAS, L. G.; NESSIMIAN, J. L.; DA SILVA, E. R.; DE MORAIS NETO, A. H. A.; DE CARVALHO, S. N.; OLIVEIRA, M. A.; ANDRADE, L. R. Functional feeding groups of Brazilian Ephemeroptera nymphs: ultrastructure mouthparts. *Annales de Limnologie*. **International Journal of Limnology**, v. 42, p. 87-96, 2006.
- BOTTA-DUKÁT, Z. Rao's quadratic entropy as a measure of functional diversity based on multiple traits. **Journal of Vegetation Science**, v. 16, p. 533-540, 2015.
- BOYERO, L. The quantification of local substrate heterogeneity in stream sand its significance for macroinvertebrate assemblages. **Hydrobiologia**, v. 499, p. 161-168, 2003.
- BREDA, M.; LAZARI, P. L.; DE OLIVEIRA, M. B.; MENEGAT, M. N.; BERTOL, E. C.; DA SILVA, G. S.; DECIAN, V. S.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Composição e distribuição de Trichoptera (Insecta) em riachos subtropicais. **Perspectiva**, v. 42, n. 175, p. 17-26, 2018.

BROWN, B. L. Spatial heterogeneity reduces temporal variability in stream insect communities. **Ecology Letters**, v. 6, p. 316-325, 2003.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CARVALHO, E. M. D.; UIEDA, V. S. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 287-293, 2004.

CHEVENET, F.; S. DOLÉDEC; D. CHESSEL. A fuzzy coding approach for the analysis of long-term ecological data, **Freshwater Biology**, v. 31, p. 295-309, 1994.

DÉZERALD, O.; CÉRÉGHINO, R.; CORBARA, B.; DEJEAN, A.; LEROY, C. Functional trait responses of aquatic macroinvertebrates to simulated drought in a Neotropical bromeliad ecosystem. **Freshwater Biology**, v. 60, n. 9, p. 1917-1929, 2015.

DOWNES, B. J.; LAKE, P. S.; SCHREIBER, E. S. G.; GLAISTER, A. Habitat structure, resources and diversity: the separate effects of surface roughness and macroalgae on stream invertebrates. **Oecologia**, v. 123, n. 4, p. 569-581, 2000.

FERNÁNDEZ, H.; DOMÍNGUEZ, E. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos. **Entomotropica**, v. 16, n. 3, 2001.

GALLARDO, B. S.; GASCON, A.; CABEZAS, M.; GONZALEZ, M.; GARCIA, M.; COMIN, F. A. Relationship between invertebrate traits and lateral environmental gradients in a Mediterranean river-floodplain. **Fundamental and Applied Limnology**, v. 173, p. 281-292, 2009.

HEPP L.U.; MILESI S.V.; BIASI C.; RESTELLO R. M. Effects of agricultural and urban impacts on macroinvertebrates assemblages in streams. **Zoologia**, v. 27, p. 106-113, 2010.

HEPP, L. U.; MELO, A. S. Dissimilarity of stream insect assemblages: effects of multiple scales and spatial distances. **Hydrobiologia**, v. 703, n. 1, p. 239-246, 2013.

HOLZENTHAL, R.W.; BLAHNIK, R.J.; KJER, K.M.; PRATHER, A.L. An update on the phylogeny of caddisflies (Trichoptera). **Proceedings of the 12th International Symposium on Trichoptera**, v. 1, p. 1-12, 2007.

HYNES, H. B. N. The ecology of stream insects. **Annual Review of Entomol.** 15: 25-42, 1970.

LALIBERTÉ, E.; LEGENDRE, P.; SHIPLEY, B.; LALIBERTÉ, M. E. Package 'FD'. **Measuring functional diversity from multiple traits, and other tools for functional ecology**, 2014.

MACKAY, R. J. Colonization by lotic macroinvertebrates: a review of processes and patterns. **Canadian Journal Fisheries Aquatic Sciences**, v. 49, p. 617-628, 1992.



MATHOOKO, J. M. Colonization of artificial substrates by benthos in a second-order high altitude river in Kenya. **Hydrobiologia**, v. 308, n. 3, p. 229-234, 1995.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. (Eds.). **An introduction to the aquatic insects of North America**, (Kendall Hunt), 1996.

MILESI, S. V.; DOLÉDEC, S.; MELO, A. S. Substrate heterogeneity influences the trait composition of stream insect communities: an experimental in situ study. **Freshwater science**, v. 35, n. 4, p. 1321-1329, 2016

MILESI, S. V.; MELO, A. S. Conditional effects of aquatic insects of small tributaries on mainstream assemblages: position within drainage network matters. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 71, n. 1, p. 1-9, 2014.

MILESI, S. V.; MELO, A. S.; DOLÉDEC, S. Assessing community functional attributes during substrate colonization: a field experiment using stream insects. **Hydrobiologia**, v. 838, n. 1, p. 183-192, 2019.

MORETTI, M. S.; LOYOLA, R. D.; BECKER, B.; CALLISTO, M. Leaf abundance and phenolic concentrations codetermine the selection of case-building materials by *Phylloicus* sp. (Trichoptera, Calamoceratidae). **Hydrobiologia**, v. 630, n. 1, p. 199-206, 2009.

O'CONNOR, N. A. The effects of habitat complexity on the macroinvertebrates colonising wood substrates in a lowland stream. **Oecologia**, v. 85, n. 4, p. 504-512, 1991.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; EISENLOHR, P. V.; NEVES, D. R. Delving into the variations in tree species composition and richness across South American subtropical Atlantic and Pampean forests. **Journal of plant ecology**, v. 8, n. 3, p. 242-260, 2015.

ORWA, P. O.; OMONDI, R.; OJWANG, W.; MWANCHI, J. Diversity, composition and abundance of macroinvertebrates associated with water hyacinth mats in Lake Victoria, Kenya. **African Journal of Environmental Science and Technology**, v. 9, n. 3, p. 202-209, 2015.

PES, A. M. O.; HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, n. 2, p. 181-204, 2005.

RAO, C. R. Diversity and dissimilarity coefficients: a unified approach. **Theoretical population biology**, v. 21, n. 1, p. 24-43, 1982.

REYNAGA, M. C.; SANTOS, D. A. Rasgos biológicos de macroinvertebrados de ríos subtropicales: patrones de variación a lo largo de gradientes ambientales espaciotemporales. **Ecologia Austral**, v. 2, p. 112-120, 2012.

SHIMANO, Y.; SALLES, F. F.; FARIA, L. R.; CABETTE, H. S.; NOGUEIRA, D. S. Distribuição espacial das guildas tróficas e estruturação da comunidade de Ephemeroptera (Insecta) em córregos do Cerrado de Mato Grosso, Brasil. **Iheringia - Série Zoologia**, 102, 187-196, 2012.

TOMANOVA, S.; USSEGLIO-POLATERA, P. Patterns of benthic community traits in Neotropical streams: relationship to mesoscale spatial variability. **Fundamental and Applied Limnology**, v. 170, p. 243-255, 2007.

TOWNSEND, C. R.; DOLÉDEC, S.; SCARSBROOK, M. R. Species traits in relation to temporal and spatial heterogeneity in streams: a test of the habitat templet theory. **Freshwater Biology**, v. 37, p. 367-387, 1997.

VILLÉGER, S.; MASON, N. W. H.; MOUILLOT, D. New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. **Ecology**, v. 89, p. 2290-2301, 2008.

VOLLE C.; NAVAS M. L.; VILE D.; KAZAKOU E.; FORTUNEL C.; HUMMEL I.; GARNIER E. Let the concept of trait be functional. **Oikos**, v. 116, p. 882-892, 2007.

WALLACE, J. B.; WEBSTER, J. R. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. **Annual review of entomology**, v. 41, n. 1, p. 115-139, 1996.

**Ciências Exatas e da Terra**



## ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO-DA-ÍNDIA COMERCIAL

Andressa Franco Denti<sup>1\*</sup>; Bruna Maria Saorin Puton<sup>1</sup>; Bethina Pascuetti Três<sup>1</sup>; Carolina Elisa Demaman Oro<sup>1</sup>;  
Rogério Marcos Dallago<sup>1</sup>; Juliana Steffens<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), 99709-910, Erechim, RS.

\*E-mail: andressa.franco98@hotmail.com.

**RESUMO:** As plantas aromáticas são grandes fontes de compostos biológicos ativos, que atuam através de suas propriedades antioxidantes na inibição de radicais livres, nocivos à saúde. Os radicais livres são responsáveis pela degradação oxidativa de materiais orgânicos, onde radicais alquila são convertidos em radicais peroxil pelo oxigênio atmosférico, propagando uma cadeia oxidativa. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o potencial antioxidante do óleo essencial de cravo-da-índia. O Óleo essencial de cravo-da-índia foi obtido através da hidrodestilação de uma amostra em pó comercializada em Erechim/RS. A atividade antioxidante foi obtida pela medida da extinção da absorção do DPPH em aparelho espectrofotômetro a 515 nm. A amostra apresentou um valor de IC<sub>50</sub> de 0,482 mg/mL. Os resultados indicam que o óleo essencial de cravo-da-índia apresenta atividade antioxidante para potencial aplicação em alimentos e cosméticos.

**Palavras-chave:** Cravo. DPPH. Análise antioxidante.

### INTRODUÇÃO

Os radicais livres são responsáveis pela degradação oxidativa de materiais orgânicos, onde radicais alquila são convertidos em radicais peroxil pelo oxigênio atmosférico, propagando uma cadeia oxidativa. Hidroperóxidos são componentes instáveis que podem formar radicais altamente reativos, atacando moléculas como proteínas, lipídios e DNA (CADET e WAGNER, 2014; VALGIMIGLI, BASCHIERI e AMORATI, 2018).

Os antioxidantes são capazes de proteger moléculas da degradação oxidativa. Constituem um grupo de compostos bioativos onde estão presentes fenóis, flavonóides, taninos e vitaminas, que agem eliminando os radicais livres e impedindo que estes formem complexos nocivos ao organismo (YASHIN, 2017).

O método realizado a partir da eliminação dos radicais 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) é o mais empregado para a análise antioxidante. O DPPH é um radical orgânico de cor púrpura, com alta estabilidade ao abrigo da luz e disponível comercialmente, sem a necessidade de geração antes do ensaio. A metodologia baseia-se na doação de elétrons que neutralizam o radical DPPH, acompanhada pela mudança de cor medida em espectrofotômetro. A atividade antioxidante obtida através desse método é comumente expressa por valores de EC<sub>50</sub>, representando a concentração efetiva de antioxidante necessária para inibir 50% da concentração inicial do radical DPPH (SHAHIDI; ZHONG, 2015).

As plantas são fontes comuns de componentes com atividade antioxidante. Os vegetais utilizam agentes antioxidantes para neutralizar o estresse biológico de competidores naturais e ambientais como temperatura e radiação, além de favorecer a atração de polinizadores e dispersão das sementes. Diversas moléculas com altas atividades biológicas e antioxidantes são encontradas em vegetais, entretanto, os compostos fenólicos como ácidos fenólicos e flavonóides são os mais abundantes (DI MARCO et al., 2018; CAN et al., 2015; MARTINELLO; MUTINELLI, 2021).

Os óleos essenciais são produtos naturais de alto valor agregado, que possuem capacidade aromática e atividade biológica. Na indústria de alimentos podem ser empregados como conservantes, em embalagens e na preservação dos produtos contra agentes patógenos (ASBAHANI et al., 2015). O óleo essencial de cravo-da-índia possui características antimicrobianas e antioxidantes, relacionadas a presença de eugenol e demais compostos fenólicos em sua composição (RADÚNZ et al., 2019). Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar a capacidade antioxidante do óleo essencial de cravo-da-índia comercial.

## METODOLOGIA

### Obtenção do óleo essencial do cravo-da-índia

O óleo essencial foi obtido a partir de uma amostra comercial de cravo-da-índia (Monopol), adquirida em mercado local em Erechim/RS. A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação, utilizando 150 g de amostra em 1 litro de água destilada por 2 h após o início da ebulição.

### Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH

A determinação da atividade antioxidante do óleo essencial de cravo-da-índia comercial foi realizada em triplicata, em equipamento espectrofotômetro UV-Visível (Pró-Analise®, UV-1600). A metodologia da atividade antioxidante foi fundamentada na medida da extinção da absorção do radical 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH<sup>•</sup>) (Sigma-aldrich) em 515 nm.

A técnica baseia-se na incubação por 30 minutos de 500 µL de uma solução etanólica de DPPH<sup>•</sup> 0,1 mM com 500 µL de soluções contendo concentrações crescentes de amostra diluídas em álcool etílico (99,5%; Dinâmica). A solução controle foi obtida com 500 µL da solução de DPPH<sup>•</sup> e 500 µL de álcool etílico. Para o “branco” foi utilizado somente álcool etílico. A atividade de captura de radicais pelas amostras foi expressa como percentual de inibição de DPPH<sup>•</sup> e calculada a partir da Equação (1).

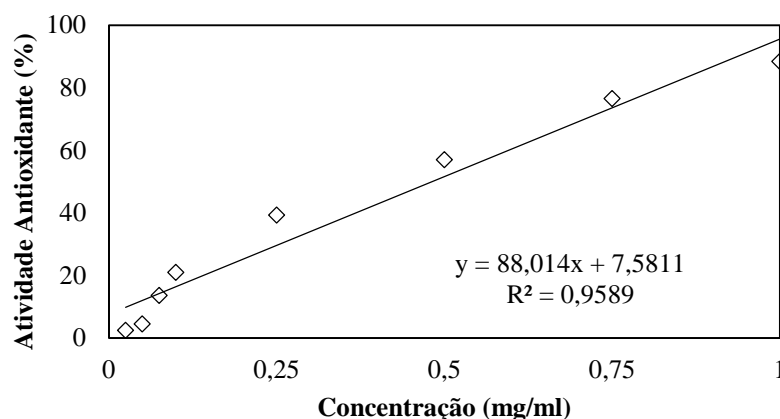
$$AA\% = \frac{100 - [(Abs.amostra - Abs.branco) * 100]}{Abs.controle} \quad (1)$$

Após a avaliação da faixa de concentração ideal, foi calculado, por análise de regressão linear, o IC<sub>50</sub>, sendo definida como a concentração de amostra necessária para capturar 50% do radical livre DPPH<sup>•</sup> (NEGRI; POSSAMAI; NAKASHIMA, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A IC<sub>50</sub> foi determinada através do ajuste dos dados de atividade antioxidante no gráfico de regressão linear (Figura 1), onde obteve-se a equação da reta do óleo essencial de cravo.

Figura 1: Regressão linear para determinação da IC<sub>50</sub> do óleo essencial comercial de cravo



A análise dos resultados mostrou que a correlação entre a atividade antioxidante (%) e a concentração de óleo essencial de cravo resultou na equação da reta  $y = 88,014x + 7,5811$ , com  $R^2 = 0,9589$ , fornecendo uma IC<sub>50</sub> de 0,482 mg/mL.

Vanin et al. (2014), obteve a IC<sub>50</sub> de 0,367 mg/mL na análise antioxidante do óleo essencial de cravo produzido através de esterificação enzimática. Anthony, Deolu-Sobogun e Saleh (2012), avaliaram a capacidade antioxidante de óleos essenciais disponíveis comercialmente obtidos de 48 famílias botânicas. Foram obtidos valores para IC<sub>50</sub> que variaram entre 0,004 mg/mL a 0,300 mg/mL para as amostras de cravo. A atividade antioxidante observada no óleo essencial de cravo, deve-se principalmente ao eugenol, seu composto majoritário (SILVESTRI et al., 2010; VANIN et al., 2014).

## CONCLUSÃO

Os óleos essenciais são compostos extraídos de plantas que apresentam alto valor agregado devido as suas propriedades aromáticas e biológicas, atuando em diferentes setores como conservantes e na preservação contra agentes patógenos. Ao avaliar a capacidade antioxidante do óleo essencial de cravo-da-índia comercial obteve-se um IC<sub>50</sub> de 0,482 mg/mL, valor relacionado principalmente pela presença de eugenol, seu composto majoritário.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul -FAPERGS, Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e a Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI.



## REFERÊNCIAS

ANTHONY, K. P.; DEOLU-SOBOGUN, S. A.; SALEH, M. A. Comprehensive assessment of antioxidant activity of essential oils. **Journal of food science**, v. 77, n. 8, 2012.

CADET, J.; WAGNER, J. R. Oxidatively generated base damage to cellular DNA by hydroxyl radical and one-electron oxidants: similarities and differences. **Archives of biochemistry and biophysics**, v. 557, p. 47-54, 2014.

CAN, Z.; YILDIZ, O.; SAHIN, H.; AKYUZ TURUMTAY, E.; SILICI, S.; KOLAYLI, S. An investigation of Turkish honeys: Their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. **Food Chemistry**, v. 180, p. 133-141, 2015.

DI MARCO, G.; GISMONDI, A.; PANZANELLA, L.; CANUTI, L.; IMPEI, S.; LEONARDI, D.; CANINI, A. Botanical influence on phenolic profile and antioxidant level of Italian honeys. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, p. 4042-4050, 2018.

EL ASBAHANI, A.; MILADI, K.; BADRI, W.; SALA, M.; ADDI, E. A.; CASABIANCA, H.; EL MOUSADIK, A.; HARTMANN, D.; JILALE, A.; RENAUD, F. N. R.; ELAISSARI, A. Essential oils: From extraction to encapsulation. **International journal of pharmaceutics**, v. 483, p. 220-243, 2015.

MARTINELLO, M.; MUTINELLI, F. Antioxidant activity in bee products: A review. **Antioxidants**, v. 10, n. 1, p. 71, 2021.

NEGRI, M. L. S.; POSSAMAI, J. C.; NAKASHIMA, P. Atividade antioxidante das folhas de espinheira-santa - *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss., secas em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 2B, p. 553-556, 2009.

RADÜNZ, M.; da TRINDADE, M. L. M.; CAMARGO, T. M.; RADÜNZ, A. L.; BORGES, C. D.; GANDRA, E. A.; HELBIG, E. Antimicrobial and antioxidant activity of unencapsulated and encapsulated clove (*Syzygium aromaticum*, L.) essential oil. **Food chemistry**, v. 276, p. 180-186, 2019.

SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. Measurement of antioxidant activity. **Journal of functional foods**, v. 18, p. 757-781, 2015.

SILVESTRI, J. D. F.; PAROUL, N.; CZYEWski, E.; LERIN, L.; ROTAVA, I.; CANSIAN, R. L.; MOSSI, A.; TONIAZZO, G.; OLIVEIRA, D.; TREICHEL, H. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). **Revista Ceres**, v. 57, n. 05, p. 589- 594. 2010.

VALGIMIGLI, L.; BASCHIERI, A.; AMORATI, R. Antioxidant activity of nanomaterials. **Journal of Materials Chemistry B**, v. 6, n. 14, p. 2036-2051, 2018.

VANIN, A. B.; ORLANDO, T.; PIAZZA, S. P.; PUTON, B. M.; CANSIAN, R. L.; OLIVEIRA, D.; PAROUL, N. Antimicrobial and antioxidant activities of clove essential oil and eugenyl acetate produced by enzymatic esterification. **Applied biochemistry and biotechnology**, v. 174, n. 4, p. 1286-1298, 2014.

YASHIN, A.; YASHIN, Y.; XIA, X.; NEMZER, B. Antioxidant activity of spices and their impact on human health: A review. **Antioxidants**, v. 6, n. 3, p. 70, 2017.

## AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS ETANÓLICOS DE CAMOMILA (*Matricaria recutita*), CIDREIRA (*Cymbopogon citratus*) E LARANJEIRA (*CITRUS AURANTIUM*)

Andressa Franco Denti<sup>1\*</sup>; Gabriela Mesquita Bruel<sup>1</sup>; Julia Lisboa Bernardi<sup>1</sup>; Rogério Marcos Dallago<sup>1</sup>; Juliana Steffens<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), 99709-910, Erechim, RS.

\*E-mail: andressa.franco98@hotmail.com.

**RESUMO:** Produtos obtidos a partir de fontes naturais que possuam componentes ativos biologicamente e que apresentem capacidade antioxidante, atuando na inibição e prevenção de radicais livres, são de grande interesse farmacêutico e alimentício. Dessa forma, o objetivo do estudo foi avaliar a capacidade antioxidante de extratos etanólicos preparados a partir de infusões comerciais de camomila (*Matricaria recutita*), cidreira (*Cymbopogon citratus*) e laranja (*Citrus aurantium*). As amostras de chás foram adquiridas no comércio local de Erechim/RS, e os extratos preparados empregando álcool etílico 95%. A análise antioxidante foi realizada a partir do método de extinção do radical DPPH. A menor concentração necessária para a inibição de 50% dos radicais DPPH foi encontrada para o extrato de camomila ( $IC_{50} = 0,4306$  mg/mL), seguida pelo extrato de laranja ( $IC_{50} = 0,4443$ ) e por fim o extrato de cidreira ( $IC_{50} = 0,7237$ ), resultados similares aos encontrados na literatura para outras ervas utilizadas em sachês de infusão.

**Palavras-chave:** Extratos. Chás. Atividade antioxidante.

### INTRODUÇÃO

Compostos obtidos a partir de fontes naturais que possuam capacidade antioxidante são de grande interesse nas indústrias farmacêutica e alimentícia, uma vez que apresentam a possibilidade de estender a vida útil e proporcionar ao produto maior competitividade e atratividade, protegendo o alimento ou o fármaco da deterioração sem a necessidade de adição de conservantes artificiais (SILVA et al., 2019).

Os radicais livres são compostos altamente oxidantes relacionados ao desenvolvimento de diversas doenças. Produtos com atividade antioxidante possuem a capacidade de diminuir a ação dos radicais livres, impedindo a oxidação molecular pela transferência de íons, tornando as moléculas mais estáveis (DURAZZO et al., 2019; ADNAN et al., 2020; OLIVEIRA, BARBOSA; FLORES, 2021).

Entre as metodologias aplicadas para a avaliação de atividade antioxidante destaca-se o emprego do radical orgânico 2,2-difenil-2-picrihidrazil (DPPH). Devido a sua alta estabilidade na ausência de luz, aplicabilidade, simplicidade e viabilidade, o método DPPH é empregado em cerca de 90% das análises antioxidantes em substâncias puras, matrizes complexas e misturas (DENG, CHENG; YANG, 2011; OLIVEIRA, 2015).

As plantas possuem diversas substâncias químicas que apresentam atividade antioxidante, dentre as quais pode-se citar as vitaminas C e E, carotenoides e compostos fenólicos como flavonóides e taninos (SILVA et al., 2010; HAIDA et al.; 2015). Os polifenóis são os componentes antioxidantes mais abundantes em alimentos de origem vegetal, presentes em frutas, chás e cereais (GREGÓRIO; OLIVEIRA, 2021).



A camomila (*Matricaria recutita*) pertencente à família Asteraceae, é uma erva medicinal amplamente empregada na forma de chá. As atividades biológicas relacionadas a camomila são resultantes da presença de substâncias ativas, principalmente os terpenos, com grande aplicação farmacológica devido a atividade antisecretória, antifúngica, antioxidante e antibacteriana (MEHMOOD et al., 2015; PACÍFICO et al., 2018).

*Cymbopogon citratus* é uma espécie da família Poaceae. É uma erva perene com folhas esverdeadas, estreitas e longas, com características aromáticas. Popularmente conhecido no Brasil como Capim-cidreira, é tradicionalmente consumido na forma de chá devido as suas propriedades anti-inflamatórias e antimicrobianas (DOMINGUES; PAIVA, 2021).

A laranja (*Citrus aurantium*) da família Rutaceae é utilizada comumente como agente acidificante em alimentos. Além de suas propriedades aromáticas, é uma rica fonte de metabólitos secundários como os flavonoides, atuando nos ramos farmacêutico e alimentício (KARABIYIKLI, DEĞIRMENCI e KARAPINAR, 2014; SUNTAR et al., 2018).

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar a capacidade antioxidante de extratos etanólicos preparados a partir de infusões comerciais de camomila (*Matricaria recutita*), cidreira (*Cymbopogon citratus*) e laranja (*Citrus aurantium*), a partir do método DPPH.

## METODOLOGIA

### Obtenção das amostras

Os extratos alcoólicos foram preparados a partir de amostras de infusões de camomila (*Matricaria recutita*) (Prenda), cidreira (*Cymbopogon citratus*) (Prenda) e laranja (*Citrus aurantium*) (Prenda), comercializadas em Erechim/RS.

Para a extração dos componentes bioativos foi utilizado álcool etílico 95% (NEON). As amostras de chás (10 g), foram deixadas por 12 horas em contato com 50 mL do solvente, em seguida foi realizada a filtração. O filtrado foi armazenado ao abrigo da luz enquanto a amostra retida no papel filtro foi submetida a nova extração conforme descrita anteriormente. Posteriormente os extratos foram rotaevaporados em evaporador rotativo a vácuo (Marconi MA 120) a 60 °C. Para a obtenção da concentração desejada, os extratos foram ressuspendidos em álcool etílico.

### Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH

A determinação da atividade antioxidante dos extratos alcoólicos camomila (*Matricaria recutita*), cidreira (*Cymbopogon citratus*) e laranja (*Citrus aurantium*) foi realizada em equipamento espectrofotômetro UV-Visível (Pró-Análise®, UV-1600). A metodologia da atividade antioxidante foi fundamentada na medida da extinção da absorção do radical 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH) (Sigma-aldrich) em 515 nm. A atividade de captura de radicais pelas amostras foi expressa como percentual de inibição de DPPH e calculada a partir da Equação (1).

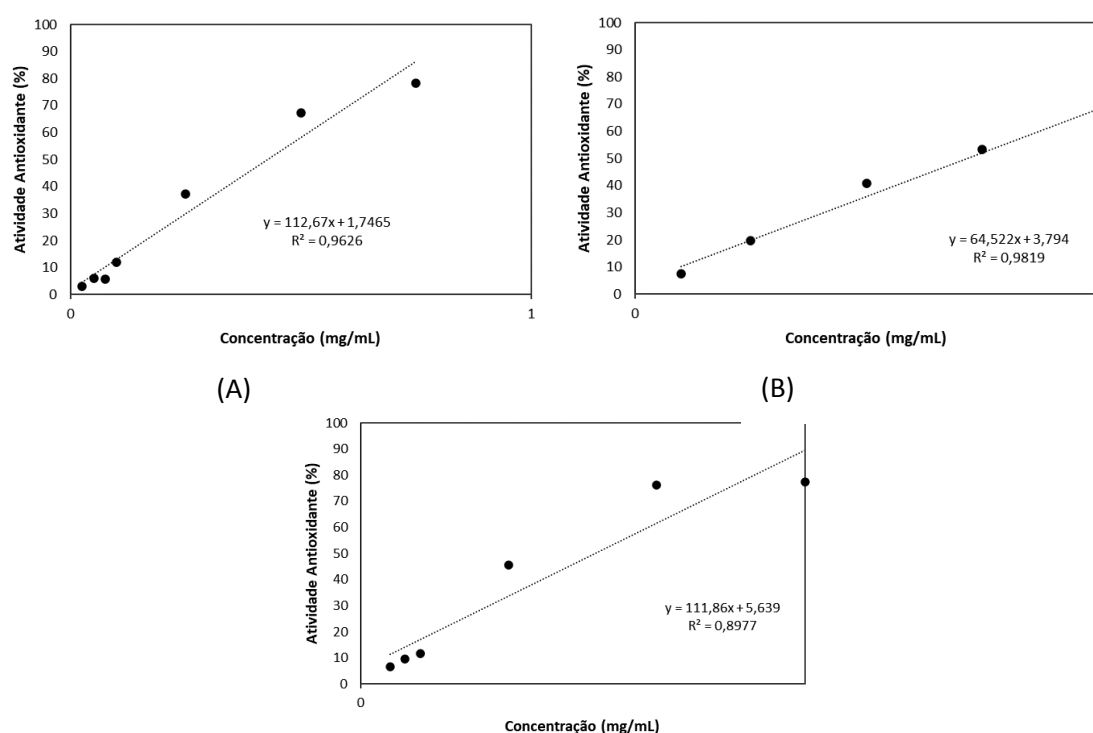
$$AA\% = \frac{100 - [(Abs. amostra - Abs. branco) * 100]}{Abs. controle} \quad (1)$$

Após a avaliação da faixa de concentração ideal, foi calculado o IC<sub>50</sub> sendo definida como a concentração de amostra necessária para capturar 50% do radical livre DPPH (NEGRI, POSSAMAI e NAKASHIMA, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados encontrados para a atividade antioxidante dos extratos etanólicos de camomila (*Matricaria recutita*) (A), cidreira (*Cymbopogon citratus*) (B) e laranjeira (*Citrus aurantium*) (C), pelo método DPPH.

**Figura 1:** Atividade antioxidante (%) dos extratos etanólicos de (A) Camomila, (B) Cidreira e (C) laranjeira.



A partir das equações das retas, foi possível determinar os valores de IC<sub>50</sub> para as amostras analisadas, apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** IC<sub>50</sub> dos extratos etanólicos de camomila, cidreira e laranjeira

Amostra	Equação da reta	R <sup>2</sup>	IC <sub>50</sub>
Camomila	$Y = 112,67x + 1,7465$	0,9626	0,43
Cidreira	$Y = 64,522x + 3,794$	0,9819	0,72
Laranjeira	$y = 106,19x + 5,5028$	0,9295	0,42

Os resultados encontrados na avaliação da atividade antioxidante a partir da extinção do radical livre DPPH são comumente expressos por valores de IC<sub>50</sub>, que representam a concentração de antioxidante necessária para diminuir 50% da concentração inicial de DPPH (GRANADOS-GUZMÁN et al., 2017; MARTINEZ-MORALES 2020).

A menor concentração necessária para a inibição de 50% dos radicais DPPH foi encontrada para o extrato de laranja (IC<sub>50</sub> = 0,42 mg/mL), seguida pelo extrato de camomila (IC<sub>50</sub> = 0,43) e por fim o extrato de cidreira (IC<sub>50</sub> = 0,72).

Azevedo et al. (2011), ao avaliar o potencial antioxidante do extrato etanólico de plantas usadas como chás, encontrou concentrações de IC<sub>50</sub> entre 0,73 mg/mL e 3,84 mg/mL, para chás de Boldo, Capim Santo, Erva cidreira, Hortelã e Mastruz.

Ervas comercializadas na forma de chás possuem propriedades antioxidantes responsáveis pela inibição e prevenção do estresse oxidativo. Essa característica é relacionada a presença dos polifenóis e flavonóides, que atuam como sequestradores de radicais livres, formando compostos estáveis (KHALAF et al., 2008).

## CONCLUSÃO

Plantas empregadas para a elaboração de chás são amplamente comercializadas devido as suas atividades biológicas contra radicais livres, relacionadas aos componentes fenólicos presentes em sua composição. Na avaliação da atividade antioxidante de extratos etanólicos de camomila (*matricaria recutita*), cidreira (*cymbopogon citratus*) e laranja (*citrus aurantium*) foram encontrados valores de IC<sub>50</sub> entre 0,42 mg/mL e 0,72 mg/mL, resultados similares aos encontrados na literatura para outras ervas utilizadas em sachês de infusão.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul -FAPERGS, Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e a Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI.

## REFERÊNCIAS

ADNAN, M.; CHY, M.N.U.; KAMAL, A.M.; AZAD, M.O.K.; CHOWDHURY, K.A.A.; KABIR, M.S.H.; GUPTA, S.D.; CHOWDHURY, M.A.R.; LIM, Y.S. e CHO, D.H. Comparative Study of Piper sylvaticum Roxb. Leaves and stems for anxiolytic and antioxidant properties through in vivo, in vitro, and in silico approaches. **Biomedicines**, n. 8, p. 68-82, 2020.

AZEVEDO, R. R. de S.; ALMEIDA, V. G. A.; SILVA, E. M. F.; de LIRA SILVA, A.; da SILVA GOMES, N. R.; da SILVA MATIAS, T. M.; SOUZA, L. I. O.; dos SANTOS, A. F. Potencial antioxidante e antibacteriano do extrato etanólico de plantas usadas como chás. **Revista Semente**, v. 6, n. 6, p. 240-249, 2011.



DENG, J.; CHENG, W.; YANG, G. A novel antioxidant activity index (AAU) for natural products using the DPPH assay. **Food Chemistry**, v. 125, n. 4, p. 1430-1435, 2011.

DOMINGUES, S. A.; PAIVA, L. F. Atividade antifúngica de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf frente à leveduras do gênero *Candida* sp. **Revista Fitos**, v. 15, n. 1, p. 22-31, 2021.

DURAZZO, A.; LUCARINI, M.; NOVELLINO, E.; DALIU, P. e SANTINI, A. Fruit-based juices: focus on antioxidant properties - study approach and update. **Phytotherapy Research**. n. 33, p. 1754-1769, 2019.

GRANADOS-GUZMÁN, G.; SALAZAR-ARANDA, R.; GARZA-TAPIA, M.; CASTRO-RÍOS, R.; WAKSMAN DE TORRES, N. Optimization and validation of two high-throughput methods indicating antiradical activity. **Current analytical chemistry**, v. 13, n. 6, p. 499-507, 2017.

GREGORIO, W.; OLIVEIRA, V. B. Análise quimiométrica de infusões medicinais utilizadas popularmente. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 6, p. 68-74, 2021.

HAIDA, K. S.; HAAS, J.; MELLO, S. A. D.; HAIDA, K. S.; ABRÃO, R. M.; SAHD, R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante de goiaba (*Psidium guajava* L.) fresca e congelada, **Revista Fitos**, v. 9, n. 1, p. 37-44, 2015.

KHALAF, N. A.; SHAKYA, A. K.; AL-OTHMAN, A.; EL-AGBAR, Z.; FARAH, H. Antioxidant activity of some common plants. **Turkish Journal of Biology**, v. 32, n. 1, p. 51-55, 2008.

KARABIYIKLI, Ş.; DEĞİRMENCI, H.; KARAPINAR, M. Inhibitory effect of sour orange (*Citrus aurantium*) juice on *Salmonella Typhimurium* and *Listeria monocytogenes*. **LWT-Food Science and Technology**, v. 55, n. 2, p. 421-425, 2014.

MARTINEZ-MORALES, F.; ALONSO-CASTRO, A. J.; ZAPATA-MORALES, J. R.; CARRANZA-ÁLVAREZ, C.; ARAGON-MARTINEZ, O. H. Use of standardized units for a correct interpretation of IC50 values obtained from the inhibition of the DPPH radical by natural antioxidants. **Chemical Papers**, v. 74, n. 10, p. 3325-3334, 2020.

MEHMOOD, M.H. et al. Antidiarrhoeal, antisecretory and antispasmodic activities of *Matricaria chamomilla* are mediated predominantly through K<sup>+</sup> -channels activation. **BMC Complement. Altern. Med**, v. 15, p. 2-9, 2015.

NEGRI, M. L. S.; POSSAMAI, J. C.; NAKASHIMA, P. Atividade antioxidante das folhas de espinheira-santa - *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss., secas em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 2B, p. 553-556, 2009.

OLIVEIRA, G. L. da S. Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais in vitro pelo método do DPPH: estudo de revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, p. 36-44, 2015.

OLIVEIRA, M. C. C.; BARBOSA, R. C. F.; FLORES, D. C. Atividade antioxidante de frutas cítricas: adaptação do Método do DPPH para experimentação em sala de aula, **Experimentação no Ensino de Química**, v. 20, p. 1-6, 2021.

PACÍFICO, D. D. M.; ARAÚJO, T. D. S. L.; SOUSA, N. A. D.; COSTA, D. S. D.; SOUZA, L. K. M. D.; PEREIRA JÚNIOR, J. L.; MEDEIROS, J. V. R. Prospecção científica e tecnológica de *Matricaria recutita* L. (Camomila). **Revista Geintec – Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 8, n. 2, p. 4339-4356, 2018

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. dos S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669-681, 2010.

SILVA, N. L.; VIANA, F. C.; ALVES, L. F.; SANTOS, E. C. S.; DE ANDRADE, L. R.; MORAIS, M. G.; SANTOS, A. C. dos; AMARO, S. H. Avaliação da atividade antioxidante e antibacteriana do extrato da flor de *hibiscus sabdariffa* e *hibiscus rosa-sinensis*. **Conexão Ciência (online)**, v. 14, n. 1, p. 14-20, 2019.

SUNTAR, I.; KHAN, H.; PATEL, S.; CELANO, R.; RASTRELLI, L. An overview on *Citrus aurantium* L.: Its functions as food ingredient and therapeutic agent. **Oxidative medicine and cellular longevity**, 2018.

## EFEITO DO LÍQUIDO IÔNICO HIDROGENOSSULFATO DE TRIETILAMÔNIO [TEA][HSO<sub>4</sub>] NA DETERMINAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA DE CROMO MEDIANTE COMPLEXAÇÃO COM EDTA

Júlia Lisboa Bernardi<sup>1</sup>, Natália Ambrósio<sup>2</sup>, Bruna Maria Saorin Puton<sup>1</sup>, Andressa Franco Denti<sup>1</sup>, Rogério Marcos Dallago<sup>3</sup>, Marcelo Luis Mignoni<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestranda em Engenharia de Alimentos (URI) - julialisboabernardi@yahoo.com; brunnaputon@hotmail.com; andressa.franco98@hotmail.com

<sup>2</sup>Acadêmica do Curso de Engenharia Química (URI) – nati\_ambrosio07@outlook.com

<sup>3</sup>Prof. Dr. do Curso de Engenharia Química (URI) – dallago@uricer.edu.br

<sup>4</sup>Prof. Dr. do Curso de Engenharia Química (URI) – mignoni@uricer.edu.br

**RESUMO:** O cromo (Cr) é um metal pesado muito reativo que pode gerar compostos altamente tóxicos e prejudiciais, causando danos graves a saúde da população e ao meio ambiente, poluindo o solo e lençóis freáticos. Dessa forma, os líquidos iônicos (LI) aparecem como material alternativo com um elevado potencial de remoção de metais pesados contidos em efluentes, solos e água. A quantificação do Cr pode ser realizada por espectrofotometria molecular no UV-Visível, realizada posterior a uma etapa de complexação do Cr com uma solução saturada de ácido etilenodiaminotetraacético (EDTA). Porém, por ser um método não seletivo, necessita de um estudo mais aprofundado para avaliar os efeitos de possíveis interferentes na quantificação das amostras. Após avaliações, os resultados demonstram que a presença de LI e o aumento do pH do meio reacional afetam negativamente a complexação do Cr-EDTA, sugerindo que o Cr(OH)<sub>3</sub> nestas condições de pH é mais estável que o complexo Cr-EDTA, fazendo com que a complexação e a formação de uma coloração lilás seja inibida. Em pHs mais elevados observou-se a precipitação de Cr na forma de hidróxido de Cromo (III). Em pH entre 3-5 observou-se que os valores de Cr (mg/L) encontrados aproximam-se dos valores do ensaio de referência (200 mg/L), com um erro inferior a 5,0%, aceitável para metodologias analíticas. As curvas construídas com a adição de LI apresentaram valores muito inferiores aos observados para as mesmas concentrações na ausência do LI, porém, esses valores foram muito similares entre si, indicando que na faixa de teores de LI avaliados, os efeitos proporcionados pelo LI são similares.

**Palavras-chave:** Líquidos Iônicos. Cromo. Agentes Complexantes. Espectrofotometria molecular UV- Visível.

### INTRODUÇÃO

Os líquidos iônicos são uma classe de materiais cujas características e propriedades estão diretamente relacionadas aos substratos usados para sua síntese (cátions e ânions). A elevada possibilidade de combinações catiônicas e aniônicas, promove a síntese de uma diversidade de líquidos iônicos com diferentes estruturas e funcionalidades, o que amplia o seu potencial de aplicação (AMBRÓSIO et al., 2021; PERALTA, 2019).

Nos últimos anos, o emprego de líquidos iônicos tanto na sua forma livre quanto imobilizada como agente extrator de metais pesados contidos em efluentes líquidos, solos e água, tem despertado o interesse da comunidade científica (AMBRÓSIO et al., 2021). Esta característica está relacionada a sua elevada solubilidade em água e ao seu poder de formar complexos (SINGH e SAVOY, 2020).



O cromo é um metal pesado muito reativo que dá origem a uma grande diversidade de compostos tóxicos na presença de umidade, radiação solar, em pHs mais ácidos do solo e pode se tornar cancerígeno e causar danos a saúde dos seres humanos e ao meio ambiente, contaminando lençóis freáticos e também o solo. Pode ser encontrado no meio ambiente na forma do mineral cromita ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ) e apresenta uma variedade de aplicações industriais como, por exemplo, na galvanização, na produção de papel e tintas, para a conservação da madeira, na fabricação de corantes, no refino do petróleo, no curtimento de couros, entre outros (POPIOLSKI, 2018; VITALE et al., 1997; JACOBS et al., 2005; GUPTA et al., 2010; ELZINGA et al., 2010; ACOSTA-RODRÍGUEZ et al., 2015; ZADRA-STONE et al., 2007; NDUNG'U et al., 2010).

O teor de cromo pode ser quantificado através de uma análise por espectrometria de absorção atômica, onde as leituras devem ocorrer na faixa espectral correspondente a 357,9 nm ou por espectrofotometria molecular no UV-Visível, realizada posterior a uma etapa de complexação na presença de calor do Cr com uma solução saturada de EDTA, que consegue absorver a radiação máxima na faixa de 542 nm (COSTA et al., 1999).

Nos estudos realizados por Costa et al., (1999), o ácido etilenodiaminotetraacético (EDTA) forma um complexo de coloração lilás que é caracterizado por ser extremamente estável com o cromo (III). Dessa forma, o EDTA é um agente complexante bastante utilizado na determinação espectrofotométrica de macroquantidades de cromo.

A análise espectrofotométrica no UV-Visível é uma das ferramentas mais úteis disponíveis para análise quantitativa (SKOONG et al., 2012). Porém, essa ferramenta analítica não é caracterizada por ser seletiva, dessa forma, interferentes no meio reacional podem vir a gerar respostas não verdadeiras, prejudicando a quantificação dos compostos de interesse.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo é avaliar os efeitos do líquido iônico hidrogenossulfato de trietilamônio [tea][hso<sub>4</sub>] na determinação espectrofotométrica de cromo mediante complexação com EDTA e estimar um fator de correção para minimizar os efeitos negativos gerados pelo mesmo.

## Metodologia

### Síntese do Líquido Iônico Hidrogenossulfato de Trietilamônio

A síntese do líquido iônico hidrogenossulfato de trietilamônio [TEA][HSO<sub>4</sub>] seguiu a metodologia descrita por Dastyar et al. (2019) e Peralta (2019) com algumas modificações. Em um balão fundo redondo de 500 mL, foram adicionados 104,5 mL de trietilamina (P.A., Vetec). Após, foi realizado o gotejamento de 150 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5 mol/L sobre a mesma. A mistura foi mantida em um banho de gelo com agitação mecânica constante até o fim da primeira etapa de reação. Ao término da adição do H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, a mistura reacional foi retirada do banho de gelo e mantida sob agitação (Fisatam Mod. 752A), por um período de 2 horas a temperatura ambiente, para que a reação expressa na Reação (1) se completasse (Figura 1a).



Posteriormente a mistura reacional foi submetida a uma etapa de evaporação, em um rotaevaporador (modelo IKA HB10) a 90°C por 8 horas (Figura 1b), seguido de 2 filtrações sucessivas em filtro com leito de sulfato de sódio anidro (Proton Química) (Figura 1c) para a total remoção da água contida da mistura. O cálculo do rendimento do LI sintetizado foi realizado conforme a Equação 1.

$$h (\%) = \frac{100 * MM_f}{MM_i} \quad (1)$$

**Figura 1:** Sistema de reação para síntese do líquido iônico [TEA][HSO<sub>4</sub>]



(a)



(b)

Fonte: Os Autores.



(c)

## Metodologia Analítica para a Determinação de Cr

A metodologia analítica empregada para determinação do teor de Cromo presente nas amostras foi a espectrofotometria, após derivatização do Cr com EDTA, o qual conduz a formação de um complexo com coloração lilás, ou seja, com capacidade de absorção de radiação em 542 nm. A reação de complexação foi induzida mediante o emprego do micro-ondas (Costa et al., 1999).

Os teores de Cr foram determinados de forma comparativa com uma curva de Calibração construída com padrões externos entre 5 a 250 mg/L, preparados a partir de uma solução estoque contendo 1.000 mg/L, mediante diluição.

## Curva padrão sem LI

Para a construção da curva padrão foram preparadas soluções a partir de uma solução estoque de Cr em concentrações que variaram de 1 a 250 mg/L. Feito isso, alíquotas de 5 mL de cada padrão foram retiradas e misturadas em 5 mL de uma solução saturada de EDTA dissódico. Após, as amostras foram submetidas a irradiação em micro-ondas por 30s para indução de formação do complexo, cuja capacidade de absorção de radiação em 542 nm foi determinada em um espectrofotômetro UV-Visível. (marca Logen Scientific, modelo 12899).

## Avaliação da interferência LI na reação de complexação entre o Cr e o EDTA

Considerando que o Cr em solução, após a extração, estará teoricamente interagindo com o agente extrator empregado e que esta interação pode vir a interferir na reação de complexação entre o Cr e o EDTA, induzindo a valores não correspondentes com o verdadeiro, foram realizados ensaios empregando como amostra uma solução padrão de Cromo contendo uma quantidade conhecida de LI. Para comparação, foi empregado como referência uma solução padrão preparada sem LI.

Preparação das amostras:

1. (Referência): a amostra 1 foi preparada empregando 5 mL de uma solução padrão de Cr de 200 mg/L, 5 mL de água e 5 mL de solução saturada de EDTA.
2. A amostra 2 foi preparada empregando 2 mL de uma solução padrão de Cr de 200 mg/L, 3 mL de LI [TEA][HSO<sub>4</sub>], 5 mL de água destilada e 5 mL de uma solução saturada de EDTA.
3. A amostra 3 foi preparada empregando 2 mL de uma solução padrão de Cr de 200 mg/L, 3 mL de LI [TEA][HSO<sub>4</sub>], 5 mL de NaOH 1 M e 5 mL de uma solução saturada de EDTA.

Todas as amostras, após uma etapa de homogeneização foram submetidas a uma etapa de complexação em micro-ondas por 20 segundos e analisadas por espectrofotometria em 542 nm. Os valores de Abs foram transformados em concentração (mg/L) mediante o emprego da curva de calibração construída sem a presença de LI.

#### **Efeito do pH na reação de complexação do Cr-EDTA**

Para a análise do efeito do pH na complexação do Cr-EDTA foram utilizadas as mesmas relações volumétricas aplicadas para o preparo das amostras 2 e 3 (*solução padrão de Cr (200 mg/L): líquido iônico: solução saturada de EDTA (2:3:5, v/v/v)*). Para tanto, 7 amostras foram preparadas empregando 5 mL de uma solução de NaOH 0,1 e 1M para alterar o pH das mesmas para 1, 3, 5, 7, 9, 11 e 13. Após completa homogeneização, as amostras foram submetidas a a etapa de complexação induzida em micro-ondas por 20s e em seguida, procedeu-se a análise espectrofotométrica em 542 nm. Os valores de Abs foram transformado em concentração (mg/L) mediante o emprego da curva de calibração construída sem a presença de LI.

#### **Curva padrão de Cr na presença de líquido iônico (LI)**

Visando avaliar quantitativamente o efeito do LI na complexação do Cr-EDTA, foram construídas novas curvas de calibração com diferentes proporções de Cr:LI (1:4,5; 1:15 e 1:30 (m:m)).

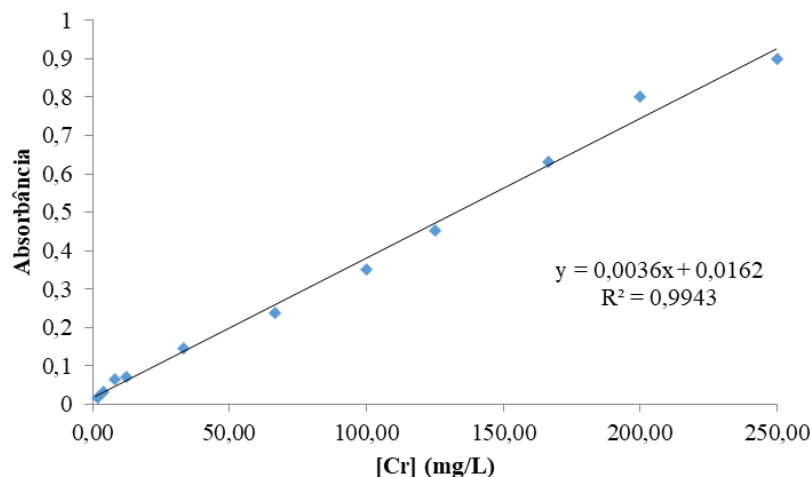
## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **Curva de Calibração**

A curva de calibração sem a presença do líquido iônico empregada para a análise espectrofotométrica do cromo é apresentada na Figura 2.



Figura 2. Curva padrão sem LI



A relação absorvância versus concentração de Cr, apresentou uma excelente linearidade para a faixa de concentração avaliada, entre 5 e 250 mg/L, com um  $R^2$  de 0,9943.

Os resultados referente aos pHs e as concentrações de Cr presentes nas amostras preparadas com a solução padrão de Cr de 200 mg/L, sem e com a presença de LI, calculadas com equação referente a curva padrão sem LI são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Valore de pH e concentração de Cr

Amostras	Respostas	
	pH	[Cr] (mg/L)
1	3,36	206,3
2	0,54	72,1
3	1,13	123,9

Para a amostra referência (1), constituída sem a presença do LI, a absorvância obtida, quando transcrita em concentração, correspondeu a um valor de 206,3 mg/L, similar a sua concentração real que era de 200 mg/L, indicando que a metodologia a empregada seria adequada para este tipo de análise.

No entanto, quando da presença do líquido iônico, sem e com a adição de NaOH 1 M (amostra 2 e 3, respectivamente), os valores de concentração obtidos de 72,1 e 123,9 mg/L, foram bem distintos em relação ao valor verdadeiro, de 200 mg/L, e entre si, mostrando um efeito negativo da adição do líquido iônico na reação de complexação do Cr com EDTA. Outra tendência observada foi em relação aos valores de concentração de Cr obtidos para as mesma amostras na presença de LI, os quais apresentaram um aumento significativo, de  $\cong 72\%$  quando o pH passou de 0,54 para 1,13, indicando que o pH deve ser considerado como uma variável na etapa de complexação para minimizar o efeito negativo proporcionado pelo LI.

Neste contexto novos ensaios (7) foram realizados com as mesmas relações volumétricas para solução padrão de Cr (200 mg/L):líquido iônico:solução saturada de EDTA (2:3:5, v/v/v), empregando 5 mL de solução de NaOH 0,1 e 1M alterando o pH das amostras para 1, 3, 5, 7, 9, 11 e 13. Os teores de cromo obtidos são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Concentração de cromo obtida em diferentes valores de Ph

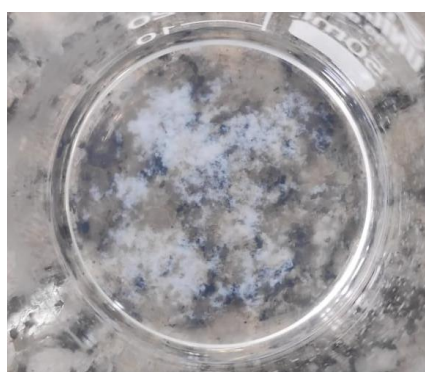
Amostra	pH	[Cr] (mg/L)
1	1	80,63
2	3	191,04
3	5	184,79
4	7	45,21
5	9	20,21
6	11	-
7	13	-

Com base na Tabela 2 observa-se um aumento da concentração de cromo quando o pH passou de 1 para 3 ou 5. O resultado que mais se aproximou do valor real da amostra de referência de 200 mg/L foi o ensaio 2 conduzido com pH 3 que após a complexação, apresentou um valor de concentração de 191,04 mg/L de Cr. Este resultado está coerente com a literatura a qual sugere que o pH entre 3 e 5 é o mais favorável para que a reação de complexação entre o Cr e o EDTA ocorra (Yuan et al, 2021; Rosa, Jahno e Aquim, 2020).

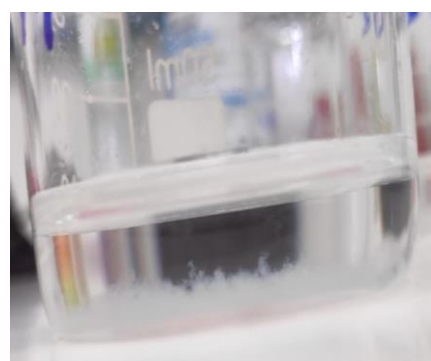
Em pHs superiores ( $\geq 7,0$ ) observa-se um efeito negativo do pH em relação a concentração de Cr, o qual passa a não ser identificado nos ensaios conduzidos com pHs 11 e 13. Esta tendência foi vinculada a precipitação de Cr, na forma de hidróxido de Cromo (III), no momento da correção do pH a valores entre 9 e 13. A manutenção do precipitado, mesmo na presença do EDTA, nos pHs 11 e 13 (Figura 3), sugere que o  $\text{Cr(OH)}_3$ , nestas condições de pH é mais estável que o complexo Cr-EDTA.

Como esta etapa ocorre previamente a adição do EDTA, a transformação dos íons Cr em solução em uma espécie mais estável, o  $\text{Cr(OH)}_3$ , tende a inibir a reação de complexação, impedindo o Cr de reagir com o EDTA.

**Figura 3:** Aspecto visual das amostras com pH 11 e 13 após a adição do EDTA



Amostra 6, pH 11

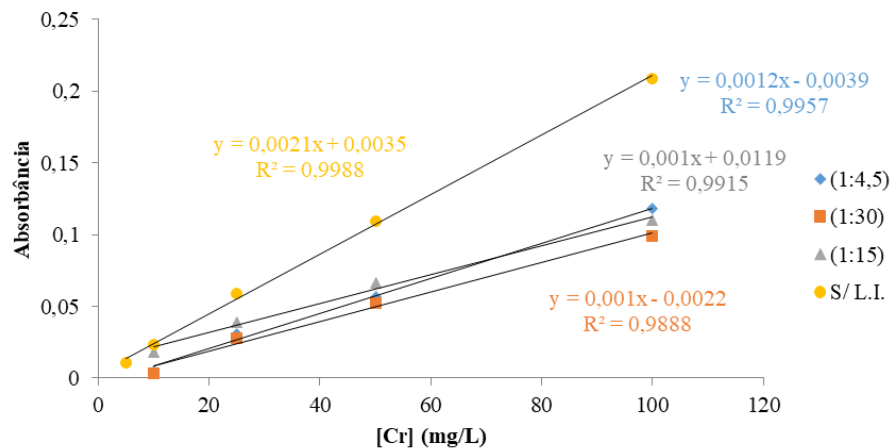


Amostra 7, pH 13

Em termos analíticos, o valor de 191 mg/L para uma solução de 200 mg/L é aceitável, pois representa um erro inferior a 5,0%. No entanto, como o ensaio foi conduzido com um único ponto e com elevada concentração, visando minimizar os erros foi conduzido um novo ensaio, construindo curvas de calibração na presença de diferentes teores de LI, com as mesmas concentrações de Cr empregadas na elaboração da curva sem LI.

As curvas e calibração obtidas na presença de diferentes teores de LI são apresentadas na Figura 4.

**Figura 4:** Curvas de Calibração para Cr-EDTA complexados na ausência e na presença de LI [TEA][HSO<sub>4</sub>]



Comparando as curvas de calibração pode-se observar que as curvas construídas com a adição de LI diferem consideravelmente da curva padrão sem a presença de LI, apresentando valores inferiores aos observados para as mesmas concentrações na ausência do LI. No entanto os valores são muito similares entre si, indicando que na faixa de teores de LI avaliados os efeitos proporcionados pelo LI são similares.

Neste contexto, foi conduzido um estudo de proporcionalidade, para todas as concentrações, entre o valor médio de Abs obtido para as 3 condições ensaiados com LI e o valor de Abs obtido sem LI (Tabela 3).

**Tabela 3:** Obtenção do fator de correção

[Cr] (mg/L)	Abs (nm)			Média (nm)	Abs (sem LI) / Média	Proporcionalidade
	1:4.5	1:15	1:30			
10	0.005	0.018	0.003	0.009 ± 0,008	2.654	1,864
25	0.031	0.039	0.028	0.033 ± 0,006	1.806	
50	0.057	0.066	0.052	0.058 ± 0,007	1.869	
100	0.118	0.110	0.099	0.109 ± 0,010	1.917	

Observa-se uma similaridade entre os valores de proporcionalidade ( $\cong 1,8$ ) obtidos para 3 das 4 concentrações empregadas na construção das curvas de calibração na presença de LI, mais especificamente para as maiores concentrações (25, 50 e 100 mg/L). A discrepância observada para a menor concentração (10 mg/L) em relação as outras, foi vinculada ao baixo valor de absorbância da leitura ( $\cong 0,009$  u.a.), o qual está muito suscetível a erros significativos, mesmo com uma pequena variação da mesma.

Neste sentido, optou por considerar a proporcionalidade média das outras 3 concentrações com fator de correção (1,864) para correção das resposta das amostras na presença de LI, calculadas empregando a curva de calibração sem LI.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram que a presença de LI e o aumento do pH do meio reacional afetam negativamente a complexação do Cr-EDTA. Em pHs mais elevados observou-se a precipitação de Cr na forma de hidróxido de Cromo (III), sugerindo que o  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  nestas condições de pH é mais estável que o complexo Cr-EDTA, fazendo com que a complexação e a formação de uma coloração lilás seja inibida. Em pH entre 3-5 observou-se que os valores de Cr (mg/L) encontrados aproximam-se dos valores do ensaio de referência (200 mg/L), com um erro inferior a 5,0%.

As curvas construídas com a adição de LI apresentaram valores muito inferiores aos observados para as mesmas concentrações na ausência do LI, porém, esses valores foram muito similares entre si, indicando que na faixa de teores de LI avaliados, os efeitos proporcionados pelo LI são similares. Visando anular esses efeitos, um fator de correção foi calculado para a correção dos resultados das amostras contendo líquido iônico.

## REFERÊNCIAS

ACOSTA-RODRÍGUEZ, I.; ARÉVALO-RANGEL, D. L.; CÁRDENAS-GONZÁLEZ, J. F. Hexavalent chromium(VI) removal by *Penicillium* sp. IA-01. In: Shiomi, Naofumi (Ed.), *Advances in Bioremediation of Wastewater and Polluted Soil*. (Chapter 8), 2015.

AMBRÓSIO, N.; BERNARDI, J. L.; DALLAGO, R.; MIGNONI, M. L. Remoção de metais pesados de efluentes utilizando líquidos iônicos: uma revisão. **Brasilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 50189-50209, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n5-426.

COSTA, A. C. S.; ASSIS, J. C. R.; FERREIRA, A. L. C.; KORN, M. G. A.; TEIXEIRA, L.S.G. **Uso de irradiação de microondas na determinação espectrofotométrica de cromo com EDTA**. *Química Nova* 22:194-196 (1999).

DASTYAR, W.; ZHAO, M.; YUAN, W.; LI, H.; TING, Z. J.; GHAEDI, H.; YUAN, H., LI, X.; WANG, W. Effective pretreatment of heavy metal-contaminated biomass using a low-cost ionic liquid (Triethylammonium Hydrogen Sulfate): optimization by response surface methodology – box Behnken design. **American Chemical Society: Sustainable Chemistry e Engineering**, v. 7, n. 13, p. 11571 – 11581, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b01457>. Acesso em: 11 mar. 2021.

ELZINGA, E. J.; CIRMO, A. Application of sequential extractions and X-ray absorption spectroscopy to determine the speciation of chromium in Northern New Jersey marsh soils developed in chromite ore processing residue (COPR). **Journal of Hazardous Materials**. Amsterdam, v. 183, n. 1/3, p. 145-154, July 2010.

GUPTA, V. K.; RASTOGI, A.; NAYAK, A. Adsorption studies on the removal of hexavalent chromium from aqueous solution using a low cost fertilizer industry waste material. **Journal of Colloid and Interface Science**. New York, vol.342, n°.1, p.135-141, 2010.

JACOBS, J. A.; TESTA, S. M. Overview of chromium (VI) in the environment: background and history. In: GUERTIN, J.; JACOBS, J. A. AVAKIAN, C. P. (Ed.). *Chromium (VI) handbook*: CRC Press, p. 1-22, 2005.

NDUNG'U, K. et al. Chromium oxidation by manganese (hydr)oxides in a California aquifer. **Applied Geochemistry**, Oxford, vol.25, nº3, p.377-381, 2010.

PERALTA, A. K. N. **Líquidos iônicos como solventes para incrustações em tubulações industriais**. 2019. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2019

POPIOLSKI, Ariana Secco. **Extração de Cromo (Cr) Presente em Couro “Wet-Blue” Residual com Recuperação dos Princípios Ativos**. 2017. 95f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2017.

ROSA, M.; JAHNO, V. D.; DE AQUIM, P. M. Valorização dos produtos oriundos do resíduo de couro Wet Blue hidrolisado. **Revista Tecnologia e Tendências**, v. 11, n. 1, p. 90 – 111, 2020. DOI: <https://doi.org/10.25112/rtt.v11i1.2280>. Acesso em: 23 ago. 2021.

SINGH, S. K.; SAVOY, A. W.; Ionic liquids synthesis and applications: An overview. *Journal of Molecular Liquids*, v. 297, n. 112038, p. 1- 63, 2020.

VITALE, R. J.; CPC; MUSSOLINE, G. R. RINEHIMER, K. A. Environmental monitoring of chromium in air, soil and water. **Regulatory toxicology and pharmacology**, v. 26, p.80-85, 1997.

YUAN, Y.; AN, Z.; ZHANG, R.; WEI, X.; LAI, B. Efficiencies and mechanisms of heavy metals adsorption on waste leather-derived high-nitrogen activated carbon. **Journal of Cleaner Production**, v. 293, n. 126215, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126215>. Acesso em: 10 jun. 2021

ZADRA- STONE, S.; BAGGHI, M.; PREUSS, H. G.; BAGGHI, D. Benefits of chromium (III) complexes in animal and human health. In: VINCENT, J. (Ed.). *The Nutritional Biochemistry of Chromium (III)*. Elsevier, p. 183-206, 2007.

## AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE TÉRMICA DE EXTRATO ENZIMÁTICO PECTINOLÍTICO EM ALGINATO COMERCIAL

Julia Lisboa Bernardi<sup>1\*</sup>; Andressa Franco Denti<sup>1\*</sup>; Gabriela Mesquita Bruel<sup>1</sup>; Carolina Elisa Demaman Oro<sup>1</sup>;  
Bruna Maria Saorin Puton<sup>1</sup>; Rogério Marcos Dallago<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), 99709-910, Erechim, RS.

\*E-mail: Julialisboabernardi@yahoo.com

**RESUMO:** Entre as primeiras enzimas aplicadas industrialmente encontram-se as pectinases, responsáveis por degradar substâncias pécticas e hidrolisar ligações glicosídicas na extensão da cadeia carbônica. As pectinases são amplamente utilizadas na biotecnologia, uma vez que podem ser aplicadas no processamento de frutas e vegetais, como na clarificação de sucos de frutas, impregnação de fibras naturais e tratamento de efluentes de pectina. Dessa forma, o objetivo do estudo foi a avaliação da estabilidade térmica da enzima Pectinex Ultra SP-L imobilizada em suporte de alginato comercial. Para a avaliação da atividade enzimática foi utilizado o método colorimétrico empregando leitura em aparelho espectrofotômetro a 540 nm. Os resultados indicaram a temperatura ótima de operação para o extrato enzimático pectinolítico livre de 40 °C, não sendo alterado após a imobilização no alginato comercial odontológico. As menores atividades foram atribuídas a 20 °C para o extrato enzimático livre e 60 a 70 °C para o extrato enzimático imobilizado, onde as temperaturas não apresentaram diferença significativa entre si.

**Palavras-chave:** Imobilização. Pectinases. Alginato comercial odontológico.

### INTRODUÇÃO

As enzimas são proteínas sintetizadas por organismos biológicos que participam como biocatalisadores em diversas reações químicas industriais. São capazes de aumentar a velocidade de reação e dessa forma acelerar os processos químicos sem danos ecológicos, sendo esta uma de suas principais vantagens em relação aos catalisadores químicos (VIÉGAS et al., 2014).

Entre as primeiras enzimas aplicadas industrialmente encontram-se as pectinases, responsáveis por degradar substâncias pécticas e hidrolisar ligações glicosídicas na extensão da cadeia carbônica. São desenvolvidas por fungos filamentosos, plantas, leveduras ou bactérias e podem ser aplicadas no setor alimentício para tratamento de sucos, fermentação de chá e chocolate, degomagem têxtil e enriquecimento proteico (UENOJO e PASTORE, 2007; OLIVEIRA, 2015). As pectinases são amplamente utilizadas na biotecnologia, uma vez que podem ser aplicadas no processamento de frutas e vegetais, como na clarificação de sucos de frutas, impregnação de fibras naturais e tratamento de efluentes de pectina (TRENTINI et al., 2014).

A imobilização é um método baseado na fixação ou encapsulamento de enzimas em um agente imobilizador, dessa forma mantendo sua atividade catalítica, possibilitando o reaproveitamento do material para as seguintes reações, aumentando sua estabilidade e viabilidade na aplicação em processos de biocatálise (GASHTASBI; AHMADIAN e NOGHABI, 2014; GIESE, 2015).



A partir da ligação da enzima em um suporte, sua eficiência dependerá da integridade da conformação terciária e principalmente do seu sítio ativo. Ao selecionar um suporte deve-se levar em conta as características do material, uma vez que os parâmetros químicos e físicos do suporte influenciarão na eficiência da enzima imobilizada (TRENTINI et al., 2014). O alginato odontológico é um material de moldagem constituído por óxido de zinco-eugenol que reage através água como substância dispersante formando uma pasta que se solidifica e estabelece uma estrutura estável, rígida e homogênea (ANUSAVICE, 2013).

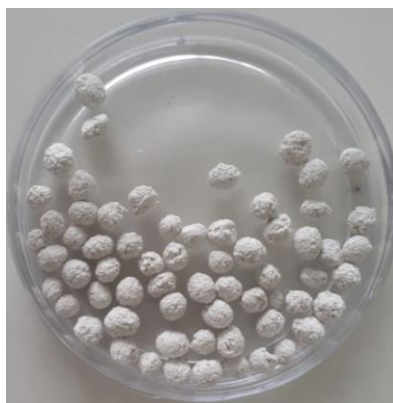
Dessa forma, o objetivo do estudo foi a avaliação da estabilidade térmica da enzima Pectinex Ultra SP-L imobilizada em suporte de alginato comercial.

## METODOLOGIA

### Imobilização da enzima Pectinex Ultra SP-L em matriz de alginato comercial

Para a imobilização do extrato enzimático pectinolítico Pectinex Ultra SP-L (Novozymes), 0,82 g de alginato odontológico comercial (Maquira indústria de produtos odontológicos LTDA) foi pesado em balança analítica (Shimadzu, AY220) e 1 mL de solução 1:5 de extrato enzimático em água (v/v) foi adicionado. Para o branco foram utilizados 0,82 g de alginato comercial para 1 mL de água, de acordo com a recomendação do fabricante. Os suportes foram modelados manualmente e deixados em repouso para secagem por 24 h. A Figura 1 apresenta o suporte após o período de secagem.

Figura 1: Extrato enzimático Pectinex Ultra SP-L imobilizado em matriz de alginato comercial odontológico



### Estudo da estabilidade térmica

A estabilidade térmica do extrato pectinolítico imobilizado em matriz de alginato comercial foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Mohammadi et al., 2019, com alterações. Para tanto 1 mL de substrato preparado com pectina cítrica (Vetec) 0,5% (m/v) em tampão acetato de sódio (Fmaia) 100 mM e pH 5,5 foi adicionado a 0,1 g do suporte. A reação foi incubada a diferentes temperaturas (20, 30, 40, 50, 60 e 70) por 30 minutos. Em 1 mL do volume reacional foi misturado com 1 mL de DNS. A mistura foi mantida em ebulição por 8 minutos para que a reação com o DNS ocorresse, resfriada em banho de gelo e adicionados 8

mL de uma solução 50 mM de tartarato duplo de sódio-potássio (Dinâmica) para estabilização da cor e leitura em aparelho espectrofotométrico UV-Visível a 575 nm. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

### Análise estatística

Os resultados foram tratados estatisticamente por análise de variância (ANOVA), seguido de comparação das médias pelo teste de *Tukey*, com o software *Statistica* versão 5.0, com nível de confiança de 95%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

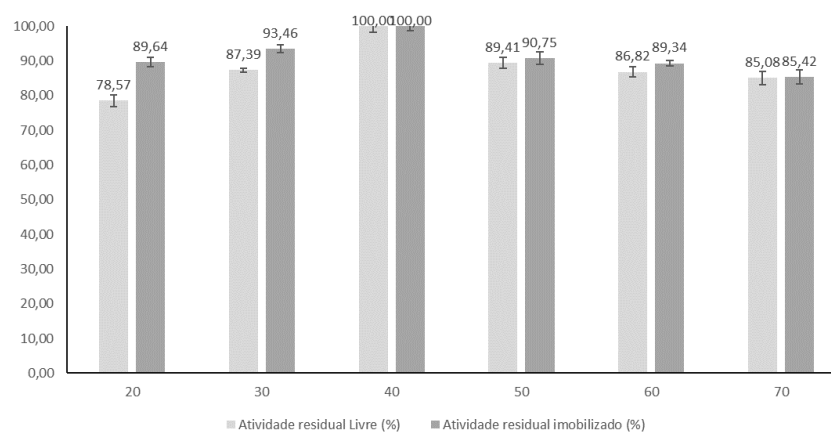
A Figura 2 e a Tabela 1 apresentam os resultados obtidos para a atividade residual (%) da enzima livre e imobilizada em suporte de alginato comercial odontológico nas diferentes temperaturas avaliadas.

**Tabela 1:** Atividade Residual (%) do extrato pectinolítico imobilizado em alginato comercial odontológico e livre em relação a temperatura

Temperatura	Atividade residual Livre (%)	Atividade residual imobilizado (%)
20	78,57 <sup>d</sup> ± 1,70	89,64 <sup>bc</sup> ± 1,35
30	87,39 <sup>bc</sup> ± 0,56	93,46 <sup>b</sup> ± 1,14
40	100,00 <sup>a</sup> ± 1,81	100,00 <sup>a</sup> ± 1,28
50	89,41 <sup>b</sup> ± 1,53	90,75 <sup>bc</sup> ± 1,85
60	86,82 <sup>bc</sup> ± 1,46	89,34 <sup>cd</sup> ± 0,74
70	85,08 <sup>c</sup> ± 1,95	85,42 <sup>d</sup> ± 1,96

NOTA: médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de *Tukey* ( $p < 0,05$ ), sendo comparadas entre colunas.

**Figura 2:** Atividade Residual (%) do extrato pectinolítico imobilizado em alginato comercial odontológico e livre em relação a temperatura



A partir dos resultados apresentados na Tabela 1 e Figura 2, pode-se observar que a temperatura ótima de operação para o extrato enzimático pectinolítico livre foi de 40 °C, não sendo alterado após a imobilização no alginato comercial odontológico. As menores atividades foram atribuídas a 20 °C para o extrato enzimático livre e 60 a 70 °C para o extrato enzimático imobilizado, onde as temperaturas não apresentaram diferença significativa entre si.

Mohammadi et al. (2019) ao determinar a imobilização de pectinases em alginato-montomorilonita obteve temperatura ótima de 40 °C e 20 min de incubação para a enzima livre e imobilizada, a maior degradação ocorreu em 60 °C a 120 min para ambas as amostras. Deng et al. (2019), na avaliação da imobilização de pectinases em microesferas de alginato de cálcio encontrou uma faixa de temperatura ótima para a enzima livre de 40 a 50 °C, que foi alterada para 60 °C após o processo de imobilização.

A aplicação industrial de pectinases pode ser limitada devido a sua baixa estabilidade em amplas faixas de pH e temperatura, dessa forma, a imobilização dessas enzimas é uma boa alternativa para contornar estas desvantagens, melhorando a estabilidade enzimática em diferentes ambientes e possibilitando a separação e reutilização no processo (BENUCCI et al., 2018).

## CONCLUSÃO

O extrato pectinolítico utilizado no presente estudo imobilizado em matriz de alginato comercial odontológico apresentou boa atividade residual na faixa de temperatura estudada (20, 30, 40, 50, 60 e 70 °C). Sua temperatura ótima não foi alterada após a imobilização, e sua atividade se manteve estável em comparação com a enzima livre nas diferentes temperaturas avaliadas.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul -FAPERGS, Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e a Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI.

## REFERÊNCIAS

- ANUSAVICE, K. J. **Phillips, materiais dentários**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 152-180, 2013.
- BENUCCI, Ilaria et al. Chitosan/clay nanocomposite films as supports for enzyme immobilization: An innovative green approach for winemaking applications. **Food Hydrocolloids**, v. 74, p. 124-131, 2018.
- DENG, Ziyu et al. Immobilization of pectinases into calcium alginate microspheres for fruit juice application. **Food hydrocolloids**, v. 89, p. 691-699, 2019.
- GASHTASBI, F.; AHMADIAN, G.; NOGHABI, K. A. New insights into the effectiveness of alpha-amylase enzyme presentation on the Bacillus subtilis spore surface by adsorption and covalent immobilization. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 64–65, p. 17-23, 2014.



GIESE, E. C. Biocatalisadores imobilizados: Prospecção de inovações tecnológicas na última década. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 5, n. 3, p. 2296-2307, 2015.

OLIVEIRA, V. da G. **Processos biotecnológicos industriais**: Produção de bens de consumo com o uso de fungos e bactérias. 1. ed. São Paulo: Érica, p. 86-90, 2015.

TRENTINI, M. M. S.; VARGAS, C. E. B.; PILI, J.; BORSZCZ, V.; DI LUCCIO, M.; DALLAGO, R. M.; ZENI, J.; VALDUGA, E.; BACKES, G. T. Bioprodução, purificação e imobilização de pectinases. In: STEFFENS, Juliana; BACKES, Geciane T. e VALDUGA, Alice (org). **Processos tecnológicos, biotecnológicos e engenharia de processos em alimentos**. 1 ed, p. 323-339. Erechim, RS: EdIFAPES, 2014.

MOHAMMADI, M. et al. Activated alginate-montmorillonite beads as an efficient carrier for pectinase immobilization. **International journal of biological macromolecules**, v. 137, p. 253-260, 2019.

UENOJO, Mariana; PASTORE, Glauca Maria. Pectinases: aplicações industriais e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 388-394, 2007.

VIÉGAS, E. K. D.; MONTEIRO, B. M. dos S.; NAKAGAWA, D. A.; da CRUZ, S. E. Produção, purificação e aplicação de enzimas na indústria de alimentos. In: STEFFENS, Juliana; BACKES, Geciane T. e VALDUGA, Alice (org). **Processos tecnológicos, biotecnológicos e engenharia de processos em alimentos**. 1 ed, p. 173-186. Erechim, RS: EdIFAPES, 2014.

## Ciências Humanas

## A ESCOLA DA INFÂNCIA DO SÉCULO 21 E O CONHECIMENTO PODEROSO

Adriane Graeff<sup>1</sup>; Arnaldo Nogaro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestranda em Educação PPGEDU URI. Professora, Coordenadora Pedagógica na rede Municipal de Educação de Panambi/RS. E-mail: adrianeGraeff@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Educação. Professor do PPGEDU URI Frederico Westphalen. E-mail: narnaldo@uricer.edu.br

**RESUMO:** Esse artigo resulta da pesquisa teórica, de natureza qualitativa sobre o conhecimento na Educação Infantil. Se de um lado há uma história enraizada em uma visão assistencialista da instituição escola da infância, do outro encontra-se autores que retratam a importância dessa fase da vida para o desenvolvimento humano. Considerada a escola como uma instituição em que as crianças passam maior parte do tempo, muitas vezes, mais que com suas famílias, pode-se fazer um paralelo com os questionamentos propostos por Michael Young (2007) que já interrogava e que agora tem estado em discussão: para que servem as escolas? O autor traz considerações acerca da importância do conhecimento poderoso, porém o que é esse conhecimento na educação de crianças pequenas? Porque a escola da infância do século 21 precisa proporcionar o acesso a esse conhecimento? São algumas questões que provocaram a elaboração desse estudo. Os principais autores que embasaram, foram Oliveira (2005), Kuhlmann (2000), Libâneo (2011), Young (2007), Nogaro e Nogaro (2012) e Masschelein; Simons, (2021). Compreende-se que a Educação Infantil é uma etapa em que a criança aprende através da brincadeira, vivências e experiências, e essa etapa não pode ser resumida no assistencialismo e no preparo para o ensino fundamental, para uma finalidade de mercado e ao mundo do trabalho. Quando se fala em conhecimento poderoso oferecido na Educação Infantil, se fala em desenvolvimento da subjetividade da criança, de um tempo livre que possibilita construir o alicerce de sua personalidade, de um viver pleno em si, que usufrua de oportunidades para que se desenvolva integralmente sem a ideia de antecipação do futuro.

**Palavras-chave:** Educação Infantil. Infância. Conhecimento Poderoso

### INTRODUÇÃO

A Educação Infantil no Brasil tem sua história demarcada no cunho assistencialista, sendo uma necessidade da época. Traremos nessa escrita, que resulta de pesquisa teórica, a trajetória marcada por tentativas de um olhar pedagógico para a educação da infância, com o que dizem as bases legais e também com o que nos dizem os autores. Young (2007), expõe os diferentes tipos de conhecimento, apontando que é na escola que se tem acesso ao conhecimento poderoso. O proposto é refletir o que é esse conhecimento poderoso na Educação Infantil e para que serve a escola da infância, que hoje pretende superar o cunho assistencialista.

### AS TECITURAS DA EDUCAÇÃO DA INFÂNCIA NO BRASIL

Para falar de conhecimento poderoso, primeiramente há que se entender alguns aspectos da história da Educação Infantil no Brasil, especialmente porque ela começa com outros objetivos e dentro de uma outra configuração marcada pelo caráter assistencialista. Oliveira (2005) discorre que no início do século 19, as



crianças oriundas de famílias estruturadas eram por elas cuidadas, especialmente as mães, nos primeiros anos de vida. As crianças que eram abandonadas eram adotadas por fazendeiros ou então entregues nas “rodas de expostos”<sup>1</sup>.

Os primeiros jardins de infância no Brasil, inspirava-se nos jardins de infância de Friedrich Fröebel da Alemanha. Oliveira (2005) aponta que foi no Rio de Janeiro em 1875 e em São Paulo em 1877 onde surgiram as primeiras iniciativas de caráter particular, não demorando muito tempo para começar a se espalhar pelo Brasil. Sobretudo, com a expansão das indústrias e com isso a necessidade de mais mão de obra, as empresas começaram a contratar mulheres para trabalhar nas fábricas, muitas com filhos, não tinham com quem deixar essas crianças em horário de trabalho, começando a surgir as “criadeiras”, como descreve Oliveira (2005). Ela aponta que nesse período também começaram a morrer muitas crianças devido à precariedade das condições de higiene e dos cuidados com a infância, o que veio a alertar a medicina e a pediatria, sobre como deveriam ocorrer esses cuidados.

Kuhlmann (2000) aponta que os primeiros registros de instituições creches voltadas para atender crianças menores, eram de cunho assistencialista, dedicado às famílias mais carentes, nas quais as mães também podiam contar com um atendimento social, nesse momento. As crianças menores e com melhores condições sociais jamais se encaixavam, pois não necessitavam. Podemos perceber que aqui originam-se os fortes objetivos assistencialistas da educação na primeira infância, a creche passa a ser concebida como um local não pedagógico, o que perdurou por muito tempo. Kuhlmann (2000) aborda que os primeiros movimentos para um olhar pedagógico, começam a ser traçados pelas pessoas que trabalhavam com essas crianças.

A partir do início do século 20 registra-se no Brasil uma preocupação maior com a educação da infância, tanto que no ano de 1922, segundo apontado por Oliveira (2005), encontra-se o registro de um Primeiro Congresso de Proteção à Infância que aconteceu no Rio de Janeiro. Kuhlmann (2000) menciona os primeiros observatórios da cultura infantil que começaram a surgir no Brasil, e, também traz informações das condições do trabalho pedagógico visando o desenvolvimento da criança.

A Escala, experimentada até a década de 1970 e publicada no livro Estimulação essencial, em 1977, descreve comportamentos esperados mês a mês, desde o nascimento aos 8 meses, depois por períodos cada vez mais espaçados, até os 9 anos de idade. (KUHLMANN, 2000, p.15-16)

Esse trabalho começou a ser desenvolvido em muitas creches que o tomaram como referência, conforme relata o autor referido (2000). Podemos observar que começa a se desenhar um olhar para além do assistencialismo na educação da infância, apontando a direção para o desenvolvimento cognitivo. Kuhlmann (2000) discorre que depois de 1900, a educação infantil no Brasil passa a viver marcos significativos que corroboraram com a existência do olhar para a educação da infância nas legislações como a Constituição Federal de 1988 e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação LDB 9394/1996.

A LDB 9394/1996 passa a compreender a Educação Infantil como etapa da Educação Básica, o que corroborou para o nascimento do Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil (RCNEI) no ano de 1998. Esse documento veio para auxiliar o trabalho desenvolvido nas creches e pré-escolas, servindo como

---

<sup>1</sup> Sempre esteve ligada às instituições caridosas. Nela eram deixadas crianças cujos pais por alguma razão não as podiam criar. Formada por uma caixa dupla de formato cilíndrico, a roda foi adaptada no muro das instituições caridosas. Com a janela aberta para o lado externo, um espaço dentro da caixa recebia a criança após rodar o cilindro para o interior dos muros, desaparecendo assim a criança aos olhos externos; dentro da edificação a criança era recolhida, cuidada e criada até se fazer independente. Documentos, porém, atestam sua existência desde 02 de julho de 1825. Disponível em: <https://www.santacasasp.org.br/portal/site/quemsomos/museu/pub/10956/a-roda-dos-expostos-1825-1961> Acesso em: abril/2021.

[...] guia de reflexão de cunho educacional sobre objetivos, conteúdos e orientações didáticas para os profissionais que atuam diretamente com crianças de zero a seis anos, respeitando seus estilos pedagógicos e a diversidade cultural brasileira. (BRASIL, 1998, p. 7)

O RCNEI (BRASIL, 1998) veio para servir como subsídio para que as redes de ensino pudessem criar suas propostas pedagógicas, ressaltando que a educação infantil no Brasil tem suas matrizes no assistencialismo, pois iniciou com o objetivo de atender aos mais necessitados, esse documento surgiu na tentativa de auxiliar a modificar esse olhar, pensando no desenvolvimento da criança, com objetivos de “[...] promover a integração entre os aspectos físicos, emocionais, afetivos, cognitivos e sociais da criança, considerando que esta é um ser completo e indivisível.” (BRASIL, 1998, p. 16 e 17)

No ano de 2010, a Resolução nº 5, de 17 de dezembro de 2009, fixou as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil (DCNEI). Neste documento constam as concepções de educação infantil, os princípios, objetivos da proposta pedagógica, organização do espaço, tempo e materiais. Discorre sobre a proposta pedagógica das crianças indígenas e do campo, aponta que as práticas pedagógicas terão como eixos norteadores as interações e as brincadeiras. É um documento que busca pensar as práticas pedagógicas enquanto caminhos para a aprendizagem na educação infantil. (BRASIL, 2010).

No ano de 2017, tivemos a homologação da Base Nacional Comum Curricular da Educação Infantil (BNCC-EI), documento este que traz sugestões do percurso de aprendizagem. Não se constitui como currículo. Retrata o cuidar e o educar como inseparável no processo educativo, reconhecendo que a criança tem seis grandes direitos de aprendizagem que devem ser observados: Conviver, Brincar, Participar, Explorar, Expressar e Conhecer-se.

Todos estes movimentos de natureza legal, ou aqueles executados por atores sociais, foram na direção de garantir o direito da criança à educação, na primeira infância, entendida para além de ser acolhida por uma instituição, para ter um lugar onde ficar e ser alimentada. Toda energia empenhada foi no sentido de defender a escola de educação infantil como um espaço público que oportuniza conhecimento poderoso como defendemos neste texto.

## A EDUCAÇÃO INFANTIL COMO ESPAÇO PÚBLICO

Libâneo (2011, p. 15), aponta que se evidencia um declínio da escola pública brasileira nos últimos 30 anos. Relata que há contradições em relação ao direito à escola, “[...] entre aspectos pedagógicos e aspectos socioculturais, e entre uma visão de escola assentada no conhecimento e outra, em suas missões sociais”. Sobretudo, o autor discorre que há uma crise nas funções sociais da escola, de um lado temos as políticas públicas, que tem oferecido soluções evasivas e do outro os problemas educacionais. Evasivas, pois para o autor, não levam em conta os “fatores intraescolares”. Por outro lado, a visão epistemológica da escola não pode ser deixada de lado, entendemos a função da educação em promover, despertar o conhecimento e que a escola é um desses locais, o professor é responsável por isso. Ademais, entende-se que a escola deva proporcionar o acesso ao conhecimento poderoso.

Libâneo (2011) traz ao debate a Declaração Mundial sobre Educação para Todos (1990). Esta reforça a ideia de escola enquanto local de integração social. O autor aponta que os objetivos da escola estão sendo distorcidos. Com as recentes criações de políticas públicas que visam dar

[...] apoio em premissas pedagógicas humanistas por trás das quais estão critérios econômicos, formulou-se uma escola de respeito às diferenças sociais e culturais, às diferenças psicológicas de



ritmo de aprendizagem, de flexibilização das práticas de avaliação escolar – tudo em nome da educação inclusiva. (LIBÂNEO, 2011, p. 18)

Não que a educação não possa ter sentido de socialização, mas ela não pode se limitar apenas à convivência, pois, conforme Libâneo (2011, p. 23), torna-se necessário o acesso “[...] à cultura e à ciência acumuladas pela humanidade”. O autor (2011) ainda salienta que as políticas de acesso à escola têm causado prejuízo na qualidade do ensino, pois têm agravado a desigualdade de acesso ao saber, consolidando o direito

[...] ao conhecimento e à aprendizagem é substituído pelas aprendizagens mínimas para a sobrevivência. Isso pode explicar o descaso com os salários e com a formação de professores: para uma escola que requer apenas necessidades mínimas de aprendizagem, basta um professor que apreenda um kit de técnicas de sobrevivência docente (agora acompanhado dos pacotes de livros didáticos dos chamados sistemas de ensino. (LIBÂNEO, 2011, p. 23).

Conforme abordou Libâneo (2011), as políticas públicas da educação brasileira têm em suas raízes a ideia de assistencialismo impregnado. É muito restrito pensar a escola unicamente como instituição que proporciona aprendizagens mínimas, constitui-se em raciocínio pobre que mantém desigualdades e resulta em exclusão de segunda natureza, somando-se à exclusão econômica primária. A reversão desta forma de conceber e materializar o direito à educação enfrenta dificuldade, mesmo com diversas bases teóricas que sustentam a importância dessa fase da vida para o desenvolvimento humano e cognitivo sadio. Entendemos que existem determinados tipos de conhecimentos e linguagens que devam ser desenvolvidos nessa fase da vida, e aí entra a importância de uma educação da infância com seus propósitos.

No olhar de Libâneo (2011) a escola deve sim tratar das questões sociais e éticas, contudo não deve ser a única a fazê-lo, essa é também uma questão da sociedade, pois declara que é necessário o conhecimento para que haja justiça social, vindo este da formação cultura e científica, o que aqui parafraseando Young (2007), definimos como conhecimento poderoso. Para ele, é o conhecimento “[...] capaz de fornecer explicações confiáveis ou novas formas de se pensar a respeito do mundo” (YOUNG, 2007, p. 1294) e que é encontrado na escola, sem descartar o conhecimento que os alunos trazem de casa. Aliás, ele constrói esta ponte entre esses dois conhecimentos como essencial para o desenvolvimento dos estudantes. Para o autor (2007, p. 1298), o conhecimento evolui ao “[...] desenvolver novas linguagens que apresentam novos problemas”. Desta forma, entende-se que é responsabilidade das escolas e dos professores proporcionar que os alunos tenham acesso ao conhecimento poderoso.

## **A EDUCAÇÃO DA INFÂNCIA E O CONHECIMENTO PODEROSO**

Depois de trazermos alguns desdobramentos da educação da infância no Brasil, em sua gênese, marcada por matrizes assistencialistas, mas que, no cenário contemporâneo adquire outras conotações, ensaiamos apontar algumas razões que demonstram por que se torna importante pensar sobre o que Young (2007) chama de conhecimento poderoso, e como ele pode estar acessível na educação da infância. É importante lembrar que ele diferencia “conhecimento dos poderosos” (muito presente nos currículos escolares) de conhecimento poderoso (o que defendemos aqui na educação infantil, com base em suas ideias). Segundo ele, o conhecimento poderoso é aquele que permite que crianças de lares desfavorecidos, encontrem na participação ativa na escola, a oportunidade de adquirirem conhecimento e serem capazes de caminhar, ao menos intelectualmente, para além de suas circunstâncias locais e particulares. (YOUNG, 2007).

Young (2007) traz a seguinte indagação: para que servem as escolas? A partir disso, ele traz contribuições de sociólogos críticos que não viam o papel da escola como positivo. O autor discorre que a escola foi transformada em uma espécie de mercado. “As escolas são tratadas como um tipo de agência de



entregas, que deve se concentrar em resultados e prestar pouca atenção ao processo ou ao conteúdo do que é entregue”. (YOUNG, 2007, p.1291). Para ele (2007) as atribuições da escola vão além disso. Deve proporcionar a felicidade e o bem-estar humano”, o que no seu entendimento tem estado por último nas prioridades do currículo escolar.

Ao tratar do conhecimento na educação infantil não queremos ressuscitar saudosismos, resgatar a “velha” instituição, mas propor novos marcos por uma escola que olhe para as crianças e seu futuro, como um limiar para um novo mundo, mas sem preocupar-se com uma finalidade ou propósito econômico ou mercantil. Mas como uma instituição que possua valor em si, como lembram Masschelein e Simons (2021, p. 37). “A escola é um meio sem um fim e um veículo sem um destino determinado”. Isto é, não um caminho para atingir uma igualdade futura, mas um lugar onde estar, cujo sentido está no percurso da caminhada. É este modo particular de estar na escola que define seu valor político que sustenta o conhecimento poderoso.

Segundo Carvalho (2020, p. 86), há um fosso entre o discurso sobre a escola e sua relevância e as práticas existentes. No imaginário social, a escola continua sendo importante, “[...] mas, na realidade, as condições materiais, políticas e institucionais imprescindíveis para ela poder desempenhar seu papel são sequestrados”. Afirmar que a tarefa da escola é formar pessoas implica rejeitar a “[...] produção do capital humano” portador de conhecimentos e competências com puro interesse econômico (GOERGEN, 2020). Pensar na educação da pessoa humana implica oportunizar as condições para que consiga os meios de viver e ter bem-estar.

Young (2007) afirma que existem vários tipos de conhecimento, e o que fica a cargo da escola seria o conhecimento poderoso. Refere-se “[...] ao que o conhecimento pode fazer, como, por exemplo, fornecer explicações confiáveis ou novas formas de se pensar a respeito do mundo”. (YOUNG, 2007, p.1294). Para o autor, conhecimento poderoso é aquele que possibilitará ao aluno caminhar futuramente para além daquilo que já vive.

Embora Young (2007) fale de um conhecimento poderoso não estamos nos referindo a uma função pragmática da escola, como muitos pensam, de preparar as crianças, desde a mais tenra idade, para o mundo do trabalho. O que se evidencia hoje é uma pressão social e por parte das famílias para que a escola sirva a determinadas finalidades, dentre as quais responder pelas demandas do mercado. Masschelein e Simons (2021, p. 10) defendem que a escola deve romper os laços existentes com aqueles que desejam colonizá-la com uma finalidade diferente da que ela realmente necessita ter. Para eles, sua essência está em oferecer “tempo livre” e transformar o conhecimento e as habilidades em

[...] “bens comuns”, e, portanto, tem o *potencial* para dar a todos, independentemente de antecedentes, talento natural ou aptidão, o tempo e espaço para sair de seu ambiente conhecido, para se superar e renovar (e, portanto, mudar de forma imprevisível) o mundo.

O conhecimento poderoso não pode ser identificado com instrumentalização, mas com formação, com a transformação da escola em um local onde se possa usufruir do “tempo livre” em que as crianças sejam apresentadas ao mundo de uma maneira interessante e envolvente. (MASSCHELEIN; SIMONS, 2021). A escola de educação infantil precisa ser pensada como espaço autônomo, sem coações das famílias e do meio social. A criança quando frequenta encontra-se em um período da vida em que passa por grandes transformações e experimenta o mundo de um modo muito particular. Dar-lhe liberdade para que ela se constitua como ser humano com identidade *suigeneris* passa a ser um dos desafios dos educadores e da instituição escolar.

É neste momento que a criança constrói e consolida percepções de mundo, desenvolve sua personalidade e identidade. “Experiências de formação vividas neste período serão determinantes no sentido de registrar marcas na identidade da criança, seja de qual natureza for.” (NOGARO; NOGARO, 2012, p. 52).

A menção ao conhecimento poderoso também é estratégica para que se supere em definitivo a ideia da escola de educação infantil como lugar e tempo que a criança fica quando os pais não têm com quem deixá-la. É necessário ampliar o horizonte e vê-la como um direito seu e um lugar em que todas “[...] as crianças cresçam, não apenas no tamanho ou no conhecimento, mas também na curiosidade, na coragem, na confiança, na independência, no desembaraço, na flexibilidade, na paciência, na competência e na capacidade de compreensão” (HOLT, 2007, p. 15).

No entender de Nogaro e Nogaro (2012), espera-se que o ambiente da educação infantil tenha condições para que a criança seja acolhida, sinta-se segura, expresse emoções, instigue a curiosidade, investigue, enfim, desenvolva sensibilidade, habilidades sociais, epistemológicas, conheça o entorno e aprimore descobertas sobre seu corpo. Para Rinaldi (2020), a escola de educação infantil é essencialmente um espaço de vida e de futuro, no seu entender deve ser um ambiente de relações e de escuta, de adultos e de crianças que possibilite as expressões criativas.

Compreendemos que a educação infantil é constituída de relações, vida que pulsa e aprendizagem para a vida, local de conhecimento poderoso como abordou Young (2007) porque objetiva o desenvolvimento da pessoa como pessoa e suas subjetividades. (MASSCHELEIN; SIMONS, 2021, p.101) defendem a ideia de “[...] deixar uma criança ser uma criança”, isso significa pensar a infância para além da preparação para a finalidade de mercado, mas “[...] possibilitar que ela passa a ser absorvida pelo estudo e pela prática”.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trouxemos nesse texto inicialmente as tecituras da educação infantil no nosso país, para que pudéssemos compreender as raízes da visão assistencialista ainda existente sobre a educação da infância. Buscamos trazer um breve recorte das legislações que amparam a educação da infância, e como vimos, as bases legais dos últimos 30 anos observam e orientam um trabalho com a infância com olhar pedagógico, objetivando o desenvolvimento integral da criança.

Abordamos também o conhecimento poderoso, que no olhar de Young (2007), é aquele que possibilitará ao aluno caminhar futuramente para além da sua condição social. Portanto entendemos que essas possibilidades já precisam ser pensadas na mais tenra idade, quando trouxemos a importância da escola de educação infantil. A escola é o lugar desse conhecimento poderoso pois ela cumpre um papel que nem a família e nem a sociedade conseguem cumprir.

Entendemos que a escola de educação infantil do século 21 deva ser espaço de acesso ao conhecimento poderoso às crianças, pois somente assim todos terão oportunidades de desenvolver-se integralmente, pois é na infância que a criança absorve tudo ao seu redor, e há estudos que apontam que a capacidade de aprender é maior que em outras fases da vida, basta que lhe sejam oferecidas as condições para tal. Condições essas que vão além do assistencialismo, para além do cuidar. Já caminhamos na legislação, porém na prática a estrada ainda é longa.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. (2018). Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> Acesso em: abril 2021.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes curriculares nacionais para a educação infantil /Secretaria de Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, 2010.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. **Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil**. Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, MEC/SEF, 1998.

CARVALHO, A. F. de A escola contemporânea e a desertificação institucional: o demérito da res pública. *In*: GALLO, Sílvio; MENDONÇA, Samuel (Orgs.) **A escola: uma questão pública**. São Paulo: Parábola, 2020, p. 85-101.

GERGEN, P. O sentido da educação na sociedade contemporânea. *In*: GALLO, Sílvio; MENDONÇA, Samuel (Orgs.) **A escola: uma questão pública**. São Paulo: Parábola, 2020, p. 123-145.

HOLT, J. **Como as crianças aprendem**. Campinas/SP: Verus Editora, 2007.

KUHLMANN, Jr. M. **Histórias da educação infantil brasileira**. Fundação Carlos Chagas, São Paulo: 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/n14/n14a02.pdf> . Acesso em: maio de 2021.

LIBÂNEO, J. C. O dualismo perverso da escola pública brasileira: escola do conhecimento para os ricos, escola do acolhimento social para os pobres. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 38, n. 1, p. 13-28, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ep/v38n1/aop323.pdf> Acesso em: abril de 2021.

MASSCHELEIN, J.; SIMONS, M. **Em defesa da escola: uma questão pública**. Belo Horizonte: Autêntica, 2021.

NOGARO, A.; NOGARO, I. **Primeira Infância: espaço e tempo de educar na aurora da vida**. Erechim/RS: Edifapes, 2012.

RINALDI, C. **Diálogos com Reggio Emilia: escutar, investigar e aprender**. São Paulo: Paz e Terra, 2020.

YOUNG, M. Para que servem as escolas? **Educação e Sociedade**, v. 28, n.101, p.1287-1302, 2007.



## A CONSTRUÇÃO DA IDENTIDADE DOCENTE PARA A ATUAÇÃO NA EDUCAÇÃO INFANTIL

Arcelita Koscheck<sup>1</sup>; Jordana Wruck Timm<sup>2</sup>

URI – Câmpus de Frederico Westphalen, Programa de Pós-Graduação em Educação

**Resumo:** Por muito tempo a criança e a infância foram privadas de direitos e sem um entendimento sobre a necessária especificidade para lidar e trabalhar com esse público. Com isso, o presente trabalho apresenta uma breve contextualização acerca da construção da identidade docente para atuação na educação infantil. Objetiva destacar aspectos fundamentais para a condução dos saberes docentes, enfatizando a importância da formação, vivências e experiências no âmbito educacional, especificamente na primeira etapa da educação básica. O professor necessita estar apropriado dos saberes necessários para a condução do ensino e da aprendizagem. Assim, o saber não caminha sozinho, tais saberes são conduzidos e (re)construídos conforme a necessidade do cotidiano educacional. Reestruturar o modo de ser do professor e dos fazeres desses profissionais contribui para a constituição da identidade docente, ou seja, somos sujeitos inacabados e em constante movimento. A partir de uma revisão bibliográfica, conclui-se que a formação inicial tem um papel relevante na constituição identitária docente, sendo na prática o aperfeiçoamento dos saberes e a construção do ser professor.

**Palavras-chave:** Educação Infantil. Identidade Docente. Saberes da docência.

### INTRODUÇÃO

Durante muitos anos a infância e a criança eram reconhecidas como sujeitos sem direitos, sendo somente mais um membro familiar, tratadas como um adulto em miniatura. A partir da constituição de 1988, a criança passa a ser reconhecida como ser de direitos e deveres asseguradas pela família da mesma. Já a educação infantil passa a ser reconhecida a partir da homologação da Lei nº 9394/96 (LDB), na qual fica esclarecido o acesso e a permanência da criança na escola.

Neste sentido, a Educação Infantil atualmente vem se caracterizando por um cenário com olhar expressivo, com maior destaque, devido a algumas mudanças em sua trajetória institucional por meio dos documentos legais, deixando de ser assistencialista, construindo e ganhando o reconhecimento a esfera educacional, bem como apresenta-se atualmente sendo a primeira etapa da educação básica. Diante disso, mesmo com os avanços a partir da Constituição de 1988 e as publicações de novas legislações, como a LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação), temos muitos desafios visíveis na complexidade da educação infantil.

Dentre os desafios presentes na primeira etapa da educação básica, em destaque, observa-se as adversidades do trabalho docente. Ser docente na educação infantil exige reconhecer que ser professor é uma (re)construção constante da sua identidade, e da sua prática pedagógica. É nesta reflexão, por meio das

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI/FW). Bolsista FURI. Professora de Educação Infantil (Santa Rosa/RS) E-mail: arcelitak30@gmail.com

<sup>2</sup> Orientadora. Doutora em Educação (PUCRS). Bolsista pelo Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD/CAPES) e professora colaboradora no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI/FW). E-mail: jordanawruck@hotmail.com

experiências vivenciadas, em que a educação infantil exige um processo contínuo de formação para a construção de novos saberes necessários a ação docente.

### **Metodologia**

O presente trabalho foi realizado utilizando-se da metodologia da pesquisa qualitativa, de caráter bibliográfica por meio da revisão de literatura, a fim de conhecer e compreender os processos de construção da identidade docente para a atuação na educação infantil.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A docência, especificamente na educação infantil, é caracterizada pelo fazer docente do profissional, o qual deve/deveria ser e estar apto a atuar nesta etapa da educação básica. Tendo em vista a complexidade da ação docente para a primeira infância, Arribas (2004, p. 30) enfatiza que:

O papel do educador em uma escola infantil é, sem dúvida, um dos mais importantes durante o longo processo de escolarização dos meninos e das meninas de nossa comunidade educativa, já que dele depende a aprendizagem de seus alunos. É preciso levar em conta que o professor de uma escola infantil não apenas permanece grande parte do tempo com seus alunos, como também é responsável por organizar as atividades, o espaço, motivar as crianças e, sobretudo, criar e oferecer situações educativas que façam com que cada um deles se desenvolva com a máxima amplitude possível, em função dos objetivos educacionais propostos.

Com base nos estudos de Arribas, salienta-se a importância de refletir sobre a construção dos saberes docentes necessários a prática pedagógica na educação infantil e seu papel no processo de aprendizagem das crianças. A práxis educacional através das ações dos professores é o centro das atenções no que se refere as intervenções pedagógicas e as questões educativas que as cercam.

A constituição docente é muito importante para a docência na educação infantil. o Professor é considerado uma referência para as crianças. Para isso, além da formação inicial é fundamental a formação continuada, pois a mesma é base primordial de transformação conceitual da prática docente. Dessa forma, Arribas (2004, p.32) destaca:

A formação do educador deve ser entendida como um processo dinâmico, contínuo e permanente, tendo como base um conhecimento cada vez melhor da criança, conhecimento psicopedagógicos que o ajudem a compreender melhor as técnicas e destrezas que lhe permitirão uma boa e correta atuação educativa, conhecimentos sociais para adequar melhor a realidade educativa ao contexto socioeducativo.

Nesta perspectiva, o docente constrói a sua identidade, por meio de suas vivências, experiências e processos formativos. Deste modo, há necessidade de os profissionais da educação rever suas concepções acerca das especificidades da educação infantil. Freire (1996) em seus pressupostos considera que nós somos seres inacabados, ou seja, devemos estar em constante aperfeiçoamento para a ação docente.

Em relação à ação do professor, Roldão (2005, p. 118) enfatiza que “[...] à docência requer equilibrar o domínio dos conteúdos que ensina e o modo como o usa e mobiliza para construir sua apropriação pelos alunos [...]”. Diante disso, a condução dos saberes no âmbito educacional é conduzir com sabedoria o ensino e a aprendizagem, transformando-a, sempre que necessário, para atender as exigências da contemporaneidade.

A docência exige muito mais do que somente os saberes científicos, disciplinares ou pedagógicos necessários a prática docente. Segundo Roldão (2005, p. 102): “[...] aprende-se e exerce-se na prática, mas, numa prática informada, alimentada por velho e novo conhecimento formal, investigado e discutido com os pares”. Assim, a identidade docente é construída e (re)construída a todo momento, seja pelos desafios ou pelas novas aprendizagens oriundas do aprender a aprender.

Nóvoa (1992, p. 16) expõe que a: “[...] construção de identidades passa sempre por um processo complexo graças ao qual cada um se apropria do sentido da sua história pessoal. É um processo que necessita de tempo [...] para acomodar inovações, para assimilar mudanças”. Deste modo, o docente constitui sua identidade desde o primeiro contato com a sala de aula. São nos momentos de observação, de intervenção, em suas experiências enquanto estudante, até o momento de atuação na prática, de fato, ou seja, no contexto da sala de aula. Desta forma, o sujeito se constitui docente inicialmente pelo contato com os saberes docentes teóricos, posteriormente, em suas práticas obrigatórias das disciplinas curriculares de estágios, e seguido do seu meio profissional.

A identidade docente representa a expressão do trabalho do professor. Nóvoa (1997, p. 34) afirma que “[...] a identidade não é um dado adquirido, não é uma propriedade, não é um produto. A identidade é um lugar de lutas e conflitos, é um espaço de construção de maneiras de ser e estar na profissão”. Neste viés, a identidade profissional docente é construída pelas transformações, mudanças e (re)significações da sua prática docente, no qual permeia por toda a sua trajetória profissional. Nesta afirmação de Nóvoa (1997), constata-se ainda que, a construção da identidade docente é constituída de forma complexa e dinâmica.

Portanto, as instituições formadoras de professores têm o papel de intervir na educação, objetivando a condução do ensino e da aprendizagem em busca de refletir acerca das demandas e das exigências sociais. Libâneo (2010, p. 195) propõe que “A educação, mormente a escolar, precisa reciclar-se para assumir seu papel nesse contexto como agente de mudanças, geradora de conhecimento, formadora de sujeitos capacitados a intervir e atuar na sociedade de forma crítica e criativa”. Diante do exposto, a instituição de ensino é um espaço privilegiado para a formação humana e, portanto, também de transformação social. Assim, compreende-se a importância de formar professores altamente qualificados que possam conduzir os saberes necessários da melhor forma.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trilhar o caminho da docência é um desafio enorme. A construção da identidade docente é um processo plural e amplo, norteadada por uma série de elementos e fatores que vem a contribuir para este processo de constituição. O mesmo reflete na esfera educacional, a práxis educacional é mobilizada pelos saberes docentes dos profissionais educacionais. As especificidades da educação infantil exigem um profissional que domine vários tipos de saberes, os quais são imprescindíveis para a atuação na educação infantil.

Faz-se necessário, ampliar discussões, buscar referências que auxiliem na construção da identidade do docente para a atuação na educação infantil. A primeira etapa da educação básica é considerada tão importante quanto as demais etapas, ou ao menos deveria ser. Faz necessário um olhar atento e expressivo aos docentes, deve-se repensar acerca da formação do professor e em que tipo de profissional queremos em nossas salas de aula.

Atentar-se as práticas pedagógicas é de suma importância para a condução da formação docente, são pontos iniciais para construir metodologias que visam objetivar a construção do ser docente. Nessa perspectiva, as metodologias da formação docente devem dar suporte para uma mobilização de saberes necessários a formação e ao desenvolvimento do sujeito na primeira etapa da educação.



Uma mobilização de saberes que visam construir e ressignificar a ação docente, voltada para a reinterpretação do conhecimento e não o contrário, pois mais significativo do que conceber a escola meramente como transmissora de teorias, é concebê-la como um espaço rico em possibilidades para a formação e o desenvolvimento das habilidades. Diante do exposto, Freire (1996) defende em suas teorias, que sozinha a educação não tem capacidade de transformar a sociedade, mas que sem ela tampouco a sociedade mudará e não chegaremos a lugar algum. Assim, a educação não é entendida como a única salvação, no entanto, é um caminho para mudanças, para melhorias, para uma sociedade melhor, mais justa, humana e igualitária.

Diante de tais reflexões, escolher a docência como profissão, é também um misto de expectativas, em busca de renovações para com a prática profissional. É possível afirmar que a formação inicial tem um papel relevante na constituição identitária docente, sendo na prática o aperfeiçoamento dos saberes e a construção do ser professor.

## REFERÊNCIAS

ARRIBAS, T. L. **Educação infantil: desenvolvimento, currículo e organização escolar**. 5 edição. Porto Alegre: Artmed, 2004.

Brasil. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. LDBEN nº. 9.394 de 1996. Disponível em: <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm). Acesso em: 09 ago. 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 34<sup>a</sup> ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. (Coleção Leitura).

LIBÂNEO, J. C. **Pedagogia e pedagogos, para que?** 12. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2010.

NÓVOA, António. Formação de professores e formação docente. In: NÓVOA, António. **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992. p. 15-33.

LIBÂNEO, José Carlos. **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1997.

ROLDÃO, Maria do Céu. Profissionalidade docente em análise especialidades dos ensinos superior e não superior. **Revista Nuances**, São Paulo, v. 13, 2005. p. 108 -126.

## A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E GAÚCHA QUE AMPAROU AS ESCOLAS PÚBLICAS NO CENÁRIO PANDÊMICO

Daniela Jéssica Veroneze<sup>1</sup>; Arnaldo Nogaro<sup>2</sup>

Doutoranda em Educação, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Frederico Westphalen, danielajessicav@gmail.com.

Doutor em Educação, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim e Frederico Westphalen, narnaldo@uri.edu.br.

**RESUMO:** A pandemia Covid-19 postulou mudanças nas diferentes áreas da vida humana. Na educação formal não foi diferente. A mudança de espaço e a dissociação do tempo entre ensinar e aprender demonstrou as dificuldades de experienciar a escola em seu amplo sentido, bem como trouxe à tona problemas de cunho da educação formal e social. O presente artigo, de metodologia qualitativa, tem caráter analítico e bibliográfico, objetiva apresentar e discutir os aspectos legais da educação brasileira e do Rio Grande do Sul diante da pandemia Covid-19 para as escolas estaduais gaúchas. Vê-se que a falta de regulamentação específica, a equalização conceitual e as formas de agir entre os estados do ente federado tornaram-se um fator dificultador para que os rumos da educação formal no período fossem menos penosos e mais convergentes. Por fim, destaca-se que o momento é oportuno para uma larga reflexão e discussão envolvendo todos os atores da educação básica sobre como proceder e para a escola retornar no pós-pandemia.

**Palavras-chave:** Pandemia Covid-19. Educação formal. Legislação.

### INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, a formalização da educação é concebida como o ensino de conhecimentos culturalmente postulados e o desenvolvimento de processos básicos de socialização e convivência, os quais eram legitimados quando da frequência presencial escolar de alunos e na interação com seus pares, professores, colaboradores e comunidade. Com o ensino remoto emergencial, mudou-se o ambiente, incorporou-se outros recursos, outras metodologias, outras maneiras de se relacionar e de ensinar e, em alguns casos, outras formas de aprender, porém, priorizou-se os conteúdos e as aprendizagens academicistas.

O contexto pandêmico por si só, limitou as interações e socializações a ambientes não reais – ambientes mediados pelas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) – ou até mesmo a nenhum ambiente institucional, levando a uma mudança drástica na vivência cotidiana da escola. Denúncias feitas pelas escolas sobre os problemas causados pela desigualdade social e pela exacerbação da produtividade verificadas via avaliação em larga escala, se mostraram presentes e escancaradas também no momento pandêmico. Jakimiu (2020) destaca que a instituição, no Brasil, assume papel para além da transmissão e socialização, posto que muitas famílias precisaram ir para a escola acessar programas sociais, sobretudo os relacionados à alimentação. Isto é, a educação brasileira lida com distintas realidades coexistindo com as desigualdades sociais.

Na educação básica formal, nestes tempos, ao se encontrar problemas, agiu-se e age-se conforme as possibilidades, de maneira rápida e com poucos parâmetros a se seguir. Se falta infraestrutura tecnológica digital, entregam-se materiais de forma física. Se os recursos humanos não estão preparados, entra em cena

a fugacidade de (re)aprender para ensinar. Se não há formação antecipada para a transposição didática de ambientes, tenta-se da melhor forma possível, ensinar e aprender.

Sendo assim, amparada na legislação, a Secretaria de Educação do Rio Grande do Sul (RS), optou por democratizar e ampliar o processo educativo de conteúdos durante a pandemia às escolas estaduais de ensino básico, apostando majoritariamente no uso das TDIC para a continuidade do ano letivo. Todavia, argumenta-se que a legislação precisa ser clara, coerente e equitativa, tendo cuidado de considerar as múltiplas facetas educacionais e sociais para a garantia do direito de educação e ouvir quem dela faz parte.

## METODOLOGIA

Este trabalho, de metodologia qualitativa, tem caráter analítico e bibliográfico e objetiva apresentar e discutir as principais legislações direcionadas às escolas estaduais gaúchas, tendo em vista as regulamentações brasileiras e do RS diante da pandemia Covid-19.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES: A LEGISLAÇÃO NA PANDEMIA COVID-19

Denunciado por diferentes órgãos, pesquisas, mídias e práticas, o contexto pandêmico, compadeceu-se na falta de adequação de legislação entre os entes federados e, alguns momentos, pela inação para com o fazer da educação formal. Apesar disso, desde o início da pandemia algumas legislações importantes foram determinadas pelo governo federal e do estado do RS, as quais determinaram os rumos da educação.

No que diz respeito a carência de alinhamento na legislação, observa-se a falta de conceituação adequada a continuidade da educação formal na pandemia. Salienta-se que antes do decreto pandêmico alguns conceitos já se contracenavam na área como os conceitos de educação à distância, ensino híbrido e *homeschooling* e que tais termos, de acordo com Maia, Silva e Casagrande (2020), também encontravam distanciamentos conceituais na legislação brasileira. Mesmo assim, estes termos não conseguiam/conseguem se configurar tal qual o ensino no momento mais grave da pandemia, ganhando destaque o termo ensino remoto emergencial.

Ao analisar a educação estadual gaúcha, nos anos de 2020 e 2021, pode-se distinguir dois momentos específicos: o de fechamento e virtualização das escolas (1); e o retorno controlado para elas (2). O primeiro momento ocorreu entre os meses de março de 2020 e abril de 2021 e o segundo, de maio a diante de 2021. A vista disso, selecionam-se algumas legislações nacionais e estaduais para análise mais aprofundada.

Primeiramente, cabe destacar que todas as legislações se pautam no Parecer CNE/CEB nº 01/2002, o qual prevê mudanças de atividades presenciais para outras modalidades na educação básica perante situações emergenciais que configurem modificações dramáticas da vida cotidiana, sendo possível sua vigência enquanto se aguarda a soluções para o problema emergencial, preocupando-se em não interromper o atendimento educacional compulsório e recorrendo-se a outras ferramentas durante o período (BRASIL, 2002).

Com a instituição da pandemia em 11 de março de 2020, o estado do Rio Grande do Sul, antecipa-se no quesito legislação para educação básica frente a união, ao homologar o Parecer nº 01/2020 CEE/RS de 18 de março de 2020, que orienta as instituições integrantes do sistema estadual de ensino sobre o desenvolvimento das atividades escolares, excepcionalmente, enquanto permanecerem as medidas de prevenção ao novo coronavírus. Ele determina que para validar o ano letivo de 2020, a educação formal pode ser desenvolvida em atividades domiciliares e/ou diante da reorganização do calendário escolar com atividades presenciais após o momento de calamidade (RS, 2020).



O parecer define que só será permitida essa nova forma de ensino se houver a garantia do direito à educação de qualidade, se a proteção à vida e a saúde dos alunos, docentes, funcionários e demais membros estiver garantida, admitindo a contabilização do ano letivo quando: da divulgação da comunidade escolar às formas de prevenção e cuidado, assim como do período de suspensão das atividades presenciais na instituição; do planejamento e organização das atividades escolares; do cumprimento por meio de atividades nos Planos de Estudos e de Curso, cujo planejamento e realização se deem mediante material didático e/ou recurso tecnológico disponível, com o devido registro e consonância com o Projeto Pedagógico; e do registro de atividades e participação efetiva dos alunos, validada pelos colegiados das instituições (RS, 2020).

No dia 1º de abril de 2020, entra em vigor a Medida Provisória (MP) nº 934, a qual foi convertida na Lei nº 14.040, de 18 de agosto de 2020 e que tratam de estabelecer normas educacionais excepcionais que devem ser adotadas durante o estado de calamidade pública. O artigo 1º da MP e da Lei (BRASIL, 2020a, s. p.) destaca que: as instituições de ensino da educação básica ficam dispensadas, “[...] em caráter excepcional, da obrigatoriedade de observância ao mínimo de dias de efetivo trabalho escolar, [...], desde que cumprida a carga horária mínima anual estabelecida nos referidos dispositivos, [...]” e observando “[...] as normas a serem editadas pelos respectivos sistemas de ensino.” Quer dizer, dispensa-se a necessidade de cumprir os 200 dias letivos, devendo-se cumprir apenas a carga horária de 800 horas, aferida por cada sistema de ensino.

Questiona-se, portanto: Quais atividades podem ser contabilizadas? Como reorganizar o calendário escolar? O que priorizar? Que modalidades e níveis de ensino podem ser contemplados? Sobre essa MP, Jakimiu (2020) argumenta que na educação básica, ela acaba por retroceder uma conjuntura já frágil. Para o autor, manter a carga horária faz com que as horas sejam divididas pelos dias restantes, ficando claro que havia esperanças de retomada geral presencial ainda em 2020 em todos os ambientes escolares, por isso os dias letivos acabavam por se tornarem insuficientes, induzindo a um ensino remoto que se distribuiu conforme as possibilidades regionais e institucionais.

Assim como a MP, o parecer gaúcho previa a retomada ampla dos alunos à sala de aula em 2020. Além disso, ele utiliza, no primeiro momento, o termo ensino domiciliar o qual, por incompatibilidade à modalidade, passa-se chamar de ensino remoto nas plataformas de busca, e o entendendo quando da conexão entre professores e alunos na realização de aulas em ambientes virtuais (RS, 2021b). Sabe-se, entretanto, que nem todos os alunos conseguiram/conseguem acesso de suas casas ao ambiente virtual de aprendizagem, bem como carecem de dados públicos para compreender como delineia-se este modelo de ensino e quais desdobramentos poderão continuar no pós-pandemia, uma vez que, de acordo com o Estado (RS, 2021b) antecipa-se o ensino híbrido em três anos.

Considerando as desigualdades econômicas e de acesso à ambientes virtuais, no dia 07 de abril de 2020, sanciona-se a Lei Federal nº 13.987 a qual altera a Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009, que passa a autorizar, em caráter excepcional, durante o período de suspensão das aulas, a distribuição de gêneros alimentícios adquiridos com recursos do Programa Nacional de Alimentação Escolar (Pnae) aos pais ou responsáveis dos estudantes das escolas públicas de educação básica (BRASIL, 2020b). Essa alteração demonstra parte do caráter assistencialista da educação formal brasileira, sendo a escola um dos lugares onde a alimentação saudável é garantida de forma gratuita a determinada população por um período do ano.

Visto as lacunas apresentadas pela MP nº 934, homologa-se o Parecer CNE/CP 5/2020, em 28 de abril o qual é reexaminado pelo parecer CNE/CP 9/2020 de 8 de julho de 2020, que consolida a organização e a “[...] reorganização do calendário escolar e da possibilidade de cômputo de atividades não presenciais para fins de cumprimento da carga horária mínima anual, em razão da Pandemia da COVID-19” (BRASIL, 2020c).

O parecer esclarece que as atividades pedagógicas não presenciais podem ou não ser mediadas por TDIC. Para tanto, o cumprimento da carga horária mínima pode ser feito mediante reposição de carga horária presencial pós-período de emergência; com atividades pedagógicas não presenciais; e com a ampliação da

carga horária diária, bem como com a realização de atividades pedagógicas não presenciais concomitante as aulas presenciais quando da retomada, possibilitando, de forma excepcional, “[...] reordenar a trajetória escolar reunindo em *continuum* o que deveria ter sido cumprido no ano letivo de 2020 com o ano subsequente.” à aqueles que não estiverem no 9º ano do Ensino Fundamental e 3º ano do Ensino Médio (BRASIL, 2020c, p. 4).

No que diz respeito a Educação Infantil, o parecer orienta o envio e a instruções de materiais e atividades lúdicas, brincadeiras e conversas que visem desenvolver as capacidades cognitivas, sociais e educativas das crianças. O parecer reconhece que é de difícil computação de horas de atividades neste nível. Nesse ínterim, cabe a escola buscar, por meio da virtualidade, a aproximação das escolas e das famílias para que se minimizem as perdas no desenvolvimento das crianças (BRASIL, 2020c).

É pelo Parecer 11/2020 de 7 de julho de 2020 o qual é reexaminado em seu item 8 pelo Parecer 16/2020 de 09 de outubro de 2020, que as orientações mais detalhadas sobre o retorno a atividades e a realização de aulas ao presencial e às atividades não presenciais são detalhadas. São destacadas as pesquisas em âmbito internacional que demonstram impactos negativos as aprendizagens, como também orientam sobre procedimentos de retomada autônoma pelos estabelecimentos para todos níveis e modalidades de ensino, que se de forma presencial, precisar-se-iam levar em consideração os ambientes educativos e o contexto local.

O Parecer CNE/CP nº 15/2020, aprovado em 6 de outubro de 2020 (BRASIL, 2020d) importa pela ponderação que faz sobre as reprovações, as quais causariam penalidades desnecessárias aos estudantes diante das diversidades e problemas sociais acometidos. O parecer também apresenta o projeto de resolução que seria aprovado em dezembro de 2020, dando as devidas providências de integração entre os anos letivos (2020-2021) e as formas de retorno presencial. Mas, como proceder com relação à reprovação, quando alguns alunos não tiveram o mínimo de aproveitamento por falta de acesso ao ensino ou até mesmo por não terem competências (autonomia para aprender sozinhos, resiliência...) e ambiente estruturante para proceder com as atividades escolares? Como ponderar com as aprovações e com os anos escolares que seguem?

No dia 10 de dezembro de 2020, é homologada a Resolução CNE/CP 02/2020 a qual, de maneira geral, regulamenta os demais pareceres e se estabelece na Lei 14.040 que institui as relações com a carga horária obrigatória, prevendo o descumprimento desta apenas para a Educação Infantil; os diferentes critérios e organizações para o cumprimento dos objetivos educacionais; o retorno gradual ao ensino presencial cumprindo protocolos sanitários; os entendimentos e normas para as atividades não presenciais e demais orientações ao ensino superior. A legislação destaca sobre a necessidade de integração com as famílias para a educação básica, bem como a importância das TDIC e do desenvolvimento das competências e habilidades postulados pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Contudo, fica a cargo das instituições e estabelecimentos de ensino organizarem a dinâmica da educação formal, a realização das atividades, a forma como avaliariam seus resultados e quais prioridades tomar diante do cenário que se encontram (BRASIL, 2020e).

No RS, as orientações para educação básica nos pareceres federais são acatadas, ganhando destaque, no ano de 2021, para a Matriz de Referência para o Modelo Híbrido de Ensino (RS, 2021a). Assim, a implementação do modelo deve comportar a coexistência de atividades desenvolvidas presencial e remotamente, ou seja, no qual o estudante aprende e desenvolve parte de suas atividades escolares também por meio do ensino on-line (RS, 2021a).

Com as experiências de 2020, o ano de 2021 inicia caracterizado pelas pressões dos pais, responsáveis e outros organismos exigindo a retomada do ensino presencial. No RS, alegando que a Educação Infantil e os dois primeiros anos iniciais do ensino fundamental precisassem de apoio pedagógico presencial, o estado, em 23 de março de 2021, aprova, mas não obriga a reabertura das escolas, definindo “[...] como essenciais as atividades destinadas à Educação Infantil, ao Ensino Fundamental e ao apoio pedagógico aos estudantes.” (PALUDO, 2021, s. p.). Contudo, num primeiro momento, a reabertura das escolas para tais



modalidades fica barrada por decisão judicial enquanto persistisse o risco alto de contaminação, ou seja, enquanto o estado estivesse em “bandeira preta”<sup>1</sup> (PALUDO, 2021, s. p.). Em âmbito nacional esta questão passa a ser considerada como Projeto de Lei n. 5595/2020, a qual visa institucionalizar a educação como serviço essencial, o que possibilitaria aos estados a volta as aulas presenciais mesmo com a calamidade atribuída (BRASIL, 2020f). Até o momento, o projeto encontra-se aguardando votação no Senado.

No RS, em 14 maio de 2021, como processo de retomada controlada da educação formal foi publicada a Portaria Conjunta SES/SEDUC/RS nº 01/2021, com 19 artigos de orientação, apresentando medidas de prevenção, monitoramento e controle da Covid-19 para serem adotadas por todas as instituições de ensino no âmbito do RS (entidade públicas, privadas, comunitárias, confessionais ou outras).

Nos primeiros nove artigos, delibera-se sobre as ações a serem desenvolvidas pelos Centros de Operação de Emergência em Saúde para a Educação (COE-E), informando e adotando as medidas de prevenção, monitoramento e controle da doença. O décimo artigo, com onze incisos, determina as ações que devem ser tomadas dentro das escolas para que a retomada seja segura. Dentre as ações destacam-se: a construção do Plano de Contingência para Prevenção, Monitoramento e Controle da Covid-19, mantendo cópia atualizada para consulta e para análise dos órgãos competentes (II); a constante informação e orientação sobre as medidas de prevenção, monitoramento e controle da Covid-19 (III); providência e atualização dos contatos de emergência dos alunos e colaboradores (IV); organização do fluxo de sentido único de entrada, saída, permanência e circulação antes do retorno presencial (V); organização do escalonamento das atividades (entrada, saída, intervalo, ocupação de pátios e áreas comuns) mantendo as atividades escolares e não favorecendo aglomerações (VI); priorização da realização de reuniões por videochamadas (VII); e a avaliação localmente das possibilidades de realização de atividades físicas, preferindo locais abertos e respeitando as normas sanitárias (IX). O artigo 11, no entanto, afere sobre a implementação das medidas de cuidado e de permanente fiscalização, balizando o uso máscaras, lavagem das mãos ou o uso do álcool gel, distanciamento físico de pelo menos 1,5 metros, ventilação natural cruzada dos ambientes, o evitar e o restringir de aglomerações de pessoas, higienização dos espaços físicos e dos objetos de uso pessoal, como proceder em locais onde acontecem a alimentação e como proceder com as pessoas de grupo de risco (RS, 2021c).

No que tange a escolas onde há crianças menores de seis anos ou com algum grau de dependência, os artigos 12 e 13 designam que deve haver disponibilidade de pessoal capacitado para auxiliar na higiene das crianças, bem como para as crianças que usam fraldas, orientar os colaboradores para que utilizem luvas descartáveis e realizem a adequada lavagem das mãos das crianças após procedimento. Os artigos 14 a 16 tratam sobre as medidas a serem tomadas em caso de suspeita e de confirmação da doença. Nestes consideram apenas pessoas sintomáticas e reforçam para o afastamento e isolamento das atividades de quaisquer pessoas que apresentem sintomas, informando aos órgãos competentes sobre casos suspeitos. Já, o artigo 17 apresenta as medidas a serem adotadas no transporte escolar dos alunos e, os artigos 18 e 19, revogam outras portarias e coloca em vigor a em questão (RS, 2021c).

Com a retomada controlada das atividades presenciais somam-se mais atividades escolares ao seu fazer e ser complexificando-a ainda mais. Contudo, vê-se a essencialidade da educação básica enquanto direito dos cidadãos, desde que haja segurança biológica e física e que se tenha recursos para evitar e/ou minimizar mais danos a educação e a vida. Nesse sentido, a Secretaria Estadual de Educação do RS afirma que repassa mensalmente um valor extra para as escolas – valor da Autonomia Financeira – para que seja usado na reorganização dos espaços físicos e para o combate do coronavírus. Ainda, solicita a busca ativa dos alunos

---

<sup>1</sup> Em 14 de maio de 2021, o RS muda o modelo de gestão da pandemia destituindo o uso de bandeiras para cada região. Pode-se depreender que a mudança de estratégia contribuiu para a retomada presencial das escolas.



que não entregam as atividades, evitando que estes percam o vínculo pedagógico com as instituições de ensino (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO, 2021).

Em uma análise de largo espectro, pode-se denotar que o período ainda pandêmico com vistas específicas na legislação ocorre de forma polêmica e politizada e que se encontra no limbo das disputas governamentais e sociais. Percebe-se um aumento no controle, na burocracia e das atividades escolares, em que, tendo em vistas o incremento das TDIC, mostraram a necessidade da formação continuada e antecipada para com o uso de todos seus sujeitos, incorporando também a formação de pais/responsáveis e, quando do retorno controlado ao presencial, da criação, incorporação e informação constantemente sobre as questões sanitárias.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que foi fator crucial para a não paralização total da escola, o uso das tecnologias na educação, as quais tendem a perpetuar após o momento pandêmico. Sabe-se que mesmo com a legislação pré-pandemia atentando sobre a formação de professores nesses contextos, ela não era massivamente difundida e ativa em todos ambientes educacionais, assim como vê-se uma carência de conceitos específicos e de propostas de como lidar em momentos de calamidades e incertezas tão frequentes a vida humana na área educativa.

Compreende-se assim, que elas são importantes para a área, porém, ressalta-se, que a baixa reflexão pode ocasionar retrocessos de direitos educativos, bem como aumento das desigualdades sociais. Nesse sentido, o uso indiscriminado das tecnologias na educação no contexto pandêmico, se mostra como fator preocupante e tendem a se tornar justificativa para a implementação de novos modelos de ensino.

A esse respeito, Catini (2020) pede cautela com relação a aceleração do uso das tecnologias em meio educacional, pois afirma que tal ferramenta pode ser usada como mecanismo de vigilância e controle social, precisando confrontar os avanços da subordinação do trabalho e do capital, que buscam ampliar o controle sobre os meios de produção do ensino. Por fim, destaca-se que o momento é oportuno para uma larga reflexão e discussão envolvendo todos os sujeitos da educação básica sobre como proceder e para que escola retornar no pós-pandemia.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Parecer CNE/CEB nº 01/2002, de 29 de janeiro de 2002.** Consulta sobre interpretações dos dispositivos legais que tratam do calendário escolar. 29 jan. 2002. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB01\\_2002.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB01_2002.pdf). Acesso em: 23 ago. 2021.

BRASIL. **Medida Provisória 934 de 1 de abril de 2020.** Estabelece normas excepcionais sobre o ano letivo da educação básica e do ensino superior decorrentes das medidas para enfrentamento da situação de emergência de saúde pública de que trata a Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020a. Presidência da República. Secretaria-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Mpv/mpv934.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Mpv/mpv934.htm). Acesso em: 23 ago. 2021.

BRASIL. **Lei 13.987 de 07 de abril de 2020.** Altera a Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009, para autorizar, em caráter excepcional, durante o período de suspensão das aulas em razão de situação de emergência ou

calamidade pública, a distribuição de gêneros alimentícios adquiridos com recursos do Programa Nacional de Alimentação Escolar (Pnae) aos pais ou responsáveis dos estudantes das escolas públicas de educação básica. Diário Oficial da União, 2020b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-13.987-de-7-de-abril-de-2020-251562793>. Acesso em: 23 ago. 2021.

BRASIL. **Parecer CNE/CP Nº 5/2020 de 28 de abril de 2020.** Reorganização do Calendário Escolar e da possibilidade de cômputo de atividades não presenciais para fins de cumprimento da carga horária mínima anual, em razão da Pandemia da COVID-19. 28/04/2020c. Disponível em: <https://abmes.org.br/legislacoes/detalhe/3116>. Acesso em: 23 ago. 2021.

BRASIL. **Parecer CNE/CP nº 15/2020 de 06 de outubro de 2020.** Diretrizes Nacionais para a implementação dos dispositivos da Lei nº 14.040, de 18 de agosto de 2020, que estabelece normas educacionais excepcionais a serem adotadas durante o estado de calamidade pública reconhecido pelo Decreto Legislativo nº 6, de 20 de março de 2020d. Disponível em: [https://files.comunidades.net/profemarli/pcp015\\_20.pdf](https://files.comunidades.net/profemarli/pcp015_20.pdf). Acesso em: 23 ago. 2021.

BRASIL. **Resolução CNE/CP nº 2, de 10 de dezembro de 2020.** Institui Diretrizes Nacionais orientadoras para a implementação dos dispositivos da Lei nº 14.040, de 18 de agosto de 2020, que estabelece normas educacionais excepcionais a serem adotadas pelos sistemas de ensino, instituições e redes escolares, públicas, privadas, comunitárias e confessionais, durante o estado de calamidade reconhecido pelo Decreto Legislativo nº 6, de 20 de março de 2020. 2020e. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-cne/cp-n-2-de-10-de-dezembro-de-2020-293526006>. Acesso em: 23 ago. 2021.

BRASIL. **Projeto de Lei 5595/2020 apresentado em 18 de dezembro de 2020.** Dispõe sobre o reconhecimento da Educação Básica e de Ensino Superior, em formato presencial, como serviços e atividades essenciais. 2020f. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2267745>. Acesso em: 23 ago. 2021.

CATINI, C. **O trabalho de educar numa sociedade sem futuro. Dossiê Boitempo Covid-19.** Disponível em: <https://blogdaboitempo.com.br/2020/06/05/o-trabalho-de-educar-numa-sociedade-sem-futuro/>. Acesso em: 23 ago. 2021.

JAKIMIU, V. C. L. O DIREITO À EDUCAÇÃO NO CONTEXTO DA PANDEMIA (COVID-19) NO BRASIL: PROJETOS DE FORMAÇÃO EM DISPUTA. **Revista Interinstitucional Artes de Educar.** Rio de Janeiro, v. 6, n. Especial II: “Educação e Democracia em Tempos de Pandemia”, p. 94-117, jun/out, 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/riae/article/view/51007/35764>. Acesso em: 23 ago. 2021.

MAIA, M. D. S. A.; SILVA, D. C.; CASAGRANDE, A. L. A educação entre o caos pandêmico, tecnologia e política. **Cadernos de pesquisa: pensamento educacional**, Curitiba, v. 15, n. 41, p. 217-234, set./dez. 2020. Disponível em: <https://seer.utp.br/index.php/a/article/view/2483/2067>. Acesso em: 23 ago. 2021.

PALUDO, L. Eduardo Leite sanciona lei que torna o ensino nas redes pública e privada atividade essencial no RS. **Gaúcha ZH.** 23/03/2021. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br>. Acesso em: 23 ago. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. **Parecer nº 01/2020 de 18 de março de 2020.** Orienta as Instituições integrantes do Sistema Estadual de Ensino sobre o desenvolvimento das atividades escolares, excepcionalmente, enquanto permanecerem as medidas de prevenção ao novo Coronavírus – COVID-19. 18/03/2020. Disponível em: <https://ceed.rs.gov.br/parecer-n-0001-2020>. Acesso em: 23 ago. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. **Matriz de referência para o modelo híbrido de ensino – Ano letivo 2021.** 2021a. Disponível em: <https://escola.rs.gov.br/matriz-de-referencia-2020>. Acesso em: 23 ago. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. **Aulas Remotas.** 2021b. Disponível em: <https://escola.rs.gov.br/aulas-remotas>. Acesso em: 23 ago. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. **Portaria Conjunta SES/SEDUC/RS nº 01/2021.** Dispõe sobre as medidas de prevenção, monitoramento e controle à COVID-19 a serem adotadas por todas as instituições de ensino no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul. 14/05/2021c. Disponível em: <https://saude.rs.gov.br/upload/arquivos/202105/17102713-portaria-conj-ses-seduc-rs-n-01-2021-final.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2021.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO. **O início do Segundo semestre de 2021 é marcado pelo retorno presencial dos estudantes da Rede Estadual,** 04 de agosto de 2021. Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/inicio-do-segundo-semester-de-2021-e-marcado-pelo-retorno-presencial-dos-estudantes-da-rede-estadual>. Acesso em: 23 ago. 2021.



## CONSTRUINDO PROJETOS DE VIDA: UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Dioneia Maria Samua Vieira<sup>1</sup>; Susana Schwartz Basso<sup>2</sup>; Luci dos Santos Bernardi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestranda em Educação do Programa de Pós-graduação em Educação (PPGEDU) da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões URI– Câmpus de Frederico Westphalen-RS.

<sup>2</sup>Mestra em Educação pelo Programa de Pós-graduação em Educação (PPGEDU) da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões URI– Câmpus de Frederico Westphalen-RS.

<sup>3</sup>Doutora em Educação Científica e Tecnológica e Mestre em Educação pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Graduada em Matemática pela Universidade de Passo Fundo (UPF). Professora pesquisadora do Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI/FW).

**RESUMO:** O trabalho educativo perpassa por inúmeros desafios. Pensar o currículo a partir da realidade local e atender o que propõe a Base Nacional Comum Curricular (2017) requer estudo, análise e avaliação constantes. Nesse ensaio, nosso intuito é descrever uma experiência integrada à prática educativa no componente curricular Desenvolvimento Local, o qual faz parte da área diversificada do currículo no Ensino Fundamental. As ações aqui descritas envolvem docentes e discentes de uma escola municipal localizada no estado do Rio Grande do Sul e foram desenvolvidas no ano de 2020. A proposta considerou o plano de formação da escola, seus objetivos e a construção de projetos de vida que se realizam diante de um processo de autoconhecimento, reconhecimento de sua comunidade, lançando olhares para o futuro, com perspectivas de formação pessoal, familiar e de seu entorno, visando o protagonismo dos educandos. Os resultados revelam que a experiência pode ser considerada um marco para a educação escolar, destacando a importância da realização de ações coletivas e colaborativas, nesse espaço e para além dele. Com isso, surgem novas possibilidades, interesses e motivações para ensinar e aprender.

**Palavras-chave:** Currículo. Formação. Projeto de vida.

### INTRODUÇÃO

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2017) estabelece para a Educação Básica o desenvolvimento de competências e habilidades. Para isso, é necessário refletir com a comunidade educativa para, assim, colocar em debate o Projeto Político Pedagógico da instituição, a construção de um novo currículo, bem como atender as demandas emergentes, tendo em vista as especificidades locais.

Diante disso, apresentamos um relato de experiência da implantação do novo currículo de uma escola municipal localizada no estado do Rio Grande do Sul, destacando a inserção de um componente curricular na área diversificada denominado Desenvolvimento Local. Este possui um plano de formação que objetiva atender aos anseios da comunidade local, buscando desenvolver no educando o interesse pelos estudos, ajudando a traçar um projeto de vida (PLANO DE ESTUDO DO COMPONENTE DESENVOLVIMENTO LOCAL, 2020, p. 2).

Os objetivos do plano de formação têm como foco principal a construção de projeto de vida. Segundo a BNCC (2017, p. 9), o projeto se propõe a valorizar a diversidade de saberes e experiências que possibilitem

ao indivíduo entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida. Tudo isso com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.

Entendemos por projeto de vida o que é pensado, construído, observando o contexto de dimensões pessoais, familiares e sociais. Parte-se de uma visão de futuro, estabelecendo relação entre o seu passado, seu presente, com possibilidades, perspectivas, planos, anseios, sonhos, obstáculos, medos e desejos que configuram sentido para o sujeito e seu meio, num processo de autoformação, heteroformação e ecoformação.

A construção dos projetos de vida visa o protagonismo dos educandos e a estruturação de seus *foregrounds*. O termo é conceituado por Skovsmose (2007) como forma de ver o futuro de uma pessoa, incluindo seus sonhos, desejos, expectativas intencões, conquistas, medos, obstáculos e frustrações.

De todas as ações desenvolvidas nessa perspectiva na instituição em análise, discorreremos sobre o processo de formação desenvolvido no ano de 2020, com uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental. Nosso intuito é descrever a prática educativa do componente curricular Desenvolvimento Local, com os docentes e discentes nesse período letivo.

## CAMINHOS DE FORMAÇÃO E CONSTRUÇÃO

Pensar sobre um projeto de vida não é algo fácil e simples. Requer dedicação, estudo e reflexão dos sujeitos. A experiência em análise foi desenvolvida com um grupo de adolescentes, os quais enfrentam muitas mudanças e incertezas, além disso vivenciam um período de isolamento social devido à Pandemia da Covi-19. Para efetivar o projeto diante dessas circunstâncias, foi necessária uma construção dialógica sobre os desejos e sonhos presentes e futuros. Podemos relacionar esse desejo ao conceito de *foreground*, postulado por Skovsmose (2007), o qual defende a forma de ver o futuro de uma pessoa incluindo seus sonhos, desejos, expectativas, intencões, conquistas, medos, obstáculos e frustrações. Ao definir o conceito, o autor leva em consideração as oportunidades sociais, políticas, econômicas e sociais do contexto no qual os sujeitos estão inseridos.

O *foreground* aprofunda os motivos, os desejos que geram a aprendizagem, ou seja, os estudantes só aprenderão se tiverem razões para tal, num movimento significativo de aprender. Moreira (1999) ressalta que uma aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Essa estrutura de conhecimento específico, chamada por Ausubel (1968) de “subsunção”, pode ser entendida como um conceito, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir como “âncora” a uma nova informação, de modo a adquirir significado para esse indivíduo.

Destacamos que o *foreground* é um conceito desenvolvido no campo da Educação Matemática Crítica (EMC) e refere-se aos desejos e expectativas que os indivíduos criam, à forma como cada um vê o seu futuro. Os motivos que cada pessoa tem para aprender são formados em seu *foreground* (SKOVSMOSE, 1994, apud BIOTTO FILHO, 2015). Esses parâmetros referem-se às expectativas de futuro dos estudantes. Por outro lado, se esse *foreground* apresentar uma ideia arruinada, pode gerar a destruição de sonhos e desejos, como argumenta Skovsmose (2007), levando a enormes obstáculos para a aprendizagem.

O termo *foreground* une-se ao termo *background*, o qual faz referência ao passado de uma pessoa, às suas experiências e à sua bagagem cultural (D’AMBRÓSIO, 1990). Ressalta-se nesse sentido, a importância de o sujeito conhecer seu passado, buscar as memórias que o constituem como ser humano, integrante de um grupo familiar e social. Esses conceitos articulam-se na construção de um projeto de vida.

Corroborando ainda nesse processo, ressalta-se o estudo de Hillesheim (2020) que discute os movimentos de formação do individual para e com o coletivo. De acordo com Pineau (2003), essa formação se

dá de forma articulada e continuada em três movimentos, considerando as práticas denominadas autoformação (pessoal-autoprovoça um movimento personalizado, pessoal e de subjetivação da formação), a heteroformação (social-hetero, representa a conexão ao social com o surgimento de novas relações educativas) e a ecoformação (ecológico de coformação, movimento silencioso e, às vezes, rejeitado, mas é a base das relações pessoais com as sociais).

Para Almeida e Cunha (2003), a adolescência, período de vida dos sujeitos aqui em análise, é considerada como uma fase de transição, a qual inclui reconstruir aspectos do passado e elaborar projetos de futuro. Durante esse período, o jovem é convidado a construir seu projeto de vida, colocando em destaque seu *foreground*, elaborando seu projeto, construindo novos significados sobre si e sobre o mundo, ressignificando sua trajetória de vida, almejando um futuro promissor, com novos olhares e perspectivas.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017), a escola é mobilizada a contribuir na formação e no delineamento do projeto de vida dos estudantes da educação básica, de modo vinculado às competências gerais, em especial, a competência seis, na dimensão Trabalho e Projeto de Vida, a qual expõe:

Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade. (BRASIL, 2017, p. 9).

No âmbito do cenário educativo, o projeto de vida é construído a partir da realidade pessoal e familiar, atribuindo significado às suas pretensões e contribuindo para sua experiência de vida. Não se destaca a atividade pela atividade, mas a relevância do conhecimento para o próprio sujeito.

## DA ELABORAÇÃO AO SEMINÁRIO DE APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS DE VIDA

A experiência aqui em análise iniciou com a implantação de um componente curricular Desenvolvimento Local, da área diversificada, que visa:

Qualificar os estudantes para que possam desenvolver a capacidade de compreensão da própria vida (identidade), conhecer sua história, suas origens, características e potencialidades. Ainda, que consigam fazer o reconhecimento dos valores familiares, morais e éticos; refletir sobre desejos e objetivos, aprendendo a se organizar, estabelecer metas, planejar e prosseguir com determinação, esforço, autoconfiança e persistência seus propósitos presentes e futuros. Igualmente, inclui o autoconhecer-se, o reconhecimento da comunidade local (rural e urbano), as atividades sociais, econômicas e culturais, serviços públicos e privados, projetando olhares no que diz respeito ao mundo do trabalho e seus impactos na sociedade, bem como das novas tendências tecnológicas e profissões. Ao estimular tais iniciativas e objetivos, almeja-se, ao final do ensino fundamental, na elaboração e apresentação do Projeto de Iniciação Profissional de Vida (Projeto de Vida), identificar o protagonismo do educando no desenvolvimento local. (PLANO DE ESTUDO DO COMPONENTE DESENVOLVIMENTO LOCAL, 2020, p. 3).

O processo educativo proposto demanda pensar o exercício da docência enquanto atividade complexa, haja vista envolver condições e competências que evidenciam a relação do professor consigo e com todos os aspectos inerentes à sua profissão. Assim, a formação do professor pode ser identificada como um desafio que busca discutir, refletir e compreender os conceitos da sua atuação profissional nos mais diversos âmbitos.

Para iniciar os trabalhos, a Secretaria Municipal de Educação e Cultura da rede em análise promoveu uma formação aos docentes. Consciente da complexidade que envolve o processo, a mantenedora contactou o



Centro Integrado de Pesquisa e Extensão da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI - Câmpus de Frederico Westphalen - RS, com o intuito de planejar ações para formação continuada dos professores da Rede Municipal de Ensino.

Nesse cenário, a formação e estudos aprofundados sobre a temática contribuíram para organização prática do plano de formação. O plano de formação ajuda a traçar um projeto de vida, alicerçado em valores morais e éticos, buscando conhecimentos teóricos e práticos sobre a construção de sua própria identidade. Para isso, considera-se o meio socioprofissional e suas relações, bem como demanda conhecer e vivenciar as atividades culturais, sociais, econômicas, políticas e administrativas do município onde está localizado. Além disso, demanda intensificar e fortalecer as relações familiares e comunitárias, através de instrumentos pedagógicos, apoiando ações afirmativas voltadas à sustentabilidade, sucessão familiar e desenvolvimento das famílias, com exemplos de organização como o associativismo, o cooperativismo, visando o bem comum da coletividade (PLANO DE ESTUDO DO COMPONENTE DESENVOLVIMENTO LOCAL, 2020).

No ano de 2020, além do desafio de implantação do componente curricular Desenvolvimento Local, destacou-se as incertezas estabelecidas em função do momento pandêmico instaurado.

Após a formação continuada dos docentes, organizou-se na escola uma equipe para coordenação e orientação de projetos de vida dos estudantes, designada pela Secretaria Municipal de Educação e Cultura em conjunto com a direção. A comissão foi constituída pelo coordenador pedagógico, por um representante da equipe pedagógica da Secretaria Municipal de Educação e Cultura, um representante da equipe diretiva, uma psicóloga da instituição escolar, um ou mais professores efetivos, orientadores de projetos e das áreas do conhecimento, um representante do segmento pais e alunos integrantes do Conselho Escolar.

De acordo com o plano de formação, foram elencados alguns temas e objetos de estudo, distribuindo-os durante o ano letivo. Entidades parceiras e profissionais de distintas áreas contribuíram com palestras, seminários durante as aulas *on-line* e presenciais, possibilitando leituras e aprofundamentos teóricos.

Durante o ano letivo, seguindo o planejamento, os alunos puderam estruturar seus projetos de vida articulados com suas realidades, observando alguns elementos significativos que os identificam como sujeitos, sua participação comunitária, objetivos, metas, referenciais de estudos teóricos sobre um tema de interesse pessoal, planejamento e perspectivas futuras, contando com o apoio da equipe escolar.

Após o estudo para a construção e planejamento das aulas práticas, contemplando os objetivos do plano de formação do componente curricular Desenvolvimento Local, foi organizado um seminário integrador de projetos de vida, com o intuito de apresentar e socializar esta caminhada. Os estudantes retrataram seus *background*, ou seja, sua identificação, caracterizando seu meio familiar e social, evidenciando seus *foreground* com êxito, vislumbrando possíveis caminhos para continuar os estudos e realizar seus sonhos, assim consolidando o protagonismo almejado.

Ao final do ano, a consolidação desses trabalhos resultou na publicação do primeiro volume do livro *Meu Projeto de Vida: transformando o futuro*, que apresenta um recorte do trabalho realizado nesse período.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência com a formação voltada para construção e orientação de projetos de vida trouxe desafios e aprendizagens. Através deste trabalho, os educandos puderam potencializar seus *foregrounds*, dialogar com suas famílias, pensar sobre questões pessoais, culturais, bem como seu papel diante da comunidade e suas perspectivas futuras de estudo, lançando olhares para o mundo do trabalho e para as profissões.

O movimento realizado para a construção de cada projeto de vida foi significativo. Cada educando precisou lidar com seus anseios, com as dificuldades tecnológicas e com a distância física em tempos de pandemia para encontrar sua temática e materializá-la através da escrita.

Destaca-se, para a implementação da proposta, a importância do trabalho coletivo e colaborativo dos docentes, discentes, familiares e comunidade local. Isso se dá no espaço escolar e para além dele, com a efetivação das ações e planejamento, consolidando os objetivos propostos no plano de formação e dando espaço ao protagonismo dos educandos no desenvolvimento local.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. M. O.; CUNHA, G. G. Representações sociais do desenvolvimento humano. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, 2003.

AUSEBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BIOTTO FILHO, D. **Quem não sonhou em ser um jogador de futebol?** Trabalho com projetos para reelaborar *foregrounds*. 2015. 234f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. São Paulo, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação infantil e ensino fundamental**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.

D'AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática: arte ou técnica de explicar e conhecer**. São Paulo: Ática, 1990.

HILLESHEIM, L. P. **Ethos de formação por alternâncias na educação superior: ciclo formativo em uma universidade comunitária no RS**. 2020. 202 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2020.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: UNB, 1999.

**PLANO DE ESTUDO DO COMPONENTE DESENVOLVIMENTO LOCAL**. Escola Municipal de Ensino Fundamental Afonso Balestrin. Taquaruçu do Sul-RS, 2020. 14 p.

PINEAU, G. **Temporalidade na formação**. Tradução de Lucia Pereira de Souza. São Paulo: TRIOM, 2003.

SKOVSMOSE, O. **Educação crítica: incerteza, matemática, responsabilidade**. São Paulo: Cortez, 2007.

## OS SABERES E A IDENTIDADE DOCENTE NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO INFANTIL

Cristiane Rodrigues Mendes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mestranda em Educação no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI/FW). E-mail: crisdomkas@hotmail.com

**RESUMO:** A identidade docente é constituída por saberes, os quais são plurais e apresentam especificidades conforme o contexto e o nível de ensino em que o docente atua. O nível de atuação, nesta pesquisa, se desenvolve no âmbito da educação infantil, que apresenta especificidades em relação a quem atua em outras etapas ou em outros níveis de ensino. Diante desse cenário, objetiva-se pesquisar sobre os saberes que constituem a identidade docente. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa de revisão bibliográfica, a qual propiciou a compreensão de que a formação da identidade é vista como um processo contínuo em busca da inovação e do saber. Embora os saberes oriundos da formação sejam essenciais para a formação do professor, os saberes experientiais ficam bastante latentes, especialmente nessa etapa do ensino, já que a teoria nem sempre prepara para a prática de fato, especialmente para o trabalho com as crianças bem pequenas. Conclui-se que a Educação Infantil, compreendida como parte constitutiva da educação básica, tem se tornado, cada vez mais, um desafio a ser enfrentado pelos educadores. Assim, percebe-se que a formação dos professores necessita de saberes cada vez mais específicos para atuação nos diferentes contextos e etapas de ensino.

**Palavras-chave:** Identidade. Saberes docentes. Formação. Educação Infantil.

### INTRODUÇÃO

A identidade docente é constituída por saberes, os quais são plurais e apresentam especificidades conforme o contexto e o nível de ensino em que o docente atua. O nível de atuação, nesta pesquisa, se desenvolve no âmbito da educação infantil, que apresenta especificidades em relação a quem atua em outras etapas ou em outros níveis de ensino. Diante desse cenário, a partir de uma pesquisa de revisão de literatura, objetiva-se pesquisar sobre os saberes que constituem a identidade docente.

Pensar em identidade vai além de meros dados registrados em um papel, segundo Ciampa (2004) quando somos indagadas/os sobre: “Quem eu sou?” e “Quem somos?”, pensa-se imediatamente em respostas que descrevem de forma geral, de maneira que se diria a qualquer pessoa quando questionadas, mas ao final da resposta não nos é possível realmente conhecer o indivíduo.

Para abordar a identidade do professor ao trabalhar com criança é importante entender e definir quem são essas crianças. Sabemos que por muito tempo, as crianças pequenas foram descritas e definidas principalmente por suas fragilidades, suas incapacidades e sua imaturidade. Nos últimos anos, porém, as pesquisas vêm demonstrando as inúmeras capacidades das crianças. Temos um conhecimento cada vez maior acerca da complexidade de sua herança genética, de seus reflexos, de suas competências sensoriais e, para além de suas capacidades orgânicas, aprendemos que as crianças também são pessoas potentes no campo das relações sociais e da cognição. Elas são dotadas de um corpo no qual afeto, intelecto e motricidade estão profundamente conectados, e é a forma particular como esses elementos se articulam que vai definindo as



singularidades de cada indivíduo ao longo de sua história. Cada criança tem um ritmo pessoal, uma forma de ser e de se comunicar.

## A IDENTIDADE DO DOCENTE

Ao realizar pesquisa no dicionário Aurélio, encontrei a definição de identidade que é: qualidade do que é idêntico; conjunto de características que distinguem uma pessoa ou uma coisa e por meio das quais é possível individualizá-la. Para Marcelo Garcia (2009), a identidade do professor é caracterizada pela forma como o docente se percebe como é visto por seus pares e pela sociedade. Já Dubar (2005), esclarece que é por isso entre as diferentes identidades que um indivíduo possui, a profissional tem se tornado cada vez mais importante, pois as profissões e os empregos que são fruto de construções sociais permeiam o cotidiano dos indivíduos e tem papel singular na sociedade.

Segundo Imbernón (2010, p. 36), “A identidade pode ser negociada, porque existem sujeitos de ação que já não se definem, objetiva ou externamente, mas que são eles mesmos os que possuem a capacidade de produzir e definir o significado daquilo que fazem”. Assim, o autor nos oferece a compreensão de que o reconhecimento da identidade permite a compreensão e a interpretação do trabalho docente e melhor interação com os outros e com a situação que se vive no cotidiano das instituições escolares. E aqui já começo a afunilar o conceito, pois até posso apresentar muito brevemente o conceito geral de identidade, mas entendo como crucial especificar a identidade docente, pois a mesma apresenta características peculiares atreladas a quem atua nessa profissão.

Dubar (1997) tem a visão de que a identidade profissional docente se constitui como uma interação entre a pessoa e suas experiências individuais e profissionais. Para ele, ela se desenvolve durante toda a vida. Assim, o autor afirma que a identidade não é aquilo que permanece necessariamente idêntico, mas o resultado de uma identificação contingente. É o resultado de uma dupla operação linguística: diferenciação e generalização.

Seguindo a linha do pensamento de Dubar (1997), ele ressalta cada uma delas, onde afirma que a diferenciação, visa definir a diferença, aquilo que faz a singularidade de alguém ou de alguma coisa em relação a outra coisa ou a outro alguém: a identidade é a diferença. E que a generalização é aquela que procura definir o ponto comum a uma classe de elementos todos diferentes de outro mesmo: a identidade é pertença comum. O autor faz uma definição que estas duas operações estão na origem do paradoxo da Identidade: aquilo que existe de único e aquilo que é partilhado. Este paradoxo não pode ser resolvido enquanto não se tiver em conta o elemento comum a estas duas operações: a identificação de e pelo outro. Não há, nesta perspectiva, identidade sem alteridade. As identidades, assim como as alteridades, variam historicamente e dependem do seu contexto de definição.

Diante destes esclarecimentos, é visto que com o passar dos anos as mudanças das reformas educacionais, a profissão docente foi mudando, e essas transformações estão desempenhando um papel que provoca instabilidade no que diz respeito às certezas que em outras décadas caracterizaram nossas sociedades. Assim, pode-se compreender que o sujeito está sempre em busca de melhorar sua identidade profissional.

Dessa forma, vê-se a importância de se considerar o professor em sua própria formação, em um processo de autoformação, de reelaboração dos saberes iniciais em confronto com sua prática vivenciada. Assim seus saberes vão-se constituindo a partir de uma reflexão na e sobre a prática

## OS SABERES DOCENTES

Além da identidade profissional, outro conceito pertinente para ser abordado é o dos saberes que os docentes possuem ou devem possuir. Nesse sentido, Pimenta (1997, p. 6), compreende que,

Dada a natureza do trabalho docente, que é ensinar como contribuição ao processo de humanização dos alunos historicamente situados, espera-se da licenciatura que desenvolva, nos alunos, conhecimentos e habilidades, atitudes e valores que lhes possibilitem, permanentemente, irem construindo seus saberes e fazeres docentes, a partir das necessidades e desafios que o ensino, como prática social, lhes coloca no cotidiano.

Pimenta (1999) parte da permissa de que a teoria dos conhecimentos da educação e da didática se faz necessária para a compreensão do ensino como realidade social e, que desenvolva a capacidade de investigar a própria atividade para, a partir dela, constituírem e transformarem os seus saberes-fazeres docentes, em um processo contínuo de construção de suas identidades como professores.

A autora identifica na sua pesquisa que é do:

Confronto entre as teorias e as práticas, da análise sistemática das práticas à luz das teorias existentes, da construção de novas teorias, constrói-se, também, pelo significado que cada professor, enquanto autor confere “à atividade docente no seu cotidiano a partir de seus valores, de seu modo de situar-se no mundo, de sua história de vida, de suas representações, de seus saberes, de suas angústias e anseios, do sentido que tem em sua vida: o ser professor”. Assim, como a partir de sua rede de relações com outros professores, nas escolas, nos sindicatos e em outros agrupamentos (PIMENTA, 1999, p. 19).

Tardif (2000, p. 219), salienta que, “Quanto mais um saber é desenvolvido, formalizado, sistematizado, como acontece com as ciências e os saberes contemporâneos, mais se revela longo e complexo o processo de aprendizagem que exige, por sua vez, uma formalização e uma sistematização adequada”. O autor faz a consideração de que tanto a escola como os professores mudaram, a questão dos saberes docentes agora se apresenta com outra versão, em decorrência da influência da literatura de pesquisas brasileiras, que passam a considerar o professor como um profissional que constrói e desenvolve conhecimentos a partir da prática e no confronto com as condições da profissão.

Entender a docência como trabalho, na perspectiva de Tardif e Lessard (2005, p. 39), pressupõe a concepção de que “Organização, objetivos, conhecimentos e tecnologias, objetos, processos e resultados constituem, conseqüentemente, os componentes da docência [...]”. Assim sendo, é de grande relevância compreender que a profissionalização docente e a prática pedagógica cotidiana das escolas caminham juntas, e que a socialização dos conhecimentos da profissão acontece nas instituições nas quais o professor atua, por isso, “somente a prática dará consistência ao repertório pedagógico que os professores foram assimilando ao longo de sua formação, e dessa forma não se pode falar de profissionalização docente sem se referir ao estabelecimento de ensino” (LÜDKE; BOING, 2004, p. 1174).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização da leitura de referencial teórico propiciou a compreensão de que a formação da identidade é vista como um processo contínuo em busca da inovação e do saber, pois ao se tornar professor é visto que

a prática é diferenciada da teoria, pois os desafios da prática é um universo cheio de surpresas e de constante busca para propiciar a aprendizagem.

Viu-se que a formação inicial recebida na graduação não se baseia somente em teoria aprendida em sala de aula, mas, deve ser desenvolvida por todo o tempo de atuação dentro de uma sala aula, onde se deve buscar formação continuada comprometida com a prática diferenciada.

A Educação Infantil, compreendida como parte constitutiva da educação básica, tem se tornado, cada vez mais, um desafio a ser enfrentado pelos educadores. Assim, percebe-se que a formação dos professores nessa etapa necessita de saberes que identifica sua identidade.

Nesse pressuposto, conclui-se que os docentes precisam ter uma visão de que inovar é preciso, pois diante de tantas mudanças, se faz necessário realizar a associação da prática pedagógica aos suportes teóricos, sempre estar atualizado, provocando transformação a si e a sua atuação como educador.

## REFERÊNCIAS

CIAMPA, A.da C. Identidade. In: SILVA, T.M Lane e CODO Wanderley (Orgs.) **Psicologia Social: O homem em movimento**. São Paulo: Brasiliense, 2004.

DUBAR, C. **A crise da Identidade**. A interpretação de uma mutação. Porto: Afrontamento, 1997.

DUBAR, C. **A socialização**: Construção das identidades sociais e profissionais. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

GARCIA, M. Desenvolvimento profissional docente: passado e futuro. **Revista de Ciências da Educação**, n. 8, jan./abr., 2009.

IMBERNÓN. F. **Formação continuada dos professores**. Artmed: São Paulo, 2010.

LÜDKE, Menga; BOING, Luiz Alberto. Caminhos da profissão e da Profissionalidade docentes. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 25, n. 89, p. 1158-1180, set./dez. 2004.

PIMENTA, S. G. Formação de professores: Identidade e saberes da docência. In: PIMENTA, Selma Garrido (Org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. São Paulo: Cortez, 1999.

PIMENTA, S, G. Formação de professores: saberes da docência e da identidade do professor. **Revista Nuances**, v. 3, 1997.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas conseqüências em relação à formação para o magistério. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 13, p. 5-24, jan./fev./mar./abr. 2000.

TARDIF, M; LESSARD, C. **O Trabalho Docente**: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. Petrópolis: Vozes, 2005.



## PRÁTICAS EDUCATIVAS COM BEBÊS NA EDUCAÇÃO INFANTIL: NOTAS REFLEXIVAS

Erone Hemann Lanes<sup>1</sup>; Jordana Wruck Timm<sup>2</sup>

1 Doutoranda em Educação pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI/FW). Professora de Educação Infantil na rede municipal de Chapecó. E-mail: eronehl@gmail.com

2 Orientadora. Doutora em Educação (PUCRS). Bolsista pelo Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD/CAPES) e professora colaboradora no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI/FW). E-mail: jordanawruck@hotmail.com

**RESUMO:** Este estudo de cunho bibliográfico visa apresentar notas reflexivas acerca das nuances que emergem das práticas educativas realizadas com o grupo etário dos bebês no contexto de atendimento formal e coletivo das instituições de Educação Infantil. O aporte teórico é representado por diferentes autores que discutem a educação nesta etapa na contemporaneidade, entre eles: Fochi, Barbosa, Guimarães, dentre outros, bem como nas principais orientações legais da área. O conceito de currículo orientador das práticas, os contextos de vida das crianças fora da instituição educativa, a articulação entre as ações de educar e cuidar e a complexa sutileza necessária ao trabalho docente realizado com os bebês compõem o conjunto de nuances discutidas. Como reflexões e conclusões finais destaca-se que diante das especificidades e sutilezas que permeiam a educação dos bebês é preciso que a todo momento os adultos envolvidos no processo se questionem sobre como exercem suas práticas, sobre quais concepções orientam seus fazeres, sobre como consideram os sentidos que os próprios bebês constroem sobre o mundo, para que então possam construir uma prática educativa forjada com eles e não somente para eles.

**Palavras-chave:** Práticas educativas. Educação Infantil. Bebês.

### INTRODUÇÃO

O reconhecimento dos bebês como sujeitos de direitos a educação desde o seu nascimento, determinado pela Constituição Federal de 1988 e reafirmado pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996, impulsionou a educação das crianças em espaços coletivos e a ampliação significativa do acesso dos bebês e crianças às instituições formais de Educação Infantil. Essa oferta vem desencadeando mudanças importantes no cenário educacional e social, pois ampliou a concepção de educação na infância da perspectiva prioritariamente assistencialista para a compreensão de que o atendimento institucionalizado constitui um processo educativo e tem papel fundamental na humanização do sujeito, assegurando-o como um direito de toda criança.

Desde então, a (re)invenção das práticas educativas desenvolvidas na Educação Infantil ganham constantemente reforço, tanto no âmbito das orientações legais (BRASIL, 1998; 1999; 2009a; 2009b; 2017) vistas pelos estudiosos da área com maior ou menor coerência com as especificidades do trabalho com os bebês e crianças, quanto no âmbito das teorias e pesquisas acadêmicas, sobretudo aquelas que defendem a identidade das práticas educativas e a necessidade de um currículo específico para essa faixa etária (BARBOSA, 2010; FOCHI, 2015b).

Nos últimos anos, com a promulgação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o movimento de reestruturação das práticas se intensificou. Embora muitas críticas possam ser tecidas ao fato de a BNCC

apresentar um discurso tendencioso que estabelece como sinônimos “currículo mínimo” e “Base Nacional Comum”, influências diretas do setor empresarial nas instâncias de discussão e de decisão das políticas públicas em educação e ênfase dada aos processos avaliativos para o alcance de índices (LIMAVERDE, 2015), na etapa da Educação Infantil a mudança do arranjo curricular por áreas de conhecimento para “Campos de Experiência” representou uma grande novidade, demandando estudos e formações entre os/as professores/as e as redes de educação, com vistas a compreender a lógica de um currículo que não se estrutura em conteúdos prévios, mas se centra na experiência da criança, ou seja, no modo como ela constrói sentido sobre si, sobre o outro e sobre o mundo (FOCHI, 2015a; 2016; 2020).

Nesse âmbito, as dimensões que envolvem as práticas educativas desenvolvidas na Educação Infantil ganham centralidade nas revisões curriculares realizadas a partir da BNCC. Entendidas “como o conjunto das ações socialmente planejadas, organizadas e operacionalizadas em espaços intersubjetivos destinados a criar oportunidades de ensino e aprendizagem” (MARQUES; CARVALHO, 2016, p. 123), estão cerceadas por fatores que envolvem o contexto de oferta das práticas, a concepção de criança, infância, político e pedagógicas da instituição, o contexto singular social e cultural de cada criança, a formação e a subjetividade docente, entre outros aspectos. Ou seja, ao contrário de áreas do conhecimento que são identificadas com fronteiras bem definidas, a etapa da Educação Infantil contempla aspectos que lhe dão grande complexidade.

Diante do exposto, nos breves apontamentos apresentados neste estudo, busco refletir acerca da seguinte questão: Quais nuances emergem no/do contexto das práticas educativas realizadas com os bebês na instituição de Educação Infantil? Por meio desse questionamento orientador, busco evidenciar elementos que constituem a complexidade do trabalho educativo nesta faixa etária. Para apresentar as notas reflexivas deste estudo bibliográfico, aponto algumas nuances que emergem no/do processo educativo cotidiano com os bebês, alicerçadas em estudos de diferentes teóricos da área da Educação Infantil na contemporaneidade, os quais refletem sobre as potencialidades e/ou dificuldades que as mesmas representam no desenvolvimento das práticas educativas. Por fim, apresento as breves considerações finais para encerrar a escrita do texto, porém, sem a pretensão de apontamentos conclusivos.

## **AS NUANCES DA PRÁTICA EDUCATIVA REALIZADA COM OS BEBÊS: BUSCANDO INDÍCIOS**

É possível considerar que as pesquisas que abrangem o trabalho com os bebês e a identidade dos processos educativos da primeiríssima infância vem ganhando espaço, motivadas pela ampliação da oferta e pelas ressignificações das práticas, convocadas principalmente a partir da promulgação da BNCC, como destacado anteriormente. Dentre estas, podemos destacar Guimarães (2011), Ortiz, Carvalho (2012), Schmitt (2014), Fochi (2015b), Silva, Souza, Mello, Lima (2018), dentre outros. A conquista desse espaço ocorreu concomitantemente aos avanços nas discussões e na compreensão dos/as próprios/as professores/as sobre a concepção de criança e do trabalho a ser desenvolvido com elas nos contextos educativos formais.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil (DCNEI) nos convocam a compreensão de que este trabalho deve contemplar o conjunto de práticas que buscam articular as experiências e os saberes das crianças com os conhecimentos que fazem parte do patrimônio cultural, artístico, ambiental, científico e tecnológico, de modo a promover o desenvolvimento integral de crianças de 0 a 5 anos de idade (BRASIL, 2009a).

Esse conceito de currículo nos remete a pensar acerca do que destaco como primeira nuance no âmbito das práticas educativas realizadas com os bebês, além de representar um grande desafio aos/às profissionais, pois os/as coloca diante da complexidade da realização da “escuta” dessas crianças em possíveis linguagens que ainda não são expressas por palavras, mas, potencialmente pelo corpo, movimentos, olhares, pelo choro,

pelos silêncios, pela gestualidade, relações que estabelecem com o outro e com os objetos e, nesse contexto, principalmente pela brincadeira, além de um conhecimento profundo acerca do desenvolvimento infantil. Como nos diz López (2018, p. 110):

O trabalho com bebês e crianças pequenas exige que as pessoas responsáveis *aprendam a ler crianças*, uma das tarefas mais complexas que podemos imaginar. Ler entre linhas, ler entre gestos, ler marcas do tempo ou ler sem palavras. A tarefa de interpretar seus sentimentos e suas necessidades, seus modos de pensar, requer uma sensibilidade e uma disponibilidade particular, além de certos conhecimentos específicos acerca do desenvolvimento infantil (grifos da autora).

É preciso, portanto, compreender quais são os saberes expressos pelos bebês nas vivências que lhe são proporcionadas no decorrer das práticas, para que seja possível identificar seus interesses e necessidades e, assim, articular saberes e conhecimentos em ações voltadas ao desenvolvimento e a aprendizagem.

Contudo, sabe-se que cada bebê possui características singulares, manifestadas pelos seus modos de ser e estar, visto que o bebê é um ser que está sendo no mundo e, portanto, não pode ser visto como sujeito que ainda não é ou ainda não faz, o que demanda dos/das profissionais, para o desenvolvimento das práticas, considerar os contextos de vida familiar e social dos bebês, pois estes estão inseridos em diferentes e diversificadas culturas. A esse respeito, Barbosa (2010, p. 4) nos diz que:

Cada família tem um modo de alimentar, embalar, acariciar, brincar, tranquilizar ou higienizar as crianças. E estas ações podem ser realizadas de diversas formas, afinal as diferentes culturas inventaram múltiplos modos de criar suas crianças pequenas. E cada família tem um modo específico para compreender o choro de uma criança, suas necessidades de alimentação e de brincadeira e fazer suas escolhas tendo em vista as tradições familiares ou concepções aprendidas com diferentes interlocutores.

Nesse contexto, a segunda nuance possível de ser destacada neste estudo, diz respeito à necessidade de que os saberes das crianças e de suas famílias sejam reconhecidos e articulados às práticas educativas realizadas na instituição de Educação Infantil, pois, fazem parte das práticas sociais e culturais que essas crianças vivenciam fora da escola, sendo impossível pensar em uma educação de crianças pequenas que não dialogue com a cultura de suas famílias. Para tanto, compreendemos que a educação não se restringe ao espaço escolar, porque é uma atividade humana que perpassa todos os âmbitos sociais, sobretudo o familiar, o qual é o principal determinante dos contextos diversos e heterogêneos em que os bebês estão inseridos, de modo que, “torna-se um equívoco, então, pensar que a educação é uma prática apenas escolar, pois a escola é um dos espaços no qual o processo educativo acontece” (ALVES; SANTOS; TEIXEIRA, 2020, p. 12), mas não é o único.

Para além dos aspectos culturais e sociais, a relação escola e família denota a necessidade de articulação entre as dimensões de educar e cuidar, pois são práticas esperadas pelas famílias ao inserirem seus bebês, crianças de tão pouca idade, à participação em um espaço coletivo de educação, sob o acompanhamento de um/a profissional com o/a qual necessitam estabelecer uma relação de confiança, ao mesmo tempo em que cabe a estes/as profissionais desenvolver práticas educativas e pedagógicas que tenham significado nas dimensões do cuidar e do educar.

A discussão acerca da articulação dessas duas dimensões estruturantes das práticas desenvolvidas na Educação Infantil, há muito tempo ultrapassa o espaço da instituição na busca pela definição da especificidade educacional do atendimento institucionalizado das crianças de 0 a 3 anos e representa um grande desafio, tanto para a formulação de políticas públicas, quanto para a organização das práticas



cotidianas. Guimarães (2011, p. 38) traduz o equívoco na compreensão dessas ações por meio das seguintes palavras:

A ação de educar é compreendida como instruir e transmitir conhecimentos (ensinar as cores, os nomes dos objetos etc.), numa perspectiva de tutela da ação da criança e de sua compreensão do mundo. Cuidar é considerado como atender às demandas de sono, higiene e alimentação, proteger, ou “tomar conta” da criança, numa intenção disciplinadora.

Nesse contexto, considero a articulação entre as ações de educar e cuidar como terceira nuance merecedora de apontamento neste estudo, visto que os limites de abrangência de seus sentidos estão diretamente relacionados às práticas educativas desenvolvidas na etapa da Educação Infantil, principalmente na faixa etária de 0 a 3 anos.

Entendidos aqui como ações complementares de um mesmo ato, cuidado e educação, demandam formas de relacionamento com as crianças e com as famílias que desafiam a tradição escolar que caracteriza o trabalho nas instituições educativas, sobretudo relacionadas a ênfase na transmissão do conhecimento. Tais desafios, muitas vezes, levam os/as professores/as a realização de produção estereotipadas, em folhas A4, carimbagem de mãos e pés dos bebês, na tentativa de apresentar um produto final do processo educativo que realizam, pois consideram que somente com atividades palpáveis darão visibilidade ao trabalho.

Na busca por avançar nesta discussão e instrumentalizar os/as professores/as na perspectiva teórica e prática, diversos estudos (FOCHI, 2015c; MARTINS FILHO, 2013) têm discutido a potência e a importância de se considerar a vida cotidiana como um laboratório de aprendizagem, na medida em que evidenciam o quanto os momentos de troca de fraldas, alimentação, sono, higiene, etc. possibilitam situações que ampliam as aprendizagens e o desenvolvimento das crianças e, portanto, são práticas educativas que necessitam ser planejadas e organizadas pelos/as docentes, para que efetivamente se configurem como oportunidades de aprendizagem.

Nesse âmbito, considero a complexa sutileza necessária ao trabalho docente realizado com os bebês (FOCHI, 2015d; TRISTÃO, 2006) como outra nuance emergente das práticas educativas, que nas discussões atuais se apresenta com maior intensidade, possivelmente também impulsionada pelas revisões curriculares advindas da BNCC, com a organização do trabalho pedagógico em campos de experiências. Tal sutileza demanda a compreensão da potência de práticas educativas que não se pautam diretamente em aulas estruturadas para a transmissão de conteúdos escolares aos bebês, mas sim, no planejamento, organização e oferta de relações, contextos, materiais, espaços, tempos, situações de interação e brincadeira que, com a intencionalidade estabelecida a partir da identificação dos interesses e das necessidades dos bebês, proporcionam aprendizagens e possibilitam o desenvolvimento integral a eles.

Ser professor/a de bebês requer a adoção de outros modos de realização de práticas educativas que não estejam pautadas na transmissão de conhecimentos de forma direta, tampouco focadas no/na professor/a ou na criança, mas na relação que se estabelece entre ambos e no profundo respeito e entendimento da capacidade e das formas pelas quais as crianças pensam e agem no mundo (MONTEAGUDO, 2018). Para tanto,

A educação infantil formal, como primeira etapa da escolarização das crianças, deve ser constituída como uma ação voltada à formação da pessoa-criança, contribuindo para o seu processo de humanização por meio de uma prática pedagógica dialógica, que a reconheça como um ser que está sendo no mundo e que ao mesmo tempo, interfere e altera esse mundo que também está sendo (SILVA; FASANO, 2020, p. 78).

Esta compreensão é fundamental para circunscrever a função social das instituições de Educação Infantil, ou seja, sua constituição educacional, voltada à realização de processos de ensino e aprendizagem e ao desenvolvimento humano (MARQUES; CARVALHO, 2016), sobretudo no atendimento às crianças de 0 a 3 anos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A concepção de criança atrelada aos documentos legais e aos estudos teóricos que discutem as práticas educativas realizadas na Educação Infantil e, nesse âmbito, no grupo etário dos bebês, é a de um sujeito de direitos, protagonista em suas relações, que interpreta o mundo em que vive e participa ativamente da vida em família, na escola e na sociedade, que por meio das interações, relações e práticas cotidianas que vivencia, constrói sua identidade pessoal e coletiva, brinca, imagina, fantasia, deseja, aprende, observa, experimenta, narra, questiona e constrói sentidos sobre a natureza e a sociedade, produzindo cultura (BRASIL, 2009b).

A realização de um trabalho educativo que traduz e evidencia a complexidade desta concepção convoca os/as professores/as a descentrarem-se da hegemonia adultocêntrica que tradicionalmente orienta as práticas nesta etapa, para que possam, em uma relação de horizontalidade, estabelecer com as crianças uma prática educativa e pedagógica, que ao mesmo tempo respeita as culturas infantis e as desafia de forma respeitosa e criativa a compreender e reinventar o mundo.

Nesse sentido, a partir das breves notas reflexivas acerca do apontamento do que considero as principais nuances que emergem nas/das práticas educativas realizadas com os bebês no contexto da Educação Infantil, visto que outras tantas questões podem ser discutidas em complementariedade, ressalto que diante das especificidades e sutilezas que permeiam o processo, é preciso que a todo momento aconteça o acompanhamento atento dos adultos envolvidos no cotidiano e que estes, constantemente se questionem sobre como exercem suas práticas, sobre quais concepções orientam seus fazeres, sobre como consideram os sentidos que os próprios bebês constroem sobre o mundo, para que então possam construir uma prática educativa forjada com eles e não somente para eles.

## REFERÊNCIAS

ALVES, I. S.; SANTOS, Pedro P.; TEIXEIRA, Cristiane S. M. O conceito de prática educativa em Paulo Freire. In: MARQUES, Eliana S. A. et al. (Org.) **Práticas educativas em diferentes contextos de aprendizagem e desenvolvimento**. Parnaíba, PI: Acadêmica Editorial, 2020. DOI: 10.29327/523735.1-1.

BARBOSA. M. C. As especificidades da ação pedagógica com os bebês. In: BRASIL, Ministério da Educação. **Consulta pública sobre orientações curriculares nacionais da Educação Infantil**. Brasília, DF: MEC/SEB/COEDI, 2010.

BRASIL. **Constituição do Brasil 1988**. Disponível em: [www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br). Acesso em: 30 jun. 2021.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei n. 9.394/1996**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm). Acesso em: 03 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Referencial Curricular Nacional para Educação Infantil**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Câmara de Educação Básica. Resolução n. 1, de 07 de abril de 1999: **Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil**. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=9769-diretrizescurriculares-2012&category\\_slug=janeiro-2012-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=9769-diretrizescurriculares-2012&category_slug=janeiro-2012-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 30 jun. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Parecer CEB 020/2009. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Infantil**. Brasília: MEC, 2009a.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Básica. **Resolução Nº 5 de 17 de dezembro de 2009**, Brasília: MEC, 2009b.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.

FOCHI, P. Ludicidade, continuidade e significatividade nos campos de experiência. In: FINCO, D.; BARBOSA, M.C.S.; FARIA, A.L.G. de (Orgs.). **Campos de experiência na escola da infância: contribuições italianas para inventar um currículo de educação infantil brasileiro**. Campinas, SP: Leitura Crítica, 2015a.

FOCHI, P. **Afinal, o que os bebês fazem no berçário?** : comunicação, autonomia e saber-fazer de bebês em um contexto de vida coletiva. Porto Alegre: Penso, 2015b.

FOCHI, P. Planejar para tornar visível a intenção educativa. **Revista Pátio Educação Infantil**, Porto Alegre, n. 45, p. 4-7, Out / Dez, 2015c.

FOCHI, P. S. A complexa sutileza da ação pedagógica no berçário. In. PEREIRA, Ana Cristina Carvalho. **Atravessamentos: Ensino-aprendizagem de arte, formação do professor e educação infantil**. Belo Horizonte: Escola de Belas Artes da UFMG, 2015d p. 47-54.

FOCHI, P.. A didática dos campos de experiência. **Revista Pátio Educação Infantil**. Porto Alegre, n. 49, p. 4-7, Out-Dez, 2016.

FOCHI, P. Criança, currículo e campos de experiência. **Conjectura: Filos. Educ.**, Caxias do Sul, RS, 52 - 72, v. 25, Dossiê, 2020. ISSN 2178-4612 (versão online). Disponível: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/conjectura>. Acesso em: 27 jul. 2021.

GUIMARÃES, D. **Relações entre bebês e adultos na creche: o cuidado como ética**. São Paulo: Cortez, 2011.

LIMAVERDE, P. Base nacional comum: desconstrução de discursos hegemônicos sobre currículo mínimo. **Revista Terceiro Incluído**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 78–97, 2015. DOI: 10.5216/teri.v5i1.36348. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/teri/article/view/36348>. Acesso em: 27 jul. 2021.



LÓPEZ, M. E. Um **Mundo Aberto** – Cultura e Primeira Infância. São Paulo: Selo Emília, 2018.

MARQUES, E. de S. A.; CARVALHO, M. V.C.e de. O significado histórico de práticas educativas: um movimento que vai do clássico ao contemporâneo. **Linguagens, Educação e Sociedade**, Teresina, Ano 21, n. 35, jul./dez, p. 122-142, 2016.

MARTINS FILHO, A. J. **Minúcias da vida cotidiana no fazer-fazendo da docência na educação infantil**. (2013). Tese de Doutorado em Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, UFRGS, Porto Alegre, RS.

MONTEAGUDO, B. C. da S. Crianças independentes e autônomas: o papel do professor e da professora no desenvolvimento dos bebês nas creches. In: SILVA, J. R.; SOUZA, R. A. Ma.s; MELLO, S. A.; LIMA, V. G. de (Orgs.). **Educação de bebês cuidar e educar para o desenvolvimento humano**. São Carlos: Pedro e João Editores, 2018.

ORTIZ, C.; CARVALHO, M. T. V.u de. **Interações: ser professor de bebês: cuidar, educar e brincar, uma única ação**. São Paulo: Blucher, 2012.

SILVA, J. R.; SOUZA, R. A. M.; MELLO, S. A.; LIMA, V. G. de (Orgs.). **Educação de bebês cuidar e educar para o desenvolvimento humano**. São Carlos: Pedro e João Editores, 2018.

SILVA, M. R. P. da; FASANO, E. Crianças e infâncias em Paulo Freire. In: SILVA, Marta Regina Paulo da; MAFRA, Jason Ferreira (org.). **Paulo Freire e a educação das crianças**. São Paulo: BT Acadêmica, 2020.

SCHMITT, R V. **As relações sociais entre professoras, bebês e crianças pequenas: contornos da ação docente**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

TRISTÃO, F. C. D. A sutil complexidade das práticas pedagógicas com bebês. In: Filho, A. J. M.; TRISTÃO, F. C. D.; RECH, I. P. F.; SCHNEIDER, M. L. **Infância plural: crianças do nosso tempo**. Porto Alegre: Mediação, 2006, p. 39-58.

## UM ESTUDO SOBRE AS POSSIBILIDADES DE AUTONOMIA DOCENTE FACE AO IDEB

Estéfani Barbosa de Oliveira Medeiros<sup>1</sup>; Edite Maria Sudbrack<sup>2</sup>

Mestranda em Educação na Linha de Pesquisa de Políticas Públicas e Gestão da Educação na URI Câmpus de Frederico Westphalen. Bolsista CAPES. Graduada em Psicologia pela mesma instituição. E-mail: a087209@uri.edu.br

<sup>2</sup>Mestra (1995), Doutora (2002) e Pós-Doutora (2020) em Educação. Pró-Reitora de Ensino. Docente no PPGEDU da URI. E-mail: sudbrack@uri.edu.br

**RESUMO:** Este trabalho é oriundo do Projeto de Dissertação em desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Educação da URI/FW, em que objetivamos compreender as possibilidades de autonomia docente dos/as professores/as face a Avaliação em Larga Escala, em específico ao IDEB. A Avaliação teve sua gênese em 1980 por iniciativa do Ministério da Educação e Cultura (MEC) em promover estudos abrangentes sobre a qualidade da educação no Brasil. O IDEB, por sua vez, foi construído em 2007 pelo INEP (Instituto Nacional de Pesquisas e Estudos Educacionais Anísio Teixeira) e reúne em apenas um instrumento dados que auxiliam na compreensão da qualidade da educação, assim como atua como um importante indutor de políticas públicas. A Avaliação caracteriza-se, ainda, por ser padronizada, em que todos/as os/estudantes são avaliados através de uma mesma ótica. Os/as docentes, por outro lado, precisam adaptar seu trabalho afim de atingir o índice. É partindo destas premissas que iremos realizar a pesquisa em campo em três escolas localizadas no Noroeste do Rio Grande do Sul com docentes do 5º e 9º ano do Ensino Fundamental e que já tenham participado da avaliação. Utilizaremos como ferramenta de coleta de dados o Grupo Focal e iremos analisá-los através da Análise Textual Discursiva.

**Palavras-chave:** Avaliação em Larga Escala. IDEB. Autonomia Docente.

### INTRODUÇÃO

Este trabalho é oriundo do Projeto de Dissertação de Mestrado que está em desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Educação da URI/FW e a linha de pesquisa que se insere é Políticas Públicas e Gestão da Educação. Salientamos que o Projeto ainda não foi qualificado, desta forma, a pesquisa em campo não foi realizada. Levando em conta tais aspectos, apresentaremos os caminhos metodológicos e as concepções teóricas da pesquisa.

Objetivamos com o estudo compreender as possibilidades de autonomia docente dos/as professores/as diante da Avaliação em Larga Escala e do IDEB, levando em conta que uma das suas características é a padronização das avaliações, em que os/as estudantes são avaliados através de uma mesma ótica. Por outro lado, os/as docentes precisam trabalhar de modo a garantir o índice ideal nas provas. É através destes pressupostos que nos instigamos a estudar a autonomia docente.

Estudiosos da Psicologia, em específico da Psicodinâmica do Trabalho balizam que a autonomia do/a trabalhador/a é um fator primordial para as vivências de prazer, assim como a ausência de autonomia, atrelada a outros fatores, pode conduzir o sujeito ao sofrimento. A autonomia, nesta perspectiva, nada mais é do que a

possibilidade de alteração da prescrição da tarefa do/a trabalhador/a, adequando-a ao trabalho real. Deste modo, a autonomia possibilita que o/a trabalhador/a desenvolva suas atividades de acordo com as demandas reais do seu local de trabalho (MORAES, VASCONCELOS, CUNHA, 2012).

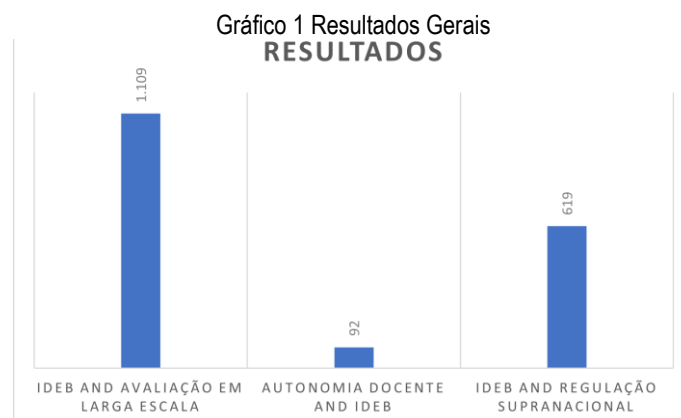
O objetivo do estudo não é investigar questões relativas a prazer e a sofrimento, mas lançar a compreensão de que a autonomia é indubitavelmente um fator importante para as vivências de prazer e, sobretudo para a saúde mental do/a trabalhador/a. Desta forma, não há como não considerar importante refletir, discutir e produzir conhecimento com as vozes dos/as próprios docentes sobre uma temática que pode auxiliar na construção de uma realidade diferente, ou seja, autônoma.

As próximas seções deste trabalho, abordará os caminhos metodológicos que serão percorridos na realização da pesquisa e as concepções teóricas utilizadas. É válido mencionar que adotamos como perspectiva filosófica a Pedagogia Histórico-Crítica de Dermeval Saviani, por compactuarmos com a noção de que escola e sociedade não são instâncias separadas, mas sim influenciadas uma pela outra. Logo, depositar na escola a função de resolver todas as mazelas da sociedade nada mais é do que ilusório, haja vista que a própria escola produz e reproduz as desigualdades (SAVIANI, 2019).

## METODOLOGIA

O processo de construção do estudo deu-se primeiramente com a produção do Projeto de Dissertação, em que realizamos a pesquisa bibliográfica para a construção do arcabouço teórico, assim como realizamos a pesquisa do Estado do Conhecimento. Tal pesquisa foi realizada no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, em que utilizamos os seguintes descritores: IDEB *and* Avaliação em Larga Escala, Autonomia docente *and* IDEB e IDEB *and* Regulação Supranacional. Utilizamos como filtro os últimos 10 anos (2010-2020), já que o IDEB foi implementado em 2007. Os resultados gerais foram 1.820 estudos que foram refinados de acordo com a congruência dos objetivos do nosso projeto. Por fim, optamos por analisar 10 pesquisas por descritor, que em nossa concepção, relacionavam-se mais com os nossos propósitos. Contudo, dois descritores não alcançaram 10 estudos, o que totalizou em 26 pesquisas analisadas.

No gráfico a seguir é possível visualizar os descritores e seus respectivos resultados



Fonte: elaborado pelas Autoras (2021)



De modo geral, os estudos analisados no descritor IDEB *and* Avaliação em Larga Escala, evidenciam que a qualidade da educação é um assunto abrangente e que apesar de assumir um caráter heterogêneo, os resultados das pesquisas apontam que a qualidade da educação é um assunto complexo que não depende exclusivamente do desempenho dos/as docentes e estudantes em sala de aula. Em relação ao descritor Autonomia docente *and* IDEB, a análise qualitativa mostra o quanto a autonomia docente é influenciada pelas políticas neoliberais que retiram dos/as professores/as a possibilidade de refletir e modificar suas práticas. Por fim, no descritor IDEB *and* Regulação Supranacional a análise põe em evidência que a Avaliação em Larga Escala, é imposta às escolas, em que os impactos desta imposição podem ser percebidos através da responsabilização às escolas e aos docentes, competição entre escolas, burocratização e mecanização do trabalho docente, além do adoecimento mental e a insatisfação profissional dos/as professores/as.

Ainda em relação ao gráfico exposto acima, é possível visualizar que o descritor relacionado a autonomia docente, num período de 10 anos obteve 92 resultados, o que faz com que a finalidade da pesquisa seja exploratória, já que almeja estudar um assunto com poucos estudos disponíveis, conforme baliza Gil (2008). Já no tocante a abordagem da pesquisa, ela é compreendida como qualitativa, pois nos interessamos pelas compreensões e vivências dos/as professores/as sobre a autonomia docente, que por serem subjetivas não são passíveis de quantificação.

Posterior a esta etapa inicial e a qualificação do projeto iremos a campo para desenvolver os objetivos do estudo em três escolas localizadas no Noroeste do Rio Grande do Sul, que participam do IDEB, o que caracteriza nossa pesquisa como estudo de caso. Para a coleta de dados nos utilizaremos do Grupo Focal, presencialmente ou pela Plataforma *Google Meet*, em que faremos uso de textos previamente selecionados e de roteiros de questionamentos para refletir e debater sobre os objetivos da pesquisa. A análise será realizada através da Análise Textual Discursiva.

Como critério de inclusão selecionaremos os/as docentes do 5º e 9º ano do Ensino Fundamental que já tenham participado da avaliação e o critério de exclusão é não ser professor/a destes anos de ensino e não ter experiência com a avaliação. Pretendemos ainda, ao final da pesquisa dar uma devolutiva aos participantes a fim de refletir sobre os achados do estudo, que poderá ser realizado através de seminário, por exemplo.

Salientamos, antes de encerrar esta seção que construímos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em que explicaremos aos participantes sobre a pesquisa, sobre os benefícios e malefícios, sobre a ética da pesquisa com seres humanos, sobre a participação voluntária, e sobre o direito a não participação ou a desistência da pesquisa em qualquer etapa da mesma. Este momento de apresentação da pesquisa e do TCLE será marcado com os/as docentes.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção iremos explanar sobre o referencial teórico utilizado. Para tanto, contextualizaremos a gênese da Avaliação em Larga Escala, conceitualizaremos o IDEB, e abordaremos sobre concepções acerca da autonomia.

A Avaliação em Larga Escala teve sua gênese em 1980 através da iniciativa do MEC em promover estudos abrangentes acerca da qualidade da educação no Brasil, pois se tornou notório que garantir o acesso e a permanência dos/as estudantes na escola apesar de ser pertinente, era insuficiente, haja vista a necessidade de oferecer uma educação de qualidade para todos/as/es. Deste modo, a Constituição Federal de 1988 prevê dentre tantas garantias, o direito a uma educação de qualidade. Já, em anos posteriores a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1996 reafirma tais direitos (BRASIL, 1988; BRASIL, 1996).

Outro fator que influenciou o surgimento das políticas de avaliação foi o acordo realizado entre os organismos multilaterais e os países em desenvolvimento, incluindo o Brasil. Tal acordo surgiu como uma das estratégias de ascensão dos países, através do fornecimento de empréstimos. Entretanto, por trás da lógica de cooperação havia o interesse em pressionar os Estados-Nação para o resgate da economia. A educação, desta forma, foi uma das instituições que passou a dar conta desta demanda na medida em que se dedicou a formar indivíduos para o mercado de trabalho. Coadunando com esta arguição é válido, mencionar que Saviani (2007) baliza importantes reflexões sobre a educação tecnicista, em que para o autor o viés tecnicista responde aos interesses do sistema capitalista e produtivo. Deste modo, o objetivo desta pedagogia é o de produzir indivíduos com aptidões para o mercado de trabalho.

Outra característica da pedagogia tecnicista é a ênfase na produtividade e eficiência. Silva (2016) menciona que a exigência da produtividade no sistema de ensino, ao fazer uso da racionalização, conduziu à escola, a objetivos fragmentados. A dimensão técnica fez com que os/as professores/as deixassem de fazer parte das discussões, debates e construções, e se tornaram agentes de intermediação entre os conteúdos dos materiais didáticos e os/as estudantes. Em suma, a gênese da avaliação em larga escala foi marcada pelas ideias neoliberais e capitalistas, que prezam pela produtividade exacerbada, eficiência, eficácia e pela burocratização e mecanização do ensino e do trabalho docente.

Em meio a este contexto, a avaliação em larga escala foi amplamente difundida nos últimos anos e é considerada uma política efetiva para avaliar a qualidade da educação. A política de avaliação contempla vários programas, tais como o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), Exame Nacional de Desempenho do Ensino Superior/ENADE, entre outros (CASTRO, 2009). Em nosso trabalho, abordamos sobre o SAEB que atrelado a outros fatores, dá origem ao IDEB.

O SAEB é uma avaliação realizada bianualmente e é direcionada aos estudantes que estão no 5º e 9º ano do Ensino Fundamental e 3º ano do Ensino Médio. Os/as estudantes respondem a questões de Língua Portuguesa com ênfase em leitura e de Matemática com ênfase em resolução de problemas, além de responderem a um questionário que contém questões de contexto. Os/as docentes também respondem a um questionário que engloba questões externas que podem influenciar no resultado da avaliação. Desta forma, as médias de desempenho dos/as estudantes, obtidas pelo SAEB, juntamente com as taxas de aprovação, reprovação e abandono apuradas no Censo Escolar dão origem ao IDEB (CASTRO, 2009; SCHNEIDER, SARTOREL, 2016).

O IDEB, atua, portanto, como um importante indicador que permite definir metas e monitorar a qualidade da educação no Brasil, pois fornece informações sobre o desempenho de cada escola. Contudo, além de monitorar a qualidade educacional também atua na indução de políticas públicas (CASTRO, 2009).

Werle (2011) pontua que nas primeiras experiências da avaliação em larga escala os/as docentes eram convocados/as a participar dos debates e reflexões. Entretanto, com a terceirização das operações deixaram de ser incluídos e ficaram com a incumbência de treinar os/as estudantes para obterem o índice ideal. A redução do trabalho docente ao ato técnico nos impulsiona ao objetivo de compreender as possibilidades de autonomia docente.

O significado etimológico de autonomia é “[...] o poder de dar a si a própria lei, autós (por si mesmo) e nomos (lei)” (ZATTI, 2007, p. 12). É importante salientar que a autonomia não está relacionada a um poder absoluto e ilimitado, pois responde a determinados limites individuais e coletivos. Deste modo, não está desarticulada das leis coletivas e sim condicionada a fatores externos, como por exemplo, as leis civis, leis naturais, convenções sociais, etc.

Kant foi um dos estudiosos que mais se dedicou ao estudo da autonomia e fez a transposição da autonomia religiosa à autonomia moral. Para Kant a autonomia está relacionada a capacidade do indivíduo determinar-se em conformidade com sua própria lei, que é regida pela razão. A razão é um dos fatores que



diferem os seres humanos de outros seres, levando em conta que os primeiros são livres e autodeterminantes (KANT, 1974; ZATTI, 2007).

As reflexões de Kant sobre autonomia estavam relacionadas as críticas de certas posições de sua época, que denominou como heterônomas, que regiam os interesses externos e eram originados de concepções morais e religiosas, que de certa forma, restringiam a autonomia do sujeito. Nesta perspectiva, a heteronomia pode ser entendida como “ser para outro”, na medida em que é a lei que precede do outro. A sociedade, para Kant, assume papel central nas manifestações da heteronomia, na medida em que nosso comportamento se ajusta aos códigos da sociedade em que nos inserimos (KANT, 1974).

Já, a concepção de Freire (2000) sobre a autonomia é de que está relacionada a ideia de libertação ou emancipação de uma pessoa ou de um coletivo das opressões que restringem sua liberdade. A heteronomia, por outro lado, ocorre quando uma pessoa ou grupo se encontra em situação de opressão ou de alienação. Desta forma, para o autor (1996) a educação precisa construir uma realidade social que possibilite a construção de condições para que todos/as possam ser “seres para si”.

Através de tais arguições é notório a necessidade de pensarmos e construirmos uma educação autônoma, que envolva todos/as os indivíduos que dela sejam agentes – professores/as, estudantes, pais ou cuidadores, a própria sociedade e comunidade em que a escola está inserida, em que a educação acontece. Há que nos indagarmos se há como formarmos estudantes autônomos, críticos e reflexivos, quando nem mesmo os/as professores/as têm a liberdade de ser?

### Considerações/Prospecções

Conforme já feita menção, almejamos com este trabalho compreender as possibilidades de autonomia docente dos/as professores do Ensino Fundamental de uma cidade localizada no Noroeste do Rio Grande do Sul. Este objetivo surgiu em função dos estudos da Psicologia e Psicodinâmica do Trabalho que refletem sobre a importância que a autonomia do/a trabalhador/a exerce para a saúde mental e para as vivências de prazer do indivíduo. Ao levarmos em conta que a avaliação em larga escala foi imposta aos docentes podemos compreender a importância de produzir conhecimento com as vozes dos/as professores/as sobre suas experiências com a avaliação e sobre como percebem sua autonomia.

Acreditamos, ainda, que através da construção de conhecimento científico podemos conhecer uma realidade e modificá-la. Desta forma, pretendemos não apenas produzir conhecimento, mas fazer dele, um instrumento de transformação.

### REFERÊNCIAS

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília/DF, out. 1988. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm). Acesso em: 28 ago. 2015.

BRASIL. Lei Federal n. 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União (DOU)**, Seção 1, Brasília/DF, p. 27839, dez. 1996.



CASTRO, M.H.G. de. A consolidação da Política de Avaliação da Educação Básica no Brasil. **Meta: Avaliação** | Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, p.271-296, set./dez. 2009. Disponível em: <A Consolidação da Política de Avaliação da Educação Básica no Brasil | Castro | Revista Meta: Avaliação (cesgranrio.org.br)>. Acesso em: 15 ago. 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo/SP: Editora Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia da Indignação, cartas pedagógicas e outros escritos**. 6. Ed. São Paulo/SP: Editora UNESP, 2000.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo/SP: Editora Atlas S.A., 2008

KANT, I. Fundamentação da Metafísica dos Costumes. In: **Os Pensadores**. São Paulo/SP: Editora Abril Cultural, 1974.

MORAES, R. D. de; VASCONCELOS, Ana Cláudia Leal; CUNHA, Stephane Caroline de Paula da. Prazer no trabalho: o lugar da autonomia. **Revista Psicologia, Organizações e Trabalho**, Florianópolis/SC, v. 12, n. 2, p. 217-227, 2012. Disponível em . Acesso em: 17 abr. 2021.

SAVIANI, D. Trabalho e educação: fundamentos ontológicos e históricos. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro/RJ, v. 12, n. 34, p. 152-180, 2007. Disponível em: [http://www.unirio.br/cchs/ess/Members/raquel.moratori/trabalho-e-educacao\\_saviani](http://www.unirio.br/cchs/ess/Members/raquel.moratori/trabalho-e-educacao_saviani). Acesso em: 08 jun. 2021.

SAVIANI, D. **História das Ideias Pedagógicas no Brasil**. 5. Ed. São Paulo/SP: Editora Autores Associados, 2019.

SCHNEIDER, M. P.; SARTOREL, A. Prova Brasil e os mecanismos de controle simbólico na organização da escola e no trabalho docente. **EccoS Revista Científica**, São Paulo/SP, n. 40, p. 17-31, maio/ago. 2016.

SILVA, Andréa Villela Mafra da. A pedagogia tecnicista e a organização do sistema de ensino brasileiro. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, nº 70, p.197-209, dez. 2016. Disponível em: <Vista do A pedagogia tecnicista e a organização do sistema de ensino brasileiro (unicamp.br)>. Acesso em: 15 ago. 2021.

WERLE, F..O. C. Políticas de avaliação em larga escala na educação básica: do controle de resultados à intervenção nos processos de operacionalização do ensino. **Revista Ensaio: avaliação e política pública Educacional**, Rio de Janeiro/RJ, v. 19, n. 73, p. 769-792, out./dez. 2011. Disponível em: <untitled (scielo.br)>. Acesso em: 20 ago. 2021.

ZATTI, V. **Autonomia e educação em Immanuel Kant e Paulo Freire**. Porto Alegre/RS: Editora EDIPUCRS, 2007.

## ESTUDO LITERÁRIO SOBRE PROCESSOS EDUCATIVOS CONTEMPORÂNEOS

Fernando De Cristo<sup>1</sup>; Sílvia Regina Canan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia de Produção pela UFSM, Professor do Instituto Federal Farroupilha

<sup>2</sup> Doutora em Educação pela UNISINOS, Professora da Universidade Regional Integrada

**RESUMO:** Este artigo discute um estudo literário realizado sobre a temática de processos educativos contemporâneos. O estudo foi realizado como parte das atividades de formação ofertadas pelo Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEDU) da Universidade Regional Integrada (URI) aos alunos do Curso de Doutorado em Educação. As discussões acerca das temáticas foram desenvolvidas durante seminários realizados no segundo semestre do ano de 2019 envolvendo alunos e professores. Uma síntese das leituras e discussões é descrita neste artigo.

**Palavras-chave:** Processos Educativos. Formação de Professores. Cibercultura.

### INTRODUÇÃO

O estudo literário descrito neste artigo foi realizado durante como parte das atividades de formação desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Regional Integrada. As leituras indicadas pelos professores estão listadas na seção de “Referências Bibliográficas” deste artigo. Após a realização de cada leitura realizou-se foram realizados seminários para discussão sobre os textos propostos.

Este artigo está organizado da seguinte maneira, na metodologia é apresentada a forma como foram desenvolvidos os estudos e discussões, na revisão de literatura são apresentadas sínteses das principais ideias trazidas pelos textos, nos resultados é feita uma análise dos debates e leituras e das consequências deste estudo a partir do ponto de vista dos autores, nas conclusões e sugestões para trabalhos futuros são expressas as opiniões dos autores sobre o trabalho desenvolvido e ideias para novas discussões.

### METODOLOGIA

Nesta seção abordaremos sobre como foram desenvolvidos os trabalhos nos textos que sustentam a temática discutida neste artigo. Os passos seguidos no estudo foram, leitura prévia, discussão em seminário e elaboração do artigo final.

A condução dos trabalhos foi realizada por professores do PPGEDU/URI, os quais selecionaram os textos e organizaram os seminários. A cada seminário os professores indicavam previamente os textos, para que todos fizessem uma leitura e estudo prévios. Neste ponto os participantes por vezes tomaram notas, anotaram dúvidas, questionamentos, impressões e opiniões, utilizando-se para tal das mais diversas estratégias, destacar ou grifar no próprio material, usar meios digitais ou fazer anotações em papel.

## REVISÃO DE LITERATURA

Os estudos iniciam-se pela obra de Bauman (2011), o trecho selecionado contempla o capítulo 4. O autor inicia o texto utilizando como exemplo a moda para descrever um pouco de como a sociedade atual se comporta em relação ao consumo. Segundo o autor a ansiedade é estimulada pelo mercado nos consumidores, fazendo-os desejarem consumir cada vez mais e a todo momento quererem possuir coisas novas: “A vida de consumo é uma vida de aprendizado rápido... e imediato esquecimento”. No mundo do consumo o que é altamente desejável hoje, amanhã será obsoleto. Ainda sobre a sociedade de consumo e sua relação com o mercado o autor analisa que este relacionamento está baseado em um ciclo de “compre-use-jogue fora” e não na satisfação das necessidades do consumidor.

Prosseguindo no texto Bauman (2011) cita Freud analisando que a vida em sociedade constrange e limita a individualidade em prol do desenvolvimento de padrões civilizatórios que produzam condicionantes para a vida em grupo dos indivíduos. Estes condicionantes por vezes, produzem descontentamentos que podem conduzir revoltas. Na sociedade moderna, é introduzida a ideia de escolha, onde os indivíduos tem o poder e a responsabilidade de fazer suas escolhas. No entanto as opções são limitadas pela sociedade, o que na verdade produz uma ilusão de liberdade. Os consumidores são estimulados a consumir excessivamente e a descartar frequentemente seus bens e substituí-los por outros modernos.

Segundo Bauman (2011) da mesma forma que o consumo de bens o consumo de informação, também ocorre de maneira acelerada e desordenada na sociedade moderna. A busca pela felicidade torna-se uma constante na sociedade do consumo. Isto mesmo, a “busca pela felicidade”, para a sociedade de consumo é importante que o consumidor se mantenha em permanente estado de ansiedade em obter novos bens para sua satisfação, que não deve ser plena ou duradoura, mas apenas passageira para que ele possa se manter continuamente consumindo mais e mais.

Para descrever a relação professor aluno Bauman (2011) utiliza-se de uma metáfora bélica, onde compara os alunos a mísseis. No passado os alunos eram como mísseis balísticos preparados de maneira muito especializada desde sua origem para atingir a um alvo específico. Na sociedade atual são como mísseis inteligentes são preparados de forma mais genérica para que possam se adaptar a um alvo que pode mudar durante o seu percurso. Assim o aluno deve ir acumulando novos conhecimentos pelo caminho e eventualmente descartando coisas que não lhe sejam mais úteis para que possua capacidade de receber novas informações, para um objetivo final que estará em mudança ao longo do tempo.

O segundo autor estudado foi Dewey (1979) através da leitura de sua obra “Experiência e Educação”, traduzida por Anísio Teixeira. Dewey inicia o seu texto procurando conceituar e diferenciar a escola tradicional e a escola nova. Segundo o autor, na escola tradicional o aprendizado se dá a partir do estudo de livros e manuais, baseado no passado e em conhecimento já consolidado. Neste formato o professor tem o papel de representante do saber ou guardião do conhecimento. A escola nova baseia-se na atividade livre, em aprender por experiência, aquisição de habilidades e técnicas como meios para atingir fins, aproveitar ao máximo as oportunidades do presente e a tomada de contato com um mundo em mudança.

Dewey (1979) faz diversas críticas a ambos modelos apresentados no texto. Segundo o autor cada uma das escolas apresenta pontos fortes e fracos. Naquele momento histórico entre os teóricos em educação havia defensores de ambas as correntes. Dewey propõe um modelo que reúna as melhores características de cada escola: “É indispensável compreender [...] que não é abandonando o velho que resolvemos qualquer problema.”

Dewey (1979) destaca a importância da escola tradicional em oferecer uma abundância de experiências de contato com conhecimentos consolidados e com experiências vividas pelos mestres, que são desvalorizadas



pela escola nova. Para Dewey a questão não é a falta de experiências na escola tradicional, mas sim a sua desconexão com as experiências futuras. Dewey defende o planejamento das experiências sem que se adote uma rotina rígida e repetitiva como a da escola tradicional, mas sem fazer da escola nova pura improvisação.

Para um aprendizado por experiências é necessário conhecer e utilizar-se das condições físicas e sociais do ambiente. As questões da comunidade podem ser utilizadas como recursos educativos. Para uma experiência educativa válida, cabe ao educador determinar o ambiente, observando que haja continuidade e interação, ordenando e regulando o que lhe compete. “A mais importante atitude a ser formada é a do desejo de continuar a aprender.” (DEWEY, 1979)

Na nova configuração apresentada por Dewey (1979) o professor perde a posição de chefe ou de único detentor do saber e passa uma posição de líder ou tutor das atividades do grupo. O aluno deve poder exercer sua liberdade de pensar e decidir. A reflexão deve suceder a toda experiência, de modo que se organize o que foi aprendido. A participação, a experiência e a reflexão farão com que o aluno transforme seus desejos em um propósito que o manterá motivado durante o seu processo formativo. Segundo Dewey: “...o crescimento mental depende da presença de dificuldades a serem vencidas pelo exercício da inteligência.”

Moran (2004) discute os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias. O autor organiza seu texto descrevendo quatro espaços, que chama de: “Uma nova sala de aula”, “O espaço do laboratório conectado”, “A utilização de ambientes virtuais de aprendizagem” e “A inserção em ambientes experimentais e profissionais”.

Moran (2004) descreve o que chama de “nova sala de aula” como uma sala de aula que além de contar com professores bem preparados e motivados, tenha os recursos tecnológicos necessários disponíveis para a utilização pelos alunos e pelo professor. O acesso a internet, projetor multimídia, um ambiente organizado e climatizado são essências para um bom desenvolvimento das atividades.

O espaço do laboratório conectado é descrito por Moran (2004) como um ambiente para onde o professor pode levar seus alunos para atividades de aprendizagem que envolvam utilização de programas de computador e acesso a internet. A medida em que os alunos vão dominando as formas de utilização dos recursos tecnológicos uma infinidade de outras possibilidades de aprendizado online vai se descortinando.

Os ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) podem estender o espaço de aprendizagem para fora dos muros da escola. Os AVAs permitem que o professor e os alunos interajam e desenvolvam atividades a partir de casa ou mesmo em outros ambientes conectados. Os AVAs permitem uma ampliação dos tempos de aprendizagem, haja vista que conteúdos, exercícios e outras matérias podem ficar disponíveis online. (MORAN, 2004)

Na secção que trata da inserção em ambientes experimentais e profissionais Moran (2004) discute a necessidade de ampliar a aproximação da formação e do cotidiano profissional. Segundo o autor não basta uma prática confinada um estágio no final do curso. É importante que os alunos experimentem uma aproximação entre o que aprendem e os processos do mundo trabalho no seu dia a dia.

Em Machado (2016) o autor discute sobre autoridade na educação. A questão chave abordada no texto é: como exercer autoridade sem ser autoritário? Inicialmente são apresentados alguns conceitos importantes para a compreensão do conteúdo do texto. Entre estes são discutidos ação, coação, coerção, autoridade, autoritarismo e prevaricação. O texto também trata de liberdade, limites e responsabilidade. Em síntese, a ação é descrita na obra como a atividade desenvolvida de forma livre pelo sujeito. A coação é descrita como o método utilizado para regular e organizar a ação. A coerção é retratada como o uso não consentido ou violento da coação. A autoridade está no sujeito que usa da coação para coordenar a ação. O autoritarismo se refere ao uso excessivo da autoridade, impedindo a ação ou restringindo a liberdade de outros sujeitos. A prevaricação ocorre quando a autoridade deixa de exercê-la.

Na obra de Machado (2016) todos estes conceitos são descritos e exemplificados em situações na área da educação. Há uma intensa reflexão sobre a docência, num contexto bem atual, onde os professores encontram muita dificuldade em encontrar a medida certa para exercer sua autoridade, sem ser autoritário ou prevaricar. Além disso, o texto também aborda o papel da família e da sociedade na educação dos jovens.

Lévy (1999) mergulha no universo da cibercultura expondo os leitores a esta realidade em que as TDICs assumem um papel mais importante a cada dia em nossas vidas. Desde a publicação da obra (há duas décadas) até o presente momento as TDICs só se expandiram em número de usuários e possibilidades de utilização. Alguns dos termos utilizados por Levy (1999) como inteligência coletiva, ciberespaço e economia da atenção, agora tornam-se mais compreensíveis e parte do dia a dia da sociedade atual.

Ao analisar que em 1999, ano de lançamento do livro, a internet estava ainda muito longe de possuir a quantidade e diversidade de conteúdo disponível nos dias atuais, Lévy (1999) descreve o ciberespaço como um mundo virtual. Neste novo mundo virtual as pessoas trabalham, estudam, se relacionam, apreendem e interagem umas com as outras, além de acessar os mais variados produtos e serviços. Neste ciberespaço, através da interação colaborativa entre os indivíduos de uma diversidade social até então não agrupada, surge a inteligência coletiva. Esta inteligência emerge através das discussões, trocas de informações e conteúdos, e sua disponibilização pública no ciberespaço. A economia da atenção caracterizasse por um processo onde a atenção dada pelos usuários do ciberespaço a determinados conteúdos é revertida a oferta de mais conteúdos, serviços e produtos correlatos.

O manifesto dos pioneiros da educação nova MEC (1932) é um documento redigido a várias mãos de importantes figuras engajadas na luta pela educação naquela época. Este manifesto procura expressar as ideias para educação em âmbito nacional defendidas pelo grupo que a subscreve. Apesar de o documento já possuir mais de 80 anos muitos dos apontamentos ainda continuam em aberto. Em relação ao papel do estado o documento aponta a escola como uma função pública, ou seja, uma escola para todos, sem distinções, uma escola única que trate a todos indistintamente e que permita que cada um se desenvolva até os limites das suas próprias capacidades. O documento aponta também para a necessidade de uma educação laica, gratuita e obrigatória. O grupo propõe em uma linguagem própria para a época o que hoje poderíamos comparar a educação integra. Também é ressaltada a importância de uma educação que atribua um papel ativo ao aluno e que este não seja um mero expectador. Em relação a educação universitária afirmou-se a importância de uma educação gratuita e que além da formação profissional e técnica, forme pesquisadores e extensionistas em todas as áreas. O manifesto aborda também a formação de professores, afirmando como fundamental a formação universitária para estes profissionais.

Após 27 anos do lançamento do primeiro manifesto, ao mesmo grupo agora somam-se novos integrantes na publicação do Manifesto dos Educadores: Mais uma vez convocados. (MEC, 1959) Na leitura de MEC (1959) é fácil perceber a situação lamentável em que se encontra a educação do País naquela época. O documento trás números alarmantes sobre a proporção de analfabetos na população que superava os 50%. Outro número estarrecedor era a relação de crianças em idade escolar (7 a 14 anos), onde mais 50% não frequentava a escola. Com base nestes e em outros fatos, os educadores apelam às autoridades para que tomem providências, principalmente em relação ao planejamento de ações de longo prazo para a educação. O documento também relata conflitos de interesse entre a concepção de uma escola pública livre e laica e escolas privadas e religiosas. O texto traz ainda uma série de reflexões a respeito do panorama da educação na época e de seu propósito para o futuro da nação. O título dado à conclusão do documento é "A história não avança por ordem...", sem dúvida muito sugestivo, ele remete a necessidade de um compromisso real e efetivo das autoridades e da sociedade para com a causa da educação.

O livro de Arroyo (2017) trata sobre as dificuldades do sistema educacional em lidar com as diferenças. O autor traz à tona várias questões sobre públicos como os indígenas, os quilombolas, os integrantes de



movimentos sociais, entre outros, que historicamente foram relegados ao esquecimento e deixados de fora do processo educacional. Nos últimos anos iniciativas foram desenvolvidas para reverter esta situação, mas a maior parte criadas sem o envolvimento do público alvo. Várias passagens do livro levam a refletir sobre como estes públicos são tratados pelo sistema: “O termo excluídos, tão na moda, reflete a autoconsciência que têm aqueles que os excluem.”

Os sujeitos são os historicamente oprimidos, seja lá por que motivos forem, por cultura, instrução, cor, etnia, religião, sexualidade, culturais, econômicos, etc... Estes passam a constituir-se e organizar-se em coletivos onde buscam refletir sobre si, sobre os seus, sobre suas condições, seus habitus, sua cultura, etc... A partir desta “tomada de consciência” passam a lutar, a resistir, a reivindicar, se emponderar, autoafirmar, etc... (ARROYO, 2017)

As pedagogias são muitas, mas na obra são tipificadas e agrupadas como pedagogias do “Nós” e dos “Outros”. Três pedagogias são descritas como a dos “marginalizados”, “excluídos” e “desiguais”. De comum entre as três é que estas seriam propostas pelo “nós” para os “outros” e que a ideia central de todas elas seria de que individualmente através políticas, ações, entre outras, os “outros” pudessem deixar de ser “outros” e passassem a ser “nós”. O autor afirma que compreender, discutir e absorver estas novas pedagogias, estas outras formas de conhecimento, faz parte da função social da docência. (ARROYO, 2017)

A organização da educação americana, descrita na obra de Ravitch (2011), baseia-se em três pilares fundamentais, testes padronizados, escolha escolar e responsabilização. Os testes padronizados são formados principalmente por questões de múltipla escolha que avaliam as habilidades do aluno em língua inglesa e matemática. O livro descreve que os alunos realizam testes estaduais, federais e internacionais. A obra traz uma série de críticas aos testes, por vários motivos, não abranger todas as disciplinas, não se adaptar ao contexto do aluno e desviar o foco do aprendizado para o desempenho nos testes. A escolha escolar permite aos alunos e suas famílias decidir onde este irá estudar, ou seja, este tem a liberdade de escolher a escola que irá frequentar no próximo ano. Nas escolas onde a procura supera a oferta de vagas são realizados sorteios para o preenchimento das vagas. Segundo a obra este fator da escolha acaba contaminando o resultado dos testes quando estes são utilizados como fator comparativo entre as escolas, pois, escolas com maior procura nos sorteios tendem a ter melhores resultados nos testes. Outro ponto em relação a escolha escolar, diz respeito ao financiamento, quando um aluno troca de escola as verbas disponibilizadas pelo poder público para a formação daquele aluno vão junto com ele para a nova escola. Estes fatores junto a um frequente desempenho baixo nos testes são utilizados como critérios para o fechamento de escolas. O fechamento de escolas é uma das estratégias de responsabilização, outro é a demissão de professores, cujos alunos tenham mau desempenho consecutivo nos testes padronizados. Também faz parte da política de responsabilização a concessão de bônus, aos professores e as escolas por seus alunos atingirem melhores desempenho nos testes.

Segundo Ravitch (2011) a utilização da responsabilização associada aos testes padronizados tem levado a uma série de distorções no sistema educacional. O exemplo mais claro é a atitude de alguns professores de transformar suas aulas em treinos para as provas, inclusive, ensinando dicas de como descartar alternativas e outras técnicas utilizadas especificamente neste tipo de teste. Além disso, as fraudes ocorrem com maior frequência, pois, há uma enorme pressão sobre os profissionais por seu emprego e sua escola dependem deste resultado para continuar existindo, o que tende a aumentar a corrupção.

Outro ponto tratado em Ravitch (2011) são as fundações multimilionárias e sua influência sobre os rumos da educação americana. Fundações como a Fundação Gates e a Fundação Broad tem destinado milhões de dólares para financiar projetos na área da educação. Este financiamento, porém, se dá mediante uma série de compromissos, objetivos e metas assumidos pelas instituições de ensino e governos que acabam por influenciar os rumos da educação americana.



O livro de Vaillant e García (2012) aborda a temática da formação de professores, descrevendo uma série de experiências a nível mundial nesta área. Das experiências a nível mundial descritas no livro pode-se pinçar vários fatos interessantes, entre estes: o nível de qualificação mínimo para um docente de qualquer nível na Finlândia é o mestrado; na França a carga horária dos docentes principiantes é de apenas 4 a 6 horas semanais; na experiência Japonesa chama a atenção o fato dos professores iniciantes terem que visitar a casa de todos os alunos durante o primeiro ano e de uma parte destes professores participar de um cruzeiro ao final do período; da experiência americana de inserção a docência chama a atenção a utilização de mentores de tempo integral.

O artigo de Valente (2014) trata do ensino híbrido e mais especificamente da utilização da metodologia da sala de aula invertida. O autor inicia o seu texto abordando os grandes avanços trazidos a Educação a Distância (EaD) pelo uso das TDICs, mas se refere ao fato de que a sala de aula tradicional não acompanhou este processo. Anos mais tarde a sala de aula tradicional passa a incorporar as TDICs com mais profundidade e abrangência e nesse cenário é que surge o ensino híbrido. O ensino híbrido caracteriza-se essencialmente por permitir que os alunos continuem seus estudos fora do ambiente e do horário escolar, utilizando materiais e conteúdos desenvolvidos por seus professores especificamente para esta finalidade e que podem ser acessados através das TDICs. Segundo Valente (2014) em relação a sala de aula invertida basicamente o que ocorre é uma inversão de atividades em relação a sala de aula tradicional, onde as aulas geralmente são utilizadas para a transmissão de conteúdo e exercícios e resolução de problemas são realizados em casa. Valente (2014) acredita que o ensino híbrido irá se expandir nos próximos anos e que a metodologia da sala de aula invertida tende a ser cada vez mais utilizada. Porém, o autor ressalta que instituições que pretendam utilizar esta metodologia em larga escala devem pensar que uma infraestrutura de apoio ao professor é necessária em projetos mais avançados.

O livro “Caminhos da Educação Integral no Brasil” organizado por Moll (2019) foi a última obra a ser estudada. O livro traz uma série de textos de importantes autores da área da educação abordando a temática da educação integral. O primeiro capítulo é de autoria de Miguel Arroyo que em seu texto fala da importância da educação integral e de que este tempo extra seja realmente bem utilizado, e que os sujeitos possam ter acesso a políticas afirmativas. O segundo texto de autoria de Carlos Rodrigues Brandão fala sobre a sociedade que se quer e que tipo de cidadão se quer formar, focando o papel de desenvolvimento integral do cidadão da educação. O terceiro texto trata do pioneirismo de Anísio Teixeira na educação integral através da experiência das escolas-parque, e também, sobre Darci Ribeiro, onde cabe destacar:

“A utopia de ver a UNB erguida durou pouco tempo, tendo seu projeto original totalmente destruído pelo golpe militar de 1964. Para Darci Ribeiro, a razão da queda de João Goulart não foi a pretensa “ameaça do comunismo”, mas as políticas públicas sociais voltadas para a melhoria da vida da população, como o início histórico do processo de reforma agrária”. (RIBEIRO, 1997, Apud MOLL, 2019)

O livro contempla diversos outros textos que buscam trabalhar outras especificidades da educação integral. Porém o presente estudo literário só contemplou a primeira parte da obra.

## DISCUSSÃO E RESULTADOS

O estudo de Bauman (2011) rendeu uma reflexão muito rica acerca do modo de vida da sociedade atual e suas influências para o contexto educacional. A discussão possibilitou um melhor entendimento do tema e a descoberta de inúmeros outros materiais correlatos entre textos, vídeos e outros, disponíveis na Internet e

que podem servir a quem deseja aprofundar-se ainda mais nesta temática. As reflexões sobre Bauman (2011) podem levar o leitor a “sair da zona de conforto” fazendo-o repensar sobre convicções que lhe pareçam sólidas, mas que podem se tornar “líquidas” com o tempo. Esta sociedade atual descrita por Bauman (2011) torna mais árdua a tarefa proposta por Machado (2016) de dosar de maneira adequada a autoridade. Pois se os valores, crenças e concepções são mais volúveis as relações necessitam se tornar mais maleáveis adaptando-se as mudanças nas personalidades dos indivíduos.

Os manifestos de 32 e 59 (MEC, 1932; MEC, 1959) nos fazem refletir sobre a trajetória da educação no País. Apesar de haverem óbvios avanços em relação ao número de analfabetos e de crianças fora da escola, ainda resta muito a fazer. O analfabetismo precisa ser erradicado. Não deve haver nenhuma criança em idade escolar sem frequentar a escola. A escola integral proposta pelos educadores até hoje não ganhou corpo, se limitando a algumas poucas iniciativas espalhadas pelo País. Não bastasse estas e outras dificuldades a serem enfrentadas, nos últimos sete anos os investimentos em educação no País tem sofrido com severos cortes, decisões desastrosas e mal planejadas. Certamente, caberá as gerações futuras um alto custo pelas políticas mal concebidas e conduzidas no presente da educação no País.

Mesmo quatro décadas após a publicação de Dewey (1979) a “escola tradicional” descrita na obra ainda é predominante. Apesar de muitos estudos, ensaios, publicações e políticas realizadas para estimular a “escola nova”, nas salas de aula o mais comum ainda é ver-se os alunos enfileirados, o professor em frente a classe como transmissor do conteúdo e uma participação majoritariamente passiva dos alunos no processo de aprendizagem. As TDICs aliadas a inovações na formação de professores, assuntos abordados em Valente (2014), Vaillant e García (2012), Levy (1999) e Moran (2004), podem contribuir para a construção da “escola nova” descrita por Dewey (1979).

Na “escola integral” discutida em Moll (2019) pode-se observar a amplitude da palavra integral. Neste caso, integral vai muito além de “tempo integral”, tem haver com formação integral do cidadão, com políticas afirmativas como descrito em Arroyo (2017), está conectado com a “escola nova” descrita por Dewey (1979) e com ideais de grandes educadores como Anísio Teixeira, Paulo Freire e Darcy Ribeiro.

Ravitch (2011) desenvolve em seu livro um retrato de pelo menos duas décadas da educação americana. O livro é fruto de um extenso trabalho de pesquisa documental e também da vivência da própria autora em várias instâncias de planejamento e decisão em relação aos rumos da educação daquele País. Lendo o livro é possível perceber vários possíveis paralelos entre o papel das fundações na educação americana, e o que ocorre no Brasil e no mundo.

## CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Encerrado este estudo pode-se observar que as leituras e discussões foram uma experiência de crescimento pessoal para todos os envolvidos. Para além dos bons textos estudados, a vivência pessoal de cada participante trouxe valiosas contribuições para os seminários.

Como sugestão para estudos similares desenvolvidos em outros locais, considera-se pertinente o estabelecimento de um melhor encadeamento entre os textos. Isto permitiria uma melhor assimilação das ideias dos autores, permitindo compreender como os textos se interligam no percurso histórico e cultural que os permeia.

## REFERÊNCIAS

ARROYO, M. G. **Outros sujeitos, outras pedagogias**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017.

BAUMAN, Z. Vida apressada ou desafios líquidos modernos para a educação. In: \_\_\_\_ **A ética é possível num mundo de consumidores?** Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

DEWEY, J. **Experiência e educação**. São Paulo: Editora Nacional, 1979.

LÉVY, P. **Cibercultura**. Trad. Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1999.

MACHADO, N. **Autoridade na Educação: Nem Autoritarismo, Nem Prevaricação**. Educação: Autoridade, Competência e Qualidade, p. 15-80. São Paulo: Escrituras Editora, 2016.

MEC. Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova (1932) e dos Educadores (1959). Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010. (Coleção Educadores)

MOLL, J. (org). **Caminhos da Educação Integral no Brasil**. Porto Alegre. Cirkula, 2019.

MORAN, J. M. Os Novos Espaços de Atuação do Professor com as Tecnologias. **Revista Diálogo Educacional**, vol. 4, núm. 12, maio-agosto, 2004, p. 1-9, PUC do Paraná.

RAVITCH, D. **Vida e morte do grande sistema escolar americano**: como os testes padronizados e o modelo de mercado ameaçam a educação. Porto Alegre: Sulina, 2011.

VAILLANT, D.; GARCÍA, M. **Ensinando a Ensinar**: as quatro etapas de uma aprendizagem. Curitiba: UTFPR, 2012.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino Superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, Edição Especial n. 4/2014, p. 79-97. Editora UFPR.



## MATERIAL DIDÁTICO MULTIMODAL: CONCEITO, POSSIBILIDADES E DESAFIOS

Katia Zardo<sup>1</sup>; Luana Teixeira Porto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doutoranda em Educação da URI. Professora do Ensino Básico Técnico e Tecnológico do IFFar - FW. *E-mail:* a100259@uri.edu.br

<sup>2</sup> Doutora em Letras. Professora do Programa de Pós-graduação em Educação da URI. *E-mail:* luana@uri.edu.br

**RESUMO:** A prática docente, no contexto contemporâneo, tem exigido muitas habilidades e competências aos professores, entre as quais a adoção de metodologia de ensino ativa, uso de recursos tecnológicos digitais e materiais didáticos. No entanto, nem todos dominam em termos conceituais e práticos a exploração de tecnologias ou metodologias ativas, que requerem perfil professoral diferente da lógica tradicional de exposição de temas. Da mesma forma, o material didático a ser adotado é ponto de discussão na medida em que nem toda possibilidade atende a objetivos pedagógicos específicos e o docente nem sempre tem possibilidade de construir o seu próprio material ou de analisar criticamente aquele que está disponível no mercado ou na própria instituição escolar. Além disso, há uma diversidade de tipos de material didático, que vai desde o livro didático até o que explora a multimodalidade textual. Considerando isso, este trabalho aborda o material didático multimodal, procurando expor uma conceituação desse recurso pedagógico para discutir as suas potencialidades em um cenário educativo que prima pela exploração de diferentes linguagens na exposição, construção e socialização de saberes e práticas com vistas à formação integral do educando. Para isso, servindo-se de pesquisa bibliográfica, este trabalho conceitua o material didático, exemplifica-o com diferentes modelos disponíveis e ainda discute os desafios que se apresentam ao docente ao explorar na sala de aula um material multimodal que seja resultante de uma construção autoral do professor. Por fim, apresenta possibilidades para construção de material didático multimodal a fim de contribuir para a reflexão sobre a prática docente.

**Palavras-chave:** Ensino. Material didático. Multimodalidade. Prática docente.

### INTRODUÇÃO

O uso de ferramentas tecnológicas na educação, exige uma mudança quanto ao ponto de vista relacionado na sua aplicação na sala de aula. Lembro que a chegada do primeiro computador na escola em que eu estudava no final do século 20, gerou uma grande comoção entre alunos e professores, onde todos ficaram entusiasmados com a máquina, utilizada apenas para arquivar documentos. Passados pouco mais de 20 anos, a situação é completamente diferente, onde nós professores nos deparamos com uma infinidade de equipamentos e ferramentas tecnológicas que devem ser incluídas no nosso material didático. Sabemos que essas tecnologias exigem muitas habilidades e competências dos professores, entre as quais a adoção de metodologia de ensino ativa, uso de recursos tecnológicos digitais e materiais didáticos.

De um modo geral, temos certas dificuldades em relação a ferramentas tecnológicas, como a instabilidade da internet, configurações de equipamento e periféricos e com uma imensidade de ferramentas digitais que podem ser utilizadas no cotidiano docente, uma vez que para uso de muitos desses recursos, como

aplicativos para gravação áudios, vídeos, jogos, formulação de exercícios, ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) entre outros é necessário ter domínio da tecnologia digital e das funcionalidades de cada recurso (DOTTA; BRAGA; PIMENTEL, 2012).

Para Dotta, Braga e Pimentel (2012), os ambientes de aprendizagem on-line propiciam comunicação multimodal, que pode ser entendida de modo amplo como a comunicação que explora diferentes gêneros textuais e recursos de expressão. A linguagem não se constitui apenas de palavras, e a multimodalidade durante uma aula permite a interação de recursos, como textos, tecnologias, fatores sociais, históricos e psicológicos, ocasionando uma transformação no ensino e aprendizagem de forma a reorganizar a funcionalidade de uma instituição de ensino (MACHADO; CHIAPPARA; SILVA, 2014).

Essa geração de jovens estudantes possui muita destreza na utilização de meios de comunicação digitais, tornando a internet um imenso laboratório de experimentação heterogênea, que permite sua participação em processos interativos (GARCIA, 2018). Eles possuem suas próprias percepções de compreender o mundo, instigando os professores a estar sempre revisando as metodologias de ensino e redefinir as novas práticas (NOGUEIRA, 2014), o que nos faz refletir em formas de apresentação e disseminação de conteúdo mais adequadas ao contexto atual em que a cultura digital se impõe. Para Orlandi *et al.* (2018), o engajamento, motivação e a curiosidade do estudante em vencer os desafios surge como uma alternativa da multimodalidade, e isso indica a necessidade de pensar na multimodalidade como um fator aliado ao processo de ensino e aprendizagem que visa ao êxito do estudante.

É certo que essas metodologias precisam ser melhoradas para que o aluno desenvolva uma consciência individual do aprendizado e que haja formação docente, pois nem todos dominam em termos conceituais e práticos a exploração de tecnologias ou metodologias ativas, que pode envolver tanto mídias, como áudio e vídeo, quanto recursos tecnológicos digitais, como animações, aplicativos, meios de informação e comunicação.

Desta forma, Orlandi *et al.* (2018) apontam que precisamos de novos letramentos que introduzam capacidades específicas de leitura de imagens e outras semioses para a captação do interesse do aluno e o despertar de sua curiosidade que o levam à participação, ao engajamento, ao resultado da reinvenção do aprendizado, diminuindo possíveis prejuízos no entendimento do conteúdo, proporcionando na produção de material didático multimodal um caminho profícuo para os processos de ensino e aprendizagem.

Para o bom aproveitamento da multimodalidade, este trabalho aborda o material didático multimodal, conceituando e discutindo suas potencialidades em um cenário educativo que prima pela exploração de diferentes linguagens na exposição, construção e socialização de saberes e práticas com vistas à formação integral do educando. Para tal, é importante que os docentes tenham conhecimento sobre as ferramentas para que consigam desenvolver uma melhor exploração das potencialidades de cada recurso, que pode envolver diversas mídias, como áudio e vídeo, assim como, recursos tecnológicos digitais, como animações, aplicativos, meios de informação e comunicação. Para isso, servindo-se de pesquisa bibliográfica, este trabalho conceitua o material didático, exemplifica-o com diferentes modelos disponíveis e ainda discute os desafios que se apresentam ao docente ao explorar na sala de aula um material multimodal que seja resultante de uma construção autoral do professor.

## MULTIMODALIDADE

A multimodalidade é a interação de modos comunicativos entre metodologias didáticas de um docente e seus estudantes e entre os próprios estudantes. Para Haquin (2011), o conceito da multimodalidade aponta para a variedade de caracteres que utilizam os recursos semióticos e convergem para um mesmo modo de

comunicação e aponta na importância de saber ler e escrever textos multimodais apurando a interpretação dos recursos digitais investidos nesse processo. Segundo Márquez *et al.* (2003) esta abordagem se tornou inevitável frente a essa geração de estudantes, que além do papel e o lápis, escrevem em meios digitais, potenciais meios de criação de sentidos.

Para Orlandi *et al.* (2018), é necessário que sejam adotadas estratégias inovadoras em instituições de ensino de todos os níveis, possibilitando a disseminação do conhecimento num ambiente diversificado e complexo que é a sala de aula, funcionando como agente de melhoria do ensino, concordando com (SCHÖNINGER, 2020) que contextualiza que o docente tem o papel de “guia cognitivo” quando trabalha na prática de seus conteúdos a multimodalidade.

## **MATERIAL DIDÁTICO MULTIMODAL**

Fazendo uma reflexão sobre os meus materiais didáticos e de colegas mais próximos a mim, percebi que apesar de ter alguma criatividade, ainda estamos longe de um aproveitamento máximo do que as tecnologias digitais podem nos oferecer. Sendo eu extremamente preocupada com o ensino e a aprendizagem, cheguei até o termo multimodalidade. Mas o que seriam materiais didáticos multimodais?? Qualquer um de nós pode fazer uso de tais ferramentas?

A multimodalidade é um processo educativo que utiliza a linguagem verbal e não verbal ao mesmo tempo. Neste caso, os materiais didáticos multimodais são elaborados por meio de textos em conjunto com ferramentas digitais. Partindo dos princípios de Piaget (1990), esses materiais possibilitam a interação entre educadores e educandos e também do conteúdo com diferentes configurações de informação. Segundo Hemais (2010), a combinação de várias linguagens vem de acentuando e se pode observar essa combinação interagindo na construção de materiais didáticos mais atraentes para o aprendizado, possibilitando um olhar privilegiado do ponto de vista do estudante.

Dando suporte a esse aprendizado, o professor passa a ser o produtor do material didático e não mais apenas o reprodutor do conhecimento. Essa dialógica, indica novos caminhos que o ensinar pode seguir, apontando que esse material didático deve ser utilizado de forma fragmentada e diversificada em cada área do conhecimento além de contribuir nas necessidades de aprendizado de cada aluno (AZEVEDO; OLIVÉRIO, 2016). O mesmo autor, descreve, que de acordo com a intensidade da cultura digital por meio das diversas ferramentas tecnológicas existentes, estas precisam ser incorporadas no meio educacional.

Com a facilidade de acesso e manipulação das tecnologias digitais, nos proporciona a elaboração de materiais didáticos multimodais, quando inserimos diferentes signos e recursos semióticos na reorganização da produção do conhecimento (BARBOSA; ARAÚJO; ARAGÃO, 2016). A autora acrescenta ainda que estamos diante de uma inquestionável e crescente visualização dos materiais didáticos, porém se questiona se esses avanços estão adequados com a formação pedagógica recebida pela maioria dos professores, que prioriza informações verbais ao invés de ensinar a utilizar as ferramentas adequadas para que eles produzam seu próprio material.

## **DESAFIOS DA MULTIMODALIDADE**

Algumas tecnologias digitais estão sendo estudadas para serem usadas no cotidiano dos alunos e professores, sendo interessante desenvolver dentro da sala de aula seu uso mostrando os benefícios que nos trazem as tecnologias digitais (MARQUES-SCHÄFER; MELLO, 2016). Professores e estudantes com aptidões



midiáticas, além de agirem bem de forma social no mundo digital, também são capazes de criar e desenvolver páginas virtuais, podcasts, vídeos, aplicativos, animações, etc (SANTAELLA, 2014).

As ferramentas digitais, são consideradas produtoras de conteúdo em ambientes digitais, para que essas informações que circulam em ambientes escolares virtuais, precisam ser analisadas de forma crítica tendo em vista que não espelham o real, mas sim, teores interpretativos, culturais e historicamente construídos (SOUZA; TAMANINI, 2020). Os mesmos autores, discorrem que a escola insira as tecnologias na sua prática cotidiana, sendo inconcebível que uma instituição de ensino fique de fora da cultura digital, neste caso, os professores precisam se adaptar com as novas tecnologias, visando uma aprendizagem crítica dos alunos. Santaella (2014), constata que grande parte das tecnologias chegam nas escolas por meio de estudantes, levando em consideração que os professores que ainda são estudantes estão em busca de aprendizagem sobre os ambientes digitais.

Moran (2017), aponta que a escola ainda é uma instituição mais tradicional que inovadora, porem podemos observar seu interesse com a incorporação de tecnologias. Desta forma, percebemos que essa mudança por completo não será fácil, visto que os professores não estão prontos para a cultura digital, ao contrário dos estudantes que dominam os instrumentos digitais. Moran (2010), acrescenta que as instituições e os professores precisam acompanhar essas mudanças, porém é preciso dar condições aos professores para isso. O sistema educacional está em ampla transformação, com a migração de novas formas de estudo.

O emprego de tecnologias virtuais na educação tem demonstrado grandes vantagens, como prender facilmente a atenção dos alunos, a fixação no conteúdo, pois o que é feito com prazer é facilmente lembrado (MIRANDA; PRÍNCIPE, 2017). Para Moura e Carvalho (2006), a utilização de tecnologias digitais, possibilita aprendizagens ativas, interativas e colaborativas, e permitem uma permuta multicultural, apostando na interconexão entre diferentes pessoas e culturas e potencializando a construção de conhecimento dentro e fora da sala aula. Os autores Castellar; Sacramento e Munhoz (2011), acrescentam que a utilização destas ferramentas pelo aluno, amplia seu conhecimento e possibilita uma vivência na construção de conteúdos que ele mesmo produz e consome diariamente. O conhecimento crítico e criativo dos meios digitais, é um ponto importante para o empoderamento do estudante, pois sua dominação e seu controle também servem como instrumento de sua libertação. (LAPA, 2019)

A dominação e o controle do conhecimento da cultura digital também é chamada de cultura de acesso, pois nos colocam no seio de uma revolução técnica e de uma elevação cultural, que estão se desenvolvendo quanto mais baratas ficam as tecnologias computacionais e digitais (SANTAELLA, 2003), e apesar das tecnologias digitais já estar dentro das escolas, essas não fortalecem a sua imersão diária, (HELENA; BONILLA, 2012). Neste sentido, Lapa 2019), acrescenta que a integração entre a cultura digital e a velha educação ainda não ocorreu, pois para isso ocorrer, os professores precisam passar pela transformação cultural digital, que requer uma forte imersão de forma que dará sentido às práticas de ensino.

Para Santaella (2003), a cultura digital foi sendo semeada e hoje vem se fixando no meio escolar. E cabe aos estudantes e professores estudantes a tarefa desencadear processos criativos e dinâmicos com as tecnologias digitais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, tenho consciência que muitos professores possuem dificuldades para elaborar seus materiais didáticos multimodais, por diversas razões. Muitas se deparam com escolas sem acesso à internet e às tecnologias da informação, outros encontram dificuldades na utilização dos avanços tecnológicos, preferindo não aceitar essas mudanças e seguir nos padrões antigos para a elaboração do material didático.

Também podemos destacar a isso, a formação de professores, onde não consegue sair dos padrões tradicionais e desta forma com dificuldades de repassar seus conhecimentos aos futuros educandos. Assim como a popularização e a gratuidade das ferramentas digitais disponíveis, para que o docente tenha condições de aplica-las em seus conteúdos facilitando que o aluno desenvolva uma consciência individual do aprendizado.

É preciso desafiar essa nova realidade digital, de forma a provocar o professor e o aluno a ter ampla visão e aprender a ser mais crítico e questionador. Desta forma, os materiais didático multimodais não podem ser ignorados, nem pela escola e nem pelo professor, visto que nossos alunos já estão habituados com sua utilização. Continuar ignorando essa nova realidade seria um desserviço para a educação.

Nos trabalhos já estudados os autores descreverem a avaliação positiva vinda dos estudantes e dos professores que de alguma forma utilizam ferramentas multimodais, e acrescentam que esses recursos contribuíram para a sua aprendizagem estimulando seu raciocínio e o entendimento proporcionando a aplicação em outras áreas do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, A. B.; OLIVÉRIO, M. A. **Autoria e parceria na construção de materiais didáticos digitais da EAD**. São Bernardo do Campo: [s.n.].

BARBOSA, V. S.; ARAÚJO, A. D.; ARAGÃO, C. DE O. Multimodalidade e multiletramentos: análise de atividades de leitura em meio digital. **Revista Brasileira de Linguística Aplicada**, v. 16, n. 4, p. 623-650, 2016.

CASTELLAR, S. M. V.; SACRAMENTO, A. C. R.; MUNHOZ, G. B. Recursos multimídia na educação geográfica : perspectivas e possibilidades interactive multimedia resources in geographic education : **Ciência Geográfica**, v. XV, n. 1, p. 114-123, 2011.

DOTTA, S.; BRAGA, J.; PIMENTEL, E. Condução de aulas síncronas em sistemas de webconferência multimodal e multimídia. **SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, n. Sbie, p. 26-30, 2012.

GONZÁLEZ GARCÍA, J. El Enfoque Multimodal Del Proceso De Alfabetización. **Educación em Revista**, v. 34, n. 0, 2018.

HAQUIN, D. MANGHI. La perspectiva multimodal sobre la comunicación. Desafíos Y aportes para la Enseñansa em el aula. **Revista Electrónica Diálogos Educativos**, p. 32, jan. 2011.

HELENA, M.; BONILLA, S. A presença da cultura digital no GT Educação e Comunicação da ANPEd. **Revista Teias**, v. 13, n. 30, p. 71-93, 2012.

HEMAIS, B. **Multimodalidade: enfoque para o professor de ensino médio**. Disponível em: [http://www.letras.puc-rio.br/unidades&nucleos/Janeladeldeias/biblioteca/B\\_Multimodalidade.pdf](http://www.letras.puc-rio.br/unidades&nucleos/Janeladeldeias/biblioteca/B_Multimodalidade.pdf). Acesso em: 5 out. 2021.

LAPA, A. B. Empoderamento e educação na cultura digital. **Educación e Cultura Contemporânea**, v. 16, n. 43, p. 419-438, 2019.

MACHADO, B. DOS S. C.; CHIAPPARA, N. L. B.; SILVA, A. A Utilização Das Tic Em Aulas De Língua Materna: Uma Proposta Para o Trabalho Multimodal, Interativo e Colaborativo. **Periodicos.Unitau.Br**, v. 10, p. 59-74, 2014.

MARIA DO SOCORRO SOUZA, PAULO AUGUSTO TAMANINI, JEAN M. C. T. S. Cultura digital: tecnologias, escola e novas práticas educativas. **Revista Pedagógica**, v. 22, p. 1-19, 2020.

MARQUES-SCHÄFER, G.; MELLO, D. Ações e reflexões sobre o uso de um grupo de whatsapp tutoriado para aprendizagem de língua estrangeira. **EntreLínguas**, p. 163-178, 2016.

MÁRQUEZ, C.; IZQUIERDO, M.; ESPINET, M. Comunicación multimodal en la clase de ciencias: el ciclo del agua. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 21, n. 3, p. 371-386, 2003.

MIRANDA, F. D. S. S.; PRÍNCIPE, G. S. Debate oral, multimodalidade e escola: Problemáticas e possibilidades no ensino de gêneros orais por meio do modelo da sequência didática. **DELTA Documentacao de Estudos em Linguística Teórica e Aplicada**, v. 33, n. 4, p. 1089-1119, 2017.

MORAN, J. Como transformar nossas escolas. **Usp**, p. 63-87, 2017.

MOURA, A.; CARVALHO, A. A. A. Podcast: para uma aprendizagem ubíqua no Ensino Secundário. **8th International Symposium on Computer in Education**, p. 379-386, 2006.

NOGUEIRA, M. S. **O uso da multimodalidade em materiais didáticos virtuais dos cursos de Graduação e Ensino a Distância - EaD**. [s.l.] UFC, 25 fev. 2014.

ORLANDI, T. R. C. et al. Gamificação: uma nova abordagem multimodal para a educação. **Biblios**, v. 70, n. 70, p. 17-30, 2018.

SANTAELLA, L. Da cultura das mídias à cibercultura: o advento do pós-humano. **Revista FAMECOS**, v. 10, n. 22, p. 23-32, 2003.

SANTAELLA, L. A aprendizagem ubíqua na educação aberta. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, p. 15-22, 2014.

SCHÖNINGER, C. L. K. O Letramento e a Multimodalidade No Ensino De Língua Inglesa: Práticas Didáticas nos Cursos Técnico e Tecnológico. **Diacrítica**, v. 34, n. 1, p. 58-69, 2020.



## EDUCAÇÃO EM TEMPOS DE PANDEMIA: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A CRISE PERMANENTE, A CRISE NA EDUCAÇÃO E O DESMONTE DA EDUCAÇÃO NACIONAL

Lia Machado dos Santos<sup>1</sup>; Luci Mary Duso Pacheco<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doutoranda em Educação na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI Câmpus de Frederico Westphalen. *E-mail*: liah.le.tras@gmail.com. Bolsista CAPES

<sup>2</sup> Doutora em Educação e Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEDU) - Mestrado e Doutorado – da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Câmpus de Frederico Westphalen. *E-mail*: luci@uri.edu.br.

**RESUMO:** O atual modelo de isolamento social em função da pandemia, em curso há mais de um ano e meio, tem sido foco de pesquisadores e resultou em importantes sínteses críticas, dentre eles citamos Demerval Saviani e Boaventura de Sousa Santos. Nesse sentido, o artigo busca contribuir com esse cenário em três pontos. Primeiramente, retomando os diferentes tipos de crise: parcial, geral e estrutural para compreendermos como chegamos a uma crise permanente que produziu duas paisagens, a primeira é a escandalosa concentração de riqueza e outra inversa é a extrema desigualdade e destruição do planeta. Compreendendo a situação de crise global, localizamos a atual crise na educação como parte do processo, elencando as tendências já em curso no Brasil em relação às políticas educacionais e a EaD. Para finalizar, analisamos de que forma o governo, principalmente o Ministério da Educação tem encarado a educação no contexto pandêmico e como a gestão da crise tem aumentado o número de evasões e fortalecendo o projeto de desmonte da educação nacional. A partir de Saviani (2020), Santos (2020) e Morin (2015) apontamos possíveis direções para uma mudança estrutural na educação.

**Palavras-chave:** Crise. Educação. Pandemia.

### UMA CRISE PERMANENTE

Nas últimas décadas temos ouvido e repetido a palavra “crise” como justificativa para todo o tipo de retrocesso no enfraquecimento da democracia e para real emancipação humana. São reformas trabalhistas que privam os trabalhadores de direitos conquistados com muita luta, precarização dos serviços públicos e privatizações de instituições que enfraquecem a cada venda nossa soberania nacional, extinção de políticas públicas e cortes cada vez mais substanciais nos recursos destinados à educação e saúde. A justificativa para todos esses acontecimentos é sempre a mesma: a crise.

No Brasil, especificamente a partir de março de 2020 com o surgimento da pandemia de Covid-19, a palavra crise reverberou ao eco. Nesse sentido, Boaventura de Sousa Santos (2020) em *A cruel Pedagogia do Virus* retoma o significado da palavra crise- algo que por natureza deve ser passageira e facilmente explicada pelos elementos que a criaram. E também faz uma ressalva importante sobre ela: a crise “quando se torna permanente, ela transforma-se na causa que explica tudo o resto” (p. 5, 2020).

Com o advento da nova crise tornou-se frequente ouvir frases sobre o isolamento social como o “novo normal”. É Santos (202) quem afirma que a pandemia não pode ser uma crise contraposta a uma situação de normalidade, pois o que vivemos até então nunca foi normal. Estamos vivendo uma crise permanente e tão

complexa que já é muito difícil perguntar qual a verdadeira causa, contudo analisando seu desenvolvimento o objetivo dela fica evidente: uma crise para não ser resolvida e continuar legitimando a concentração de riqueza e boicotando medidas eficazes no enfrentamento a catástrofe ecológica para a qual estamos caminhando.

Demerval Saviani faz uma importante diferenciação a respeito do momento atual:

Devemos observar que, se a crise sanitária representada pela pandemia do Corona vírus é uma crise conjuntural, ou seja, própria do momento atual e que deve passar, permitindo a continuidade da vida humana, a crise que afeta a sociedade capitalista é de outro teor. (SAVIANI, 2020, p.2)

Isso significa que as crises são inerentes ao capitalismo, porém não são todas que chegam a ameaçar nossa sobrevivência. Crises parciais não são gerais e nem estruturais, até mesmo as gerais podem não se caracterizar como estruturais. Como exemplo, o autor cita o caso dos Estados Unidos que até 1984 passaram por 35 ciclos econômicos, diversas crises, porém somente duas foram classificadas como crises gerais: a Grande Depressão de 1873-1893 e a Grande Depressão de 1929- 1941. (Ibidi).

Para Mészáros, uma crise estrutural é aquela que “afeta a totalidade de um complexo social em todas as relações com suas partes constituintes ou sub complexos, como também a outros complexos aos quais é articulada” (MÉSZÁROS, 2002, p. 797). Nesse sentido, há um acordo entre autores contemporâneos, incluindo Mészáros, de que a atual crise do capitalismo é uma crise estrutural. Os sinais dessa crise estrutural são visíveis, uma vez que o capitalismo se alastrou de tal forma pelo planeta terra que já não tem mais para onde expandir passando ao que Saviani chama de sobrevida por meio da “produção destrutiva”, causando o desregramento ecológico, guerras localizadas, desastres ambientais ao “reger-se pela obsolescência programada mediante a qual os bens são produzidos para durar pouco exigindo em tempos cada vez mais curtos a necessidade de sua substituição.” (p.4, 2020).

Uma crise estrutural possui uma escala de tempo contínua ou permanente, capaz de desdobrar-se e persistir nas várias dimensões da estrutura de forma progressiva. Santos (2020), em seu caráter de intelectual popular no sentido mais assertivo da palavra, recorre à ficção do “Reino das Causas” para nos explicar o que constitui essa crise estrutural nos apresentando os três unicórnios.

Os unicórnios são selvagens e velozes. Desde o século XVII os três unicórnios são a principal forma de dominação da sociedade e têm a capacidade de desaparecer quando continuam vivos ou parecer fracos quando permanecem fortes. São eles: o capitalismo, o colonialismo e o patriarcado e juntos eles são o todo-poderoso. O colonialismo dissimulou o próprio desaparecimento com as independências das colônias e o fim da escravidão, criou heróis e metamorfoseou-se de neocolonialismo, imperialismo e racismo. O patriarcado induz a ideia de estar morrendo com algumas conquistas políticas, principalmente das mulheres, mas ao mesmo tempo crimes como o feminicídio e contra a comunidade LGBTQIA+ aumentam e tornam-se mais violentos a cada dia.

Hoje a população já consegue ver, ainda que com certa dificuldade, as sequelas da verdadeira face desses três “todo-poderosos” que se materializou em duas paisagens, a primeira é a escandalosa concentração de riqueza e outra inversa é a extrema desigualdade e destruição do planeta. Nesse momento, Santos (2020, p.13) faz um importante questionamento: “Mas serão eles todo-poderosos? Ou não será a sua onipotência apenas o espelho da induzida incapacidade dos humanos de os combater? Eis a questão. O que nos faz olhar para outra direção que tem grande poder de nos fazer retomar a capacidade de mudança, mas que vive também a sua crise: a educação.

## CRISE PERMANENTE E A EDUCAÇÃO

Edgar Morin (2015) em seu Manifesto *Ensinar a Viver* afirma que todas as crises de civilização e democracia dependem da crise do conhecimento e vice-versa. Ou seja, a crise na educação está inserida nesta grande crise multidimensional. Podemos inferir aqui, que essa crise é produto da solidariedade, do laço que existe entre os três todo-poderosos que estruturaram a sociedade burguesa e transformaram tudo em mercadoria, inclusive e principalmente a educação. Ao encontro desse pensamento, Saviani (2017) afirma que vivemos um paradoxo quando se fala em educação, pois por muito tempo a escola foi vista e divulgada com a função de democratizar, transformar os sujeitos em cidadãos ativos e autônomos, enquanto a maioria dos dirigentes e professores quer formar pessoas disciplinadas, ordeiras que reconheçam a diversidade, mas acatem a hierarquia, em outras palavras: submissas e conformadas.

Miguel Arroyo (2014) classificou quatro categorias, de pensamento pedagógico que historicamente, inferioriza o Outro<sup>1</sup>, são pedagogias que tratam o outro como marginalizados, excluídos, desiguais e inconscientes. Obviamente essas pedagogias mesmo que mascaradas de democratização da educação são tensionadas para a manutenção das instituições sociais e principalmente a relação entre Estado e grupos subalternizados.

Todos eles estão em absoluto acordo que a crise da educação está inserida em uma crise maior. Ou seja, ainda que a escola tenha um papel essencial no conhecimento e transformação da sociedade, vista em um processo de transformação social, ela não é a “locomotiva do trem”, pois não passa de um “vagão”. É preciso antes, compreender a sociedade capitalista, colonial e patriarcal para entender a escola e a educação como produto delas. Isso significa, retomando Karl Marx a partir de Saviani (2017), que os homens fazem a história, mas não a fazem sob circunstâncias de sua escolha e sim das transmitidas e legadas do passado.

Pensando nesse processo complexo para uma mudança significativa no ensino, Saviani (2017) acredita que a solução para a crise na educação é a busca pela Democracia Real e para instituí-la é preciso chegar à verdadeira Emancipação Humana. A Emancipação Humana não acontecerá de forma automática, é preciso preencher as condições subjetivas para que essas circunstâncias determinadas historicamente sejam transformadas pelos homens e isso acontecerá pela práxis. E aqui sim, a educação se torna um “grande vagão” talvez o mais importante, pois a verdadeira práxis – a junção da teoria e prática- dependerá em grande parte do trabalho educativo.

Ambos concordam que não é possível democratizar a educação, ensinar para a humanidade ou ensinar a viver por meio de uma pedagogia que tenha como base apenas princípios pedagógicos, uma vez que a educação também pressupõe atingir finalidades de cunho ético e político. É preciso um processo complexo que exige mudanças estruturais de pensamento e que nos faça reconhecer a complexidade humana e inseparável como indivíduo, espécie e sociedade.

## EDUCAÇÃO E PANDEMIA: RESPONSABILIZAÇÃO, MERITOCRACIA E PRIVATIZAÇÃO

Em artigo recente, três autores ao apontarem para uma crítica da EaD na educação brasileira em tempos de pandemia, elencaram três categorias centrais que definem a atual política educacional: “responsabilização, meritocracia e privatização”. (FRANÇA FILHO; ANTUNES; COUTO; 2020, p. 21).

---

<sup>1</sup> O educador e sociólogo Miguel Arroyo em *Outros Sujeitos, Outras Pedagogias* (2014) nos apresenta o conceito do Outro, vítima dessa grande crise, mas com a plena consciência de sua situação. Eles resistem, afirmam-se em ações coletivas e movimentos sociais e materializam-se como presenças incômodas em escolas e universidades.



Ancorados nos estudos do professor Luiz Carlos Freitas, afirmam que o conjunto de medidas educacionais são de caráter produtivista e tecnicista. A educação pública tem seguido um modo de organização da iniciativa privada, focando em resultados pela diminuição dos custos. “A escola pública não se transforma em instituição privada, mas sua gestão é realizada pela lógica privada (ou mesmo por uma empresa privada).” (FREITAS 2012, p. 379 apud idem )”

Já o sistema de responsabilização envolve os testes em larga escala para os estudantes, a divulgação pública do desempenho dos alunos e da escola valendo-se de recompensas e sanções. São categorias que perpassam entre si, uma vez que as recompensas e sanções se caracterizam também como uma forma de meritocracia do sistema. (ibid.). Os resultados das avaliações institucionais, o ranqueamento das instituições de ensino e suas publicações são para gestores e professores uma forma de responsabilização.

Na pandemia essas três categorias expandiram. A responsabilização sob os gestores e professores aumentou exponencialmente, professores foram julgados como não trabalhadores quando precisaram utilizar o ensino remoto. Foram difamados por resistirem à volta das atividades presenciais quando a taxa de contágio da Covid-19 ainda era alta em quase todo o Brasil. Pais que tiveram condições transferiram seus filhos para escolas particulares, o que na lógica mercadológica ganha mais quem disponibiliza aulas presenciais.

Aliás, a inclinação do neoliberalismo de subordinar a educação aos interesses do mercado, significa na atual conjuntura da crise política brasileira e dentro de uma crise global, um real desmonte da educação nacional. Nesse panorama que se desenha, Demerval Saviani (2020, p.10) aponta para dois caminhos:

A primeira nos inclina às circunstâncias determinadas e legadas do passado até o momento, ou seja, a educação a serviço das necessidades e imposições do mercado. A segunda poderá acontecer apenas com a reversão da primeira expectativa, muito mais difícil de acontecer e implica uma mudança estrutural. Obviamente o primeiro caminho é uma tendência que já vem prevalecendo, e foi fortificada na pandemia ao ser usada pelos setores dominantes da sociedade para manter as formas de dominação, enquanto o resto da população acompanha e sofre atônita pela incapacidade da “(des)ordem social dominante de resolver os problemas agravados pela pandemia.” (idem, p.5)

Ao encontro do desmonte da educação e a serviço do mercado, a Educação a Distância se generaliza, é vendida como uma forma equivalente ao ensino presencial. Um produto desejado na “esteira da privatização” cujo principal uso é a redução dos gastos e aumento dos lucros. A propósito, a busca pelo aumento da clientela e fidelização é forte:

No que diz respeito à pauta específica da educação, a manifestação mais sensível dos impactos do coronavírus no Brasil se observa na pressão encontrada em todos os entes federativos e em todas as etapas da educação básica e superior pela implantação massiva do que se convencionou chamar de Educação à Distância (EaD). Entretanto, isto deve ser interpretado como etapa posterior de um processo cuja gênese é anterior ao surgimento da COVID-19 e, com consequências, tende a se desdobrar após este período mais intenso de propagação da pandemia. (FRANÇA FILHO; ANTUNES; COUTO; 2020, p. 17).

Outra expressão muito utilizada como alternativa a Educação a Distância pela comunidade escolar é o ensino remoto. Assim como as palavras “pandemia”, “quarentena”, a expressão “ensino remoto” também chegou de forma estranha em muitas casas na população brasileira. O ensino remoto foi utilizado para explicar às famílias como os estudantes continuariam suas formações sem estar presencialmente nas instituições de ensino, foi apresentado como um substituto do ensino presencial e seria utilizado como um estado de exceção, distinta da modalidade EaD que já tem sua existência regulamentada e já é oferecida regularmente coexistindo com a educação presencial.

Sendo assim, Saviani (2020, p.6) enumera três pré-requisitos ou condições que precisam ser preenchidas para que de fato o ensino remoto possa funcionar como substituto do ensino presencial: a) o acesso de todos os alunos ao ambiente virtual; b) acesso a internet; c) Não basta o acesso é preciso que o aluno seja alfabetizado no sentido funcional e principalmente que não sejam analfabetos digitais. Aliás, considerando que alunos e professores devam estar confinados em suas residências, é preciso que ambos preencham essas condições.

Mais de um ano e meio se passou e nem todos conseguiram cumprir com êxito os pré-requisitos. Em 23 de julho de 2021 a seguinte notícia é publicada no jornal eletrônico G1 “Evasão escolar dispara durante a pandemia e cerca de 670 mil alunos ficam sem estudar em SP, aponta relatório”<sup>1</sup>, o relatório produzido pelo Fundo das Nações Unidas pela Infância (Unicef), no território de São Paulo aponta como a principal dificuldade dos evadidos a conectividade, o uso de material impresso e aplicativos de mensagem como empecilhos que os levaram a abandonar as escolas.

A pesquisa é um recorte pequeno, mas que reflete o Brasil como um todo. É importante ter em mente que mesmo tendo o acesso a internet, ler a sociedade a partir das conexões não elimina as distâncias e cicatrizes geradas pelas diferenças da desigualdade. Néstor García Canclini (2015) trata de forma conceitual três modalidades de existência na globalização que podem existir simultaneamente: os diferentes, os desiguais e os desconectados. “Cada forma de privação associa-se a formas de pertencimento, posse ou participação” (idem, p.100). Estes sujeitos são marcados e diferenciados pela cor, classificados pela capacidade de aquisição e localização são os que mais sofrem os impactos da crise na educação. São os outros de Miguel Arroyo (2014), os localizados ao Sul na pandemia de Boaventura de Sousa Santos (2020) que, excluídos mais ainda pela pandemia, são os que sofrem as consequências desastrosas dessa generalização do ensino como mercadoria.

Utilizamos a epígrafe de José Saramago em o Ensaio sobre a Cegueira: “Se podes olhar, vê. Se podes ver, repara.” Reparamos naqueles estudantes que estão tendo as melhores chances de sucesso acadêmico, pois estão tendo aulas particulares em casa com todo aporte, ou mesmo aulas presenciais com todos os cuidados e infraestrutura necessária, reparamos nos alunos que ingressaram por cotas raciais e sociais que no insucesso de sua permanência estão abandonando os seus sonhos de uma vida melhor e voltando para suas cidades natais em busca de emprego para ajudar a sustentar suas famílias. Alunos do ensino médio e técnico optando por cursos noturnos para ajudar os pais que foram afetados diretamente pelo desemprego alarmante.

Tudo isso nos faz pensar que o uso da tecnologia por si só não é a solução para os problemas na educação, ela sozinha reduz a complexidade da prática social pedagógica que comprovadamente faz falta no ensino remoto independente da vontade do professor de fazer acontecer. Para finalizarmos parcialmente o tema do ensino remoto, é importante trazer aqui a crítica dos autores FRANÇA FILHO; ANTUNES; COUTO (2020, p.27) sobre a diferenciação feita entre ensino remoto e EaD. Para eles a justificativa de não chamar o que se faz nas escolas atualmente de EaD porque este demanda um conjunto, uma organização curricular prévia é uma falsa questão, a verdadeira pergunta de fundo seria: “de que concepção pedagógica estamos falando?”.

É neste sentido, portanto, que consideramos incabível tentar estabelecer uma distinção real em termos teóricos, entre a EaD e o ensino remoto, pois o segundo é simplesmente uma versão do primeiro realizada de forma bruta sem o romantismo do primeiro. (FRANÇA FILHO; ANTUNES; COUTO, 2020, p.28)

<sup>1</sup> Evasão escolar dispara durante a pandemia e cerca de 670 mil alunos ficam sem estudar em SP, aponta relatório. Ver em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2021/07/23/evasao-escolar-dispara-durante-a-pandemia-e-cerca-de-670-mil-alunos-ficam-sem-estudar-em-sp-aponta-relatorio.ghtml>. Acesso em: 30 ago. 2021.



Mesmo utilizando a diferenciação do EaD X Ensino Remoto, Saviani defende que a educação, pela sua própria natureza, só pode ser presencial. Trata-se de uma relação que implica a presença simultânea de do professor e seus alunos de forma simultânea e interpessoal. “E sabe-se que uma das principais funções da educação é a socialização das crianças e jovens, o que não pode ser feito com o ensino remoto ou a distância e muito menos com o ensino dito doméstico.” (SAVIANI, 2020, p.6-7)

Portanto, para a compreensão do que significa o uso do EaD/Ensino Remoto neste momento específico do país e, a partir desse entendimento visualizar possíveis direções deste processo, retomamos aqui três elementos os quais estudiosos da educação consentem:

- 1- A gestão da educação no Brasil: Como já retomado no texto anterior, em que localizamos a crise da educação como um produto da crise estrutural do capitalismo é possível compreender a forma como o Estado Brasileiro estruturou o Sistema Nacional de Educação, como de forma sucessiva nos últimos 20 anos, se optou por uma organização centralizada em torno do Governo Federal que assumiu todo o poder de decisão das políticas públicas enquanto para os entes federativos (estados e municípios) ficou a execução das normativas. (FRANÇA FILHO; ANTUNES; COUTO, 2020, p.17-18)
- 2- As relações estreitas com organizações privadas: Essa estrutura estatal centralizada é atravessada pela lógica mercantilista no que diz respeito à função do Estado de garantir o acesso à educação para todos. Tomemos como exemplo a organização Todos pela Educação composta por grandes grupos empresariais que acabam assumindo a função gestora do Estado.
- 3- A generalização da EaD enquanto modalidade da educação: Isso nada mais é do que o resultado do caminho percorrido até aqui.

A saída para esse caminho provável para o qual a educação anda a passos largos é complexa, exige grandes mudanças estruturais que poderão ou não surgir no âmbito da educação. Vários estudiosos se debruçam em torno de uma saída, elaboram teorias e hipóteses, Edgar Morin (2015) propõe uma Reforma do Pensamento, Saviani defende a Escola Unitária (2020), Miguel Arroyo (2014) defende as Outras Pedagogias e uma nova validação do conhecimento, esses e muitos outros pensam a educação para a emancipação humana. Entretanto, não tendo condições ou circunstâncias para uma mudança estrutural que requer principalmente uma mudança em relação à crise estrutural, o que devemos focar no momento, além de fortalecer esses estudos é resistir.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por muitas vezes no ensino fundamental, na inocência e coragem de nossos 12 anos ou menos, eu e meus colegas folheando os livros didáticos de história nos perguntávamos como as pessoas de diferentes épocas, inclusive a de nossos pais e avós, passaram por acontecimentos históricos e não reagiram, não foram capazes de mudar as suas realidades. Principalmente nos períodos de ditaduras pelo mundo, o nazismo, o fascismo. A primeira pergunta era sempre: Como chegamos até aqui?

Agora no tempo presente o questionamento continua importante, revisar nossa memória recente para que não se esqueça; e pensar no contexto histórico para que não mais aconteça. Portanto, consideramos importante após todas as reflexões feitas até aqui exercitar a memória com aqueles que estiveram à frente do departamento que deveria ter como sua principal função cuidar de todo o sistema educacional brasileiro e melhorar a educação, ele o Ministério da Educação - MEC.



Foi Saviani quem retomou essa verdadeira “Desventura em Série”<sup>1</sup> que foi o preenchimento da pasta do Ministério da Educação e retomamos aqui para que possamos concluir essa pequena reflexão compreendendo o todo e as partes. Ainda segundo o autor:

[...] as indicações seguem critérios político-ideológicos e se restringem ao círculo dos cúmplices primando pela inexperiência e incompetência dos indicados, o que se converteu em regra para todos os ministérios, mas se evidenciou de forma mais gritante no caso da Educação. (SAVIANI, 2020, p.15).

O primeiro a ocupar a pasta foi Ricardo Vélez Rodríguez, uma temporada curta de três meses e algumas polêmicas como a divulgação de alterações do edital do Programa Nacional do Livro Didático em que não seriam mais exigidas referências bibliográficas e o edital não cobraria temas ligados à defesa da diversidade étnica, cultural e de combate à violência de gênero nos livros. Nove dias após a publicação o edital foi anulado. O ministro também enviou carta às escolas obrigando-as a executarem o Hino Nacional, gravar e ler uma carta de sua autoria com o seguinte slogan: "Brasil acima de tudo, Deus acima de todos!" o que já é Inconstitucional. Além de várias declarações polêmicas, o ministro também defendeu o golpe de 1964.

Abraham Bragança de Vasconcellos Weintraub, foi quem sucedeu Vélez, ficou aproximadamente quinze meses e “revelou- se um boquirroto, um obscurantista belicoso dizendo barbaridades sem jamais se desculpar. Sua gestão foi marcada por cortes de 30% no orçamento das universidades federais com acusações, obviamente falsas e genéricas, de baderna e plantações de maconha [...]” (SAVIANI, 2020, p.16).

Em 2019 também lançou o Programa “Future-se” que resumidamente permitia por diferentes mecanismos, privatizar o financiamento e gestão das universidades e Institutos Federais; protagonizou crises no ENEM 2019 com erros nas correções das provas; por meio de decreto do presidente recebeu a atribuição de nomear Reitores das universidades federais sem respeitar as eleições da comunidade universitária e como seu último ato assinou portaria que acabava com o incentivo a cotas para negros, indígenas e pessoas com deficiência em cursos de pós-graduação, a portaria foi revogada logo depois<sup>2</sup>.

Carlos Alberto Decotelli, que seria o terceiro ministro, renunciou cinco dias após a nomeação em junho de 2020. Acusações de plágio na dissertação e informações falsas no currículo criaram grande insatisfação com o público, principalmente após o reitor da Universidade Nacional de Rosário, na Argentina, Franco Bartolacci vir a público no Jornal Nacional, da TV Globo, afirmar que Decotelli não concluiu o Doutorado, pois sua tese não foi aprovada<sup>3</sup>.

Logo em seguida tomou posse Milton Ribeiro como o novo ministro da educação e permanece até então, não menos polêmico<sup>4</sup> que os antecessores, já conhecido como autor de frases como: “Universidade para poucos”; “Algumas crianças com deficiência são de 'impossível convivência'”; e outras falas preconceituosas em relação às questões de gênero. Milton é Pastor presbiteriano e membro do Conselho Deliberativo da entidade mantenedora da Universidade Mackenzi. O doutor em Educação na USP prometeu no discurso de posse se empenhar em seguir a orientação do presidente. “Assim, o que parece mais provável é que, detendo alguma competência técnica diferentemente de seus dois antecessores, poderá ter mais êxito na política de desmonte da educação.” (SAVIANI, 2020, p.16).

<sup>1</sup> *Desventuras em série* é uma série de treze livros escrita por Lemony Snicket (pseudônimo de Daniel Handler. Ficou mais conhecida pela sua adaptação para o cinema em 2004. Ver mais em: <https://www.adorocinema.com/filmes/filme-46317/>

<sup>2</sup> Ver mais em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2020/06/23/mec-revoga-portaria-que-acabava-com-incentivo-a-cotas-para-negros-indigenas-e-pessoas-com-deficiencia-na-pos-graduacao.ghtml>.

<sup>3</sup> Ver mais em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-53242665>.

<sup>4</sup> <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2021/08/23/milton-ribeiro-veja-frases-do-ministro-da-educacao-e-entenda-por-que-elas-foram-questionadas.ghtml>

Portanto, conhecendo brevemente como se deu a ocupação do Ministério que deveria estar à frente na gestão e organização do Sistema Nacional de Educação é possível entender a sensação de abandono das instituições de ensino frente ao grande desafio que foi a suspensão das aulas presenciais em decorrência da pandemia causada pelo coronavírus (COVID-19). O fato de que o Ministério da Educação (MEC) gastou substantivamente menos que outros ministérios como Cidadania, Saúde e Economia, mostra como a educação não foi vista como uma área prioritária nesse momento, mesmo com a criação do Comitê Operativo de Emergência e de medidas de apoio financeiro via MEC<sup>1</sup>.

Muita coisa poderia ser feita de forma diferente e melhor, não faltam professores e pesquisadores que se debruçaram sobre o tema. Saviani (2020, p.8-9) resgata a proposta da professora Maria de Fátima Félix Rosar de desenvolver atividades de leitura e escrita para todos independente da série, pois “os alunos, tendo ampliado sua competência em leitura e escrita, estarão mais preparados para dar conta da programação das diversas disciplinas curriculares”. Além disso, prover as residências com as condições de sobrevivência mantendo a merenda escolar nas casas, a renda das famílias sendo asseguradas por programas do governo a fim da manutenção das famílias e o acesso à água tratada e produtos de higiene nas residências. O que sabemos de antemão que não aconteceu, pois a pandemia foi apenas mais uma calamidade de tantas outras que atingiu grande parte das famílias no Brasil. Enfim:

[...] cabe registrar que o Brasil perdeu uma grande oportunidade de se constituir em exemplo para todo o mundo no enfrentamento da pandemia. Tinha condições bastante favoráveis para esse protagonismo. Dispondo do SUS, o maior Sistema Universal de Saúde do planeta e sendo um dos últimos países a ser afetado, se beneficiava, também, do conhecimento das ações levadas a efeito pelos países que tiveram êxito como Nova Zelândia, Coréia do Sul, Alemanha, Vietnã e a própria China podendo, então, planejar o enfrentamento levando em conta essas experiências bem sucedidas. (Saviani, 2020, p.8)

É neste contexto de uma grande crise estrutural, de uma crise educacional que já vem sendo planejada há décadas e fortalecida na pandemia do coronavírus que o desmonte da educacional nacional se situa atualmente e se materializa pelas iniciativas efetivas de privatização e desqualificação da educação pública e dos professores.

O cenário é desmotivador, mas sempre há escolhas. Santos (2020) enumera alguns ensinamentos desse período pandêmico, o mais importante deles é que o capitalismo já não se sustenta mais, chegamos ao ponto em que mudamos radicalmente ou seguimos para a barbárie.

Em 1990, absorvido pelos acontecimentos do colapso da União Soviética, Saviani escreveu que “nenhum modo de produção desaparece antes de ter esgotado todas as suas possibilidades”, ou seja, não poderíamos acreditar que o socialismo morreu, uma vez que a tentativa de implantá-lo em apenas uma parte do mundo foi inviável, portanto não se pode dar como fracassada a sua implantação como solução global. (SAVIANI, 2017, p. 661)

O mesmo não se pode dizer do capitalismo, pois não há mais problemas do socialismo paralelo aos do capitalismo. É aqui que precisamos chegar: “Todos os problemas do mundo, hoje, são problemas do capitalismo”. Ou seja, esgotamos este sistema de dominação, não é mais possível pensar em formas de soluções parciais, somente a sua superação. (idem, 2020, p.4).

<sup>1</sup> Ver mais em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2021/02/21/ministerio-da-educacao-nao-gasta-o-dinheiro-que-tem-disponivel-e-sofre-reducao-de-recursos-em-2020-aponta-relatorio.ghtml>.

## REFERÊNCIAS

ARROYO, M. **Outros Sujeitos, outras pedagogias**. 2. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2021.

CANCLINI, N. G. **Diferentes, desiguais e desconectados: mapas da interculturalidade**. Trad. Luiz Sérgio Henriques. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2015.

DE FRANÇA FILHO, A. L.; DA FRANÇA ANTUNES, C.; CAMPOS COUTO, M. A. ALGUNS APONTAMENTOS PARA UMA CRÍTICA DA EaD NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA EM TEMPOS DE PANDEMIA. **Revista Tamoios**, [S.l.], v. 16, n. 1, maio 2020. ISSN 1980-4490. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/50535>. Acesso em: 30 ago. 2021. doi: <https://doi.org/10.12957/tamoios.2020.50535>.

MÈSZÁROS, I. **Para além do capital: rumo a uma teoria da transição**. São Paulo: Boitempo, 2002.

MORIN, E. **Ensinar a viver: manifesto para mudar a educação**. Porto Alegre: Sulina, 2015.

SANTOS, B. de S. **A Cruel Pedagogia do Vírus**. Coimbra: Almedina, 2020.

SAVIANI, D. **Crise estrutural, conjuntura nacional, coronavírus e educação** – o desmonte da educação nacional. *Revista Exitus*, [S. l.], v. 10, n. 1, p. e020063, 2020. DOI: 10.24065/2237-9460.2020v10n1ID1463. Disponível em: <http://ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/1463>. Acesso em: 31 ago. 2021.

SAVIANI, D. Democracia, educação e emancipação humana: desafios do atual momento brasileiro. **Psicologia Escolar e Educacional**, SP, v. 21, n. 3, p.653-662, setembro/dezembro de 2017.



## O VALOR DA EDUCAÇÃO CORPORATIVA E A CARÊNCIA DE UM OLHAR APRECIATIVO PARA O EDUCADOR CORPORATIVO

Wislan Lima Marques<sup>1</sup>; Luci Mary Duso Pacheco<sup>2</sup>

Graduado em Administração de Empresas, com MBA em Gestão de Pessoas. Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Educação, Mestrado e Doutorado da URI – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – wislanlimamarques@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Educação. Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação, Mestrado e Doutorado da URI – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – lucimdpacheco@gmail.com

**RESUMO:** O presente estudo apresenta contribuições da educação corporativa para as organizações na contemporaneidade, busca conhecer as vantagens competitivas oriundas desse sistema e também elucida a necessidade de que há em se pesquisar mais sobre tal temática. As Universidades Corporativa se demonstra como uma estratégia da educação corporativa que traz fundamentos estruturais para a gestão da competência e do conhecimento nas empresas, e vem ao encontro para auxiliar na mobilidade e agilidade das mudanças que o ambiente atual exige. Sendo assim foi efetuado uma pesquisa qualitativa bibliográfica exploratória para compreender os fenômenos propostos. Em vista dos argumentos apresentados na pesquisa, compreende-se que as revoluções industriais e a presente revolução digital proporcionou o desenvolvimento de um ambiente organizacional cada vez mais dependente de conhecimentos específicos, demonstrando assim a necessidade eminente de educadores corporativos para essa demanda.

**Palavras chave:** Educação corporativa. Educador corporativo. Universidade corporativa

### INTRODUÇÃO

A capacitação dos colaboradores no segmento corporativo se tornou uma estratégia fundamental na busca pelo crescimento do potencial competitivo baseado na eficácia coletiva, requerendo métodos e estruturas de aprendizagem organizacional que esteja alinhados com os objetivos corporativos.

Diante desse panorama é que surge as Universidades Corporativas como estratégia da educação corporativa empresarial de suprir a necessidade de alavancar a alta performance dos colaboradores, para melhor competir no mercado onde estão inseridas. Posto isto, percebe-se que as respostas as indagações de: Quais as vantagens competitivas que a educação corporativa promove? Há pesquisas científicas suficientes sendo realizadas para compreender melhor o universo da educação corporativa e de seus fatores? podem nos conduzir a alcançar os objetivos de conhecer as contribuições que a educação corporativa produz para as empresas no cenário contemporâneo, bem como levantar informações sobre o atual estado da arte da temática.

Outro aspecto que contribui ao entendimento da temática proposta consiste no levantamento do estado do conhecimento, pois percebeu-se que se trata de um assunto pouco explorado em pesquisas científicas. Sendo assim, tendo um olhar apreciativo ao estado do conhecimento se compreende a real carência de se pesquisar sobre a educação corporativa e o educador corporativo na contemporaneidade.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa será realizada de caráter qualitativo bibliográfico exploratório, evidenciando uma análise dialética com os autores sobre o tema.

### **A relevância da educação no ambiente empresarial**

Percebe-se que cada vez mais a educação tem sido o elemento essencial para a mudança de posturas e de enfrentamentos em situações problemas e em realidades diferenciadas, que necessitam de mudanças, inovações e ou mesmo de um novo olhar para o cotidiano de tarefas.

Com base nessa alegação, a educação passa a exercer um papel fundamental em vários setores da sociedade indo além do ambiente escolar e inserindo-se na esfera empresarial. No atual mundo globalizado que as organizações estão inseridas, o conhecimento se tornou um diferencial imprescindível na busca de conquistar um espaço maior no mercado competitivo, da então era da informação.

Os produtos e serviços oferecidos pelas empresas estão cada vez mais semelhantes, não tendo grandes diferenças entre si, podendo ser adquiridos em uma organização ou em outra, dependendo da abordagem de venda ou interesse do consumidor. O que gera a possibilidade de compra de um produto ou serviço são as abordagens feitas pelas pessoas envolvidas no processo. Diante desse fato se torna necessário o aperfeiçoamento desses colaboradores, para prestar um serviço, fabricar um produto ou comercializa-los com mais eficácia, gerando assim mais retorno para as instituições e proporcionando mais oportunidades de desenvolvimento ao colaborador.

As demandas de trabalhos dentro das organizações estão se tornando mais complexas. Funções que necessitam de conhecimento específico de um determinado tempo ou local, estando além dos conhecimentos oferecidos no bancos escolares universitários, por serem cursos preparatórios de uma profissão geral, uma vez que tem como objetivo formar o indivíduo para a sociedade, enquanto que as universidades corporativas formam para o cumprimento das estratégias organizacionais específicas de cada instituição. Assim, cresce a necessidade de uma educação específica para atender a carência que há no mercado de hoje, por treinar e desenvolver colaboradores mais competentes em ambientes organizacionais distintos.

Diante da conjuntura mercadológica atual da gestão de pessoas e do setor de educação corporativa das organizações, adotaram o perfil de Universidades Corporativas para que estrategicamente capacitem seus colaboradores, proporcionando assim um trabalho mais assertivo para o êxito das funções organizacionais. Entendem que toda a estrutura de aprendizagem deve formar o quadro funcional para estar alinhados com a visão, missão e valores institucionais, pois o foco do ensino se traduz a capacitar estrategicamente para o alcance dos objetivos estabelecidos e contribuir para a formação continuada dos colaboradores.

Na década de 80, a educação continuada era uma exclusividade acadêmica, para um grupo privilegiado de pessoas que apresentava condições de se atualizar. Atualmente, a educação continuada não é mais uma exclusividade acadêmica, mas uma imposição do mercado de trabalho, motivada principalmente pelas mudanças tecnológicas e econômicas. Por isso, ela deixa de ser somente uma atualização para ser incorporada também com o conceito de requalificação.

Por isso, a educação corporativa vem para dar suporte as organizações no que tange a qualificação e requalificação de seus funcionários, segundo suas perspectivas. EBOLI (2004):

Educação corporativa é um sistema de formação de pessoas pautado por uma gestão de pessoas com base em competências, devendo, portanto, instalar e desenvolver nos

colaboradores (internos e externos) as competências consideradas críticas para a viabilização das estratégias do negócio, promovendo um processo de aprendizagem ativo e permanente vinculado a propósitos, valores, objetivos e metas empresariais.

A tendência do cenário de formação continuada, dentro das organizações é a implantação das universidades corporativas, atrelando a um desafio que é uma oportunidade de repensar a área de treinamento e desenvolvimento de pessoas, no que se refere ao seu formato e objetivos específicos. Assim, faz-se necessário investir em um modelo e conceito de formação, com seus processos e estrutura de universidade, visando o aprimoramento de seus profissionais. Frente à demanda do mercado atual, além de assegurar a vantagem competitiva da sua organização, em relação aos seus concorrentes, conta com a valorização da expertise dos seus colaboradores. (ZANOTTA, 2016)

Diante da citação analisa-se que as Universidades Corporativas se tornaram uma estratégia da educação corporativa imprescindível para as organizações executar a gestão do conhecimento, bem como gerir as pessoas dentro de suas funções. As empresas tem buscado alinhar cada vez mais o perfil e o conhecimento dos colaboradores a cada cargo em seu organograma, para que possam aumentar sua competência organizacional. Diante desse cenário a educação corporativa vem ao encontro promover fundamentos estruturais para formar os colaboradores aos requisitos corporativos desejados.

### **Educação corporativa: gerando valor as organizações**

Segundo Meister (1999, p.234):

O modelo de treinamento inovador e altamente desenvolvido representado pelas universidades corporativas é um parâmetro valioso para empresas de todos os tipos e tamanhos interessadas em aprimorar seus programas de educação corporativa. No limiar do século vinte e um, as qualificações da força de trabalho serão fundamentais para a competitividade das empresas. Todas elas, independentemente de serem públicas ou privadas, terão de desenvolver estratégias para promover a aprendizagem contínua no ambiente de negócios, a fim de competir com sucesso no mercado global.

A educação corporativa se mostra uma estratégia fundamental para o alcance de resultados esperados pelas empresas. O atual mundo global conduziu as organizações a um alto nível de competitividade onde produtos e serviços são semelhantemente colocados no mercado. Com isso a aprendizagem específica desenvolvida pelos sistemas de educação corporativa qualifica o quadro funcional para competir com mais eficácia no mercado, produzindo maiores resultados.

Segundo Meister (1999, p.234):

A força de trabalho de uma empresa é seu principal recurso para a criação de uma diferenciação sustentável no mercado. A vantagem competitiva baseada na força de trabalho está provando ser mais duradoura do que a competitividade baseada na tecnologia, que desaparece rapidamente quando novas tecnologias se tornam igualmente acessíveis às empresas em termos globais. A excelência da força de trabalho, porém, é o resultado exclusivo das práticas de recrutamento e treinamento de uma empresa; ela cria uma vantagem que não pode ser facilmente duplicada e sempre pode ser renovada e aperfeiçoada.

O investimento em pessoas se constitui em uma estratégia sólida ao longo do tempo para as empresas, pois a renovação e o aperfeiçoamento das competências é perene e a probabilidade de ser copiado por um concorrente se torna imprevisível, devido ser improvável o fato de se “copiar pessoas”.



Meister (1999, p.242) diz que:

Uma das contribuições importantes de muitas universidades corporativas foi encorajar a criação de um plano anual de aprendizagem e desenvolvimento do indivíduo como veículo para que os funcionários se responsabilizem pela aquisição de novas qualificações. Esses planos são bastantes específicos e conduzem cada funcionário a níveis cada vez mais altos de desempenho profissional e de equipe. Eles são examinados regularmente para responder à evolução das necessidades do ambiente de negócios e do mercado assim como para assegurar que os funcionários certos participem no momento certo das atividades de treinamento e aprendizagem certas.

Em um ambiente corporativo de aprendizagem continua os colaboradores buscam sua qualificação dentro da própria empresa, focando sua busca em se aperfeiçoar segundo um plano de estudo da organização. Essa ação produz para a empresa uma diminuição de custos em treinamentos desnecessários para o momento atual em que o funcionário se encontra em suas atividades. O desenvolvimento da competência vem no momento certo em que o colaborador certo precisa do conhecimento certo para se aperfeiçoar.

Diante disso, a força de trabalho realizará suas responsabilidades já com as competências técnicas e comportamentais para tal, com isso há um ganho para a empresa com a diminuição de custos de acertos empregatícios, pois a rotatividade de funcionários será menor, pois os colaboradores estarão melhor engajados em suas funções. Outro aspecto que o desenvolvimento humano produz para as empresas, se define pelo gerenciamento do absenteísmo dos funcionários nas rotinas diárias, pois sabe-se que quando o empregado encontra-se desmotivado para com suas responsabilidades, o rendimento não será o mesmo de outro que esteja engajado com os objetivos, gerando assim prejuízos financeiros e estruturais.

Outro fator que demonstra a influência do sistema de educação corporativa nos resultados, é visto no mérito alcançado, quando conseguem desenvolver a força de trabalho, atingirem a rentabilidade proposta, desenvolverem/reterem clientes, fornecedores e colaboradores, colocam no mercado sua marca como educação corporativa. Com isso, é aderido mais um ativo no patrimônio da empresa, agregando capital financeiro e intelectual a empresa. Edificado a marca da educação corporativa muitas empresas, a exemplo temos a Motorola e a Disney, capitalizaram-se vendendo a si próprias para profissionais externos, com produtos de marca do segmento de aprendizagem. As ferramentas de treinamento desenvolvidas internamente, matérias didáticas, sistemas de apoio ao desempenho eletrônico e software multimídia, estão sendo disponibilizados no mercado aberto, provendo assim recursos financeiros e transformando-se em fontes de receitas para as organizações. Meister(1999)

Outro ponto que traz resultados na estratégia da educação corporativa é o auxílio que a aprendizagem traz para o acompanhamento das mudanças. Conforme MUNHOZ (2015, p.113):

A mobilidade da força de trabalho tem provocado preocupações nas organizações. Ela não tem mais o seu objetivo determinado na fidelidade e na garantia de emprego com salário fixo. As necessidades se tornam voláteis e mudam com a flutuação do mercado. A agilidade, na atividade de aprendizagem, torna-se algo inevitável e pode causar ansiedade nos colaboradores, submetidos ao que se convencionou chamar de estresse tecnológico. O esforço para aprender cada vez mais coisas provoca uma sobrecarga cognitiva que pode ter vazão e ser aliviada por meio da aprendizagem corporativa.

As constantes mudanças no mundo digital traz para as organizações a necessidade de se moverem com agilidade e habilidade para que possam conseguir acompanhar o mercado. Todavia quando as organizações enfrentam essa situação sem a mobilidade de uma atividade de aprendizagem, tende a criar um ambiente rígido, no qual não há colaboração e a sensibilidade das pessoas fica embotada. Sendo assim o progresso se desenvolve somente com alto nível de coerção que acaba sendo imposto. Trata-se de um

processo que afugenta a força de trabalho para se qualificar. Todavia, a burocracia corporativa tem de ser vencida e uma das formas mais eficientes de superar esse estado de coisas é através da educação corporativa. Estudos complementares sobre localização, forma de efetivação e disponibilidade de colaboradores, entre outros fatores, indicam que o sistema de educação corporativa é a solução ideal para a entrada em um mundo de mudanças. MUNHOZ (2015).

Tendo vista o ambiente social, a educação corporativa tem influenciado positivamente a sociedade, produzindo uma nova perspectiva entre empregador e empregado, conforme MEISTER (1999, p.9):

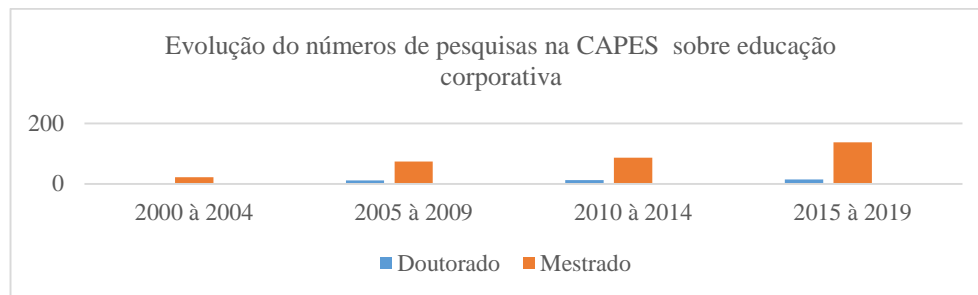
O antigo contrato social implícito – você trabalha bastante e terá emprego durante o tempo que quiser – não existe mais. A segurança do emprego não é mais decorrência de trabalho em uma única empresa, mas a manutenção de uma carteira de qualificações relacionadas ao emprego. Esta transformação sinaliza um “novo contrato psicológico” entre empregador e empregado. Sob os termos desse novo contrato, os empregadores oferecem aprendizagem em lugar de segurança no emprego. As qualificações e conhecimento adquiridos promovem a capacidade contínua de emprego do funcionário – a capacidade de encontrar um trabalho significativo dentro ou fora da empresa. Em outras palavras, os empregadores estão dando aos empregados a oportunidade de desenvolver uma melhor capacidade de emprego em troca de maior produtividade e algum nível de comprometimento com a missão da empresa, enquanto lá estiverem.

Entende-se por empregabilidade o nível do profissional ser atrativo no mercado de trabalho, o quanto as empresas tem interesse em tê-lo como colaborador. Em virtude do conceito apresentado compreende-se que quando o educador corporativo juntamente com as estruturas das universidades corporativas investem na capacitação profissional de seus empregados, estão produzindo um bem maior, estão maximizando a empregabilidade de seus funcionários. Isso ocorre porque ao serem capacitados, os colaboradores aumentam seu potencial para cargos mais elevados das empresas e ainda promovem a intencionalidade das organizações em retê-los em no quadro funcional, bem como atrai o interesse de outras empresas em contrata-los gerando assim maior barganha de condições de trabalho para o colaborador. Cabe ainda ressaltar, que a capacitação da força de trabalho contribui para que a empresa tenha um banco de talentos internos para suprir cargos que ficarem vagos por aposentadoria, promoção, licenças, férias, etc.

### **A carência de pesquisas sobre o educador corporativo**

O conhecimento científico do tema citado vem sendo estudado em algumas pesquisas de mestrado e doutorado, porém não há trabalhos realizados para entender a identidade do educador corporativo na atual contemporaneidade, como é perceptível analisar no estado do conhecimento que foi realizado no site da Capes em seu Banco de Teses e Dissertações, no dia 11/02/2020.

A pesquisa foi realizada com o descritor “Educação Corporativa” tendo o resultado de 359 trabalhos que abordaram aspectos referentes ao assunto, sendo 39 de teses de doutorados e 320 de dissertações de mestrado, conforme o gráfico abaixo elucida:



Em 2000 iniciou-se as pesquisas no campo da educação corporativa no Brasil e no período de 2000 à 2004 houve 1 pesquisa de doutorado e 21 de mestrado. O tema começou a ter relevância nacional devido a sua abordagem específica de geração, transmissão e gestão do conhecimento e no período de 2005 à 2009 foi realizado 11 pesquisas de doutorado e 74 de mestrado. Na próxima década o assunto continuou ascendente, totalizando no período de 2010 à 2014, 11 pesquisas de doutorado e 87 de mestrado. Nos últimos anos o interesse continua em evidência, gerando no período de 2015 à 2019 o total de 15 pesquisas de doutorado e 138 de mestrado. As pesquisas realizadas sobre a educação corporativa cresceu nos últimos 20 anos aproximadamente 1.632%, considerando o número de 22 pesquisas nos primeiros 5 anos e o atual de 359 pesquisas concretizadas. Percebe-se que o tema vem tomando força no ambiente da educação e da administração, levando o entendimento que há a necessidade de compreender e explorar mais os fenômenos que estão envolvidos na educação corporativas. Um dos temas relevantes pouco abordado nas pesquisas está centrado na identificação do perfil do educador corporativo, um dos principais agentes da educação corporativa contemporânea. Dos 359 trabalhos somente 4 abordam a questão do perfil do educador corporativo, porém não aprofundam sobre a atuação do profissional na contemporaneidade.

Quando se pesquisa na Capes com o descritor “educador Corporativo” o resultado que se dá é de apenas 4 pesquisas. Salienta-se que as 4 pesquisas encontradas com o descritor “educador corporativo” também são encontradas quando se utiliza o descritor “educação corporativa”, ou seja apenas 1,1% das pesquisas são direcionadas para a formação do educador corporativo, demonstrando assim a grande necessidade de realizar-se pesquisas sobre o tema da presente proposta de pesquisa. Segue abaixo as pesquisas encontradas sobre o perfil do educador corporativo:

- ✓ LOPES, RODRIGO ANTONIO ALVES. **O Educador Corporativo: perfil e atuação deste novo profissional nas universidades corporativas**' 08/05/2013 125 f. Mestrado em EDUCAÇÃO Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE CATOLICA DE PETROPOLIS, Petrópolis Biblioteca Depositária: UCP
- ✓ PEREIRA, SYLVIA BACHIEGGA RODRIGUES. **A constituição identitária do educador corporativo nas empresas: o significado da experiência e da formação pedagógica para essa constituição**' 04/10/2013 109 f. Mestrado em EDUCAÇÃO (PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO) Instituição de Ensino: PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO, São Paulo Biblioteca Depositária: PUC/SP.
- ✓ ZANOTTA, MIRIAN NERE MARTINS. **Educação corporativa e currículo: avanços e desafios**' 10/03/2017 137 f. Mestrado em EDUCAÇÃO (CURRÍCULO) Instituição de Ensino: PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO, São Paulo Biblioteca Depositária: PUC/SP



✓ BERTOLLA, EVELYN ANNIE REIKDAL BOMBONATTO. **A FORMAÇÃO DO EDUCADOR CORPORATIVO NUMA CENTRAL DE TELESSERVIÇOS**' 31/07/2018 150 f. Mestrado Profissional em Gestão e Desenvolvimento da Educação Profissional Instituição de Ensino: CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA, São Paulo Biblioteca Depositária: Biblioteca Nelson Alves Vianna (FATEC SP)

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante do panorama contemporâneo em que as organizações estão inseridas, o mundo corporativo identificou a relevância do conhecimento para o desempenho de suas atividades, bem como para o atingimento dos resultados estabelecidos.

Sendo assim estabeleceram processos de treinamento e desenvolvimento de pessoas em suas organizações e posteriormente evoluíram sua visão para universidades corporativas, com a estratégia de melhor gerir o capital intelectual das corporações. Com a capacitação dos colaboradores para seus respectivos cargos, perceberam a alavancagem dos conhecimentos, habilidades, atitudes e valores do quadro funcional, demonstrando assim a eficácia da gestão por competência oriundo dos processos educativos das UCs.

Os sistemas de educação corporativa tem contribuído na qualificação/requalificação de colaboradores, sendo uma ferramenta de educação continuada para as organizações, promovendo capacitação de competências específicas para as funções empresariais. De posse desse desenvolvimento, a força de trabalho tem competido no mercado globalizado com mais eficácia, gerando mais retornos as corporações.

A gestão de carreira é disponibilizada aos colaboradores com o vínculo da função de qual exerce com as trilhas de capacitação da Universidade Corporativa. Em virtude disso os funcionários desenvolve um plano de aprendizagem que contribui para a realização de suas atividades, aumenta as possibilidades de promoções, gerencia sua empregabilidade e em contrapartida a empresa se beneficia com uma força de trabalho qualificada.

A educação corporativa tem influenciado as empresas estabelecerem um sistema de aprendizagem continua em seus processos, produzindo assim uma cultura de qualidade em seu ambiente organizacional. Com isso suas marcas também tem entrado no âmbito da educação gerando produtos e serviços que atendam às necessidades de aprendizagem corporativa, beneficiando as empresas com lucros oriundo de suas atividades.

As continuas mudanças do panorama contemporâneo da então era do conhecimento/informação/digital, tem levado as organizações a se moverem agilmente para atenderem as tendências de mercado. No entanto as mudanças trazem consigo a necessidade de conhecimento para serem geridas, diante desse fato a educação corporativa vem como fundamento para suprir essa exigência, dando as empresas ferramentas para desenvolverem sua competência organizacional e competir com mais eficácia nesse cenário.

Outro aspecto que percebeu-se faz referência a necessidade de mais pesquisas sobre a educação corporativa e principalmente sobre o educador corporativo, pois ainda é um campo de estudo pouco explorado pelos pesquisadores. Aja vista o crescimento da educação corporativa e a relevância do educador corporativo nesse sistema, é de grande valia a pesquisa sobre o tema para que se possa aperfeiçoar o entendimento e ir trazendo mais clareza para os processos educativos organizacionais.

## **REFERÊNCIAS**

BERTOLLA, E. A. R. B. **A formação do educador corporativo numa central de telesserviços 31/07/2018**  
150 f. Mestrado profissional em gestão e desenvolvimento da educação profissional instituição de ensino: centro estadual de educação tecnológica Paula Souza, São Paulo biblioteca depositária: biblioteca Nelson Alves Vianna (FATEC SP)

EBOLI, M. (Org.). **Educação corporativa: muitos olhares**. Edição 1. São Paulo: Editora Atlas, 2014.

LOPES, R. A. A. **Educador corporativo: perfil e atuação deste novo profissional nas Universidades Corporativa**. Dissertação de mestrado: Centro de Teologia e Humanidades: Mestrado em Educação. Universidade Católica de Petrópolis-UCP-RJ: Petrópolis.

MEISTER, J. C. **Educação corporativa: a gestão do capital intelectual através das universidades corporativas**. Edição 1. São Paulo: Editora Pearson, 1999.

PEREIRA, S. B. R. **A constituição identitária do educador corporativo nas empresas: o significado da experiência e da formação pedagógica para essa constituição**. Dissertação de Mestrado: Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Psicologia e Educação. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo-PUC-SP: São Paulo.

MUNHOZ, A. S. **Educação corporativa: desavio para o século XXI**. Edição 1. Curitiba: Editora Intersaberes, 2015.

ZANOTTA, M.N.M. **Educação corporativa e currículo: avanços e desafios**. Dissertação de Mestrado: Mestrado em Educação. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo-PUC-SP: São Paulo.

## **Ciências Sociais Aplicadas**



## REDES ESTRATÉGICAS EMPRESARIALES LOCALES PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL: APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE REDES SOCIALES

Florencia Marturet<sup>1</sup>; Marina Guarrochena de Arjol<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Docente e Investigadora. Curso de Administración Financiera e Introducción a la Administración, Facultad de Ciencias Económicas -Universidad Nacional de Misiones (UNaM)

<sup>2</sup> Docente e Investigadora. Curso de Economía Internacional y Metodología de la Investigación, Facultad de Ciencias Económicas - Universidad Nacional de Misiones (UNaM)

**RESUMEN:** El presente trabajo pretende indagar el comportamiento de las redes empresariales para la identificación de patrones de intercambio e interacción de flujos de información y actividades con otros actores y redes estratégicas regionales. El potencial percibido por las empresas para constituir vínculos y la visión relacional estratégica permitirían articular en la cooperación subregional del Mercosur. La aplicación del método de Análisis de Redes Sociales implica una perspectiva relacional y reticular de 23 empresas industriales exportadoras que integran las Asociaciones empresariales del clúster local, identificando elementos y algunas de las características de los procesos de intercambio en el entorno de la red. La posición de red y las relacionales estratégicas, se utilizan para explorar los comportamientos a nivel individual de empresas y a la red en su conjunto, que permiten identificar los patrones similares y roles de los actores en las relaciones y flujos de la actividad empresarial en la cooperación internacional. La alta densidad de conectividad de las empresas y la red en su conjunto, sin un decisor central, supondría que la toma de decisiones y la gestión de toda la red, podrían derivar acciones colectivas en la articulación regional.

**Palabras-clave:** Redes empresariales; Estrategias relacionales; Análisis de Redes Sociales.

### INTRODUCCIÓN

Las redes empresariales coordinan esfuerzos individuales independientes y se agrupan por vínculos de relaciones de confianza y estructuras con flujos de recursos, información y conocimientos para alcanzar objetivos comunes y mayores niveles de competitividad (GONZÁLEZ CAMPO, 2010). Sin embargo, en las relaciones inter organizacionales, influyen las necesidades e intereses de la comunidad que orientan los comportamientos empresariales, que “tienden a estar mucho más enfocadas en los resultados finales de la organización...Por tanto, la eficacia de la red en su conjunto puede parecerles a algunos menos importante que el desempeño de las empresas individuales”. Así, las redes empresariales eficaces pueden promover el desarrollo económico, y actuar como catalizador de la innovación, estimular el desarrollo de nuevos productos y fomentar el aprendizaje (PROVAN, FISH y SYDOW, 2007, p. 509).

Las acciones y estrategias empresariales están facilitadas por las relaciones y vínculos como por las experiencias y capacidades de recursos tangibles e intangibles, que favorecen disminuir las restricciones y riesgos generales de dependencia de recursos, lo que impulsa la expansión y cooperación internacional. Sin embargo, en organizaciones interinstitucionales, como los clústers, las empresas se relacionan a través de las

Asociaciones empresariales (AE), y establecen escasas redes externas para emprender acciones en la subregión del Mercosur (GUARROCHENA DE ARJOL y MARTURET, 2018).

Las redes estratégicas regionales son “acuerdos con un propósito a largo plazo entre empresas que cooperan y compiten en un contexto regional que les permite ganar o mantener una ventaja competitiva” (BORTOLASO, VERSCHOORE y DAGNINO, 2019, p. 338). Establecen formas asociativas de clústers, alianzas estratégicas o AE como entorno de colaboración e influencia en la actividad económica.

Al respecto, la cooperación y la competencia entre empresas requieren diferentes dinámicas de relación, aún la coopetición es “difícil captar las contribuciones competitivas y cooperativas de las tensiones y dinámicas de cooperación” (BENGTSSON, ERIKSSON y WINCENT, 2010, p.210).

Las redes sociales son estructuras compuestas por un conjunto finito de empresas (actores) que directa o indirectamente se conectan entre sí, y con otros (AE, proveedores, instituciones) mediante diversas relaciones sociales (interconexión, relación comercial, cooperación, afiliación, alianza estratégica) y cuyo patrón estructural limitarán o facilitarán los comportamientos de los actores a través de varios mecanismos (flujo de información, intercambio de conocimientos, recursos complementarios).

En este marco, el Análisis de Redes Sociales (ARS) es el método de evaluación de las redes sociales para predecir el comportamiento de los grupos y actores de la red; y permite visualizar y cuantificar la presencia de relaciones, producto de la interacción entre elementos sociales, comerciales y organizacionales, entre otros. A partir de las regularidades en el patrón de relaciones establecidas entre los actores que lo conforman, se da forma a las estructuras, que derivan en indicadores estructurales de la red social (ÁVILA TOSCANO, 2012; AGUILAR GALLEGO et al., 2017). Estos “vínculos describen una dimensión diferente a la observada cuando se analizan las condiciones económicas o jerárquicas de un grupo social” (TEJA GUTIERREZ et al., 2014, p.14).

En este sentido, las estrategias relacionales pueden considerarse estructuras que podrían explicar los comportamientos y desempeño de las empresas frente a determinadas situaciones, como la adopción de prácticas que limiten o favorezcan la cooperación en contextos internacionales; ya que otorgan dirección y significado a las acciones individuales y las estrategias que se encuentran inmersas o incrustadas en las estructuras de las relaciones sociales.

*El presente trabajo pretende indagar el comportamiento de las redes empresariales para la identificación de patrones y roles asignados, producto del intercambio e interacción de flujos de información y actividades con otros actores y redes estratégicas regionales. El potencial percibido por las empresas para constituir vínculos y la visión relacional estratégica permitirían articular en la cooperación subregional del Mercosur.*

## METODOLOGÍA

El ARS, al considerar un conjunto más amplio de posibles conexiones formales e informales entre organizaciones, permite un mayor análisis de las relaciones dentro de las organizaciones y del entorno externo, y una comprensión más amplia del desempeño. Asimismo, el análisis centrado en la red ofrece un enfoque dinámico de la interfaz con el entorno y analiza las relaciones desarrolladas por un número limitado de organizaciones identificables (actores) involucradas en “relaciones (vínculos) generalmente continuas en el tiempo, en lugar de estar compuestas por transacciones discretas” del mercado (HAKANSSON y SNEHOTA, 2006, p 260).

En este aspecto, el estudio emplea un enfoque exploratorio y descriptivo-interpretativo, cuali-cuantitativo, desde una perspectiva multidimensional y sistémica, a partir de rasgos del propio contexto regional.

La red empresarial en estudio está formada por un conjunto de 23 empresas industriales relacionados por el vínculo específico de naturaleza sectorial de la madera, con experiencia en las operaciones al mercado internacional, en especial el destino de Brasil. Pertenecen al colectivo de las AE integrantes del Aglomerado Productivo Forestal de Misiones y Corrientes, como: Asociación Madereros y Afines del Alto Paraná (AMAYADAP), Asociación de Productores Industriales y Comerciales Forestales de Misiones y Norte de Corrientes (APICOFOM), y Asociación Forestal Argentina (AFOA).

Las empresas son las unidades observacionales de la población en estudio, relevadas mediante entrevistas a propietarios o gerentes de las compañías, durante el año 2018-2019. En una combinación de técnicas de fuentes secundarias a través de la web de Internet y redes sociales, sujetas a revisión de expertos.

La descripción de la red se basa en datos relacionales de las empresas para evaluar el flujo de información entre los actores y los grupos que la componen, la influencia y la posición de los actores en la red. Ello permite comprender la dinámica de la estructura y poder en las que se dan flujos de información e intercambio, y los mecanismos de apoyo alineados a redes estratégicas de visión internacional.

En ese sentido se configuran las tres dimensiones analíticas que proporciona las técnicas aplicadas del ARS:

1. Relaciones y vínculos inter organizacionales de los actores en la red considerando la descripción de la red, el posicionamiento frente a los vínculos establecidos entre sí y con otro tipo de actores empresariales o institucionales, que influyen y/o impactan en el flujo de intercambio de información y conocimiento de la red.
2. Estrategias relacionales internacionales alineadas al flujo de información en los aspectos de cooperación y vinculación entre los actores que la conforman la red, que permiten dinamizar los acuerdos y actividades inter organizacionales a nivel regional.
3. En este marco, se interpretaron los patrones de comportamientos similares de las posiciones, y roles del conjunto de actores de la red, de acuerdo al modelo de Eckenhofner (2011) basado en los aspectos teóricos de Rowley (1997), que “clasifica la influencia de los grupos de interés en las empresas focales según la densidad de la red y la centralidad de la firma focal”, en cuatro tipos de áreas de roles asignados a la organización focal (ECKENHOFNER, 2011, p. 25, 83).

## Análisis de datos

Los datos en estudio describen a nivel de cada empresa la filiación a las AE y las experiencias y capacidades de los recursos tangibles (caracterización de las empresas; prácticas relacionadas a las actividades tecnologías e innovaciones de las empresas; las relaciones con otras instituciones de promoción y apoyo ); y recursos intangibles (percepción y valoración de la influencia de la cooperación con otros actores y las estrategias relacionales que orientan las formas, mecanismos e instrumentos de visión colaborativa en el mercado internacional, especialmente con Brasil).

Se construye una matriz uni modal como el conjunto único de empresas y las relaciones e interacciones entre ellos en su afiliación con las AE del clúster, y los atributos como información adicional a la relación, que generaron redes asimétricas donde no todos los actores establecen vínculos recíprocos, y vínculos dirigidos que pueden ser de entrada y/o salida. (HANNEMAN y RIDDLE, 2005).

En la estructura de interacción de las empresas, subyacen como propiedades de la red, los atributos o variables categóricas de los vínculos específicos entre ellos, de: a) característica de las empresas en Tamaño de la industria, Experiencia en la actividad exportadora y Capacidad Tecnológica para el mercado externo; y b) percepciones empresariales frente a determinados elementos de los recursos y actividades de los flujos de información, que orientan las oportunidades o limitaciones en la visión de la relación estratégica internacional.



Con la aplicación de las *herramientas gráficas*, a través de *formulaciones matemáticas*, se mapea la posición o centralización de los actores de la red. La visualización de los grafos contribuye con un conjunto de medidas o métricas, que permiten cuantificar y describir las variables estructurales de los patrones que caracterizan la red bajo estudio. Los actores (nodos) están etiquetados por siglas aleatorias para preservar la confidencialidad de la información.

En el ARS se reconocen dos tipos fundamentales de niveles de análisis, que se detallan en el Cuadro 1: a) a nivel de redes completas describen las propiedades generales de la red a través de los indicadores de cohesión e integración de toda la red; y b) a nivel de actores o nodos individuales indican la posición de un actor en la red en relación con otras, y los efectos de red en términos de las propiedades de otros en la red con las que un actor está conectado; identificando las limitaciones estructurales y las oportunidades a las que se enfrenta cada actor, a través de indicadores de centralidad y poder o prestigio (AGUILAR GALLEGO et al., 2017; VALENTE, 2010; HANNEMAN y RIDDLE, 2005).

**Cuadro 1:** Medidas de Análisis de Variables estructurales de la red

Nivel de Análisis	Indicadores
Cohesión- integración de toda la red	lazos promedios ( <i>avg degree</i> ); la proporción de las relaciones presentes sobre el máximo número de relaciones ( <i>density</i> ); número de actores con lazos recíprocos ( <i>k-core</i> ); probabilidad de que la red tenga un solo actor central ( <i>deg centralization</i> ); Distancia promedio de un actor con otro ( <i>avg distance</i> ); actores o grupos de actores aislados ( <i>component</i> ); número de actores fragmentan la re en componentes ( <i>fragmentation</i> ); Redes densas y cerradas generan confianza mutua y reciprocidade ( <i>closure</i> ); redes abiertas intermediación, puentes ( <i>between</i> )
Centralidad actores (nodos individuales)	centralidad de grado número de enlaces ( <i>degree centrality</i> ); calidad de la cercanía ( <i>eigenvector</i> ); grado de intermediación papel de puente en una red ( <i>betweenness</i> ); lazos estrechos que tiene un actor ( <i>k-coreness</i> ); Cercanía capacidad de alcanzar a otros actores de la red por caminos más cortos ( <i>closeness</i> )

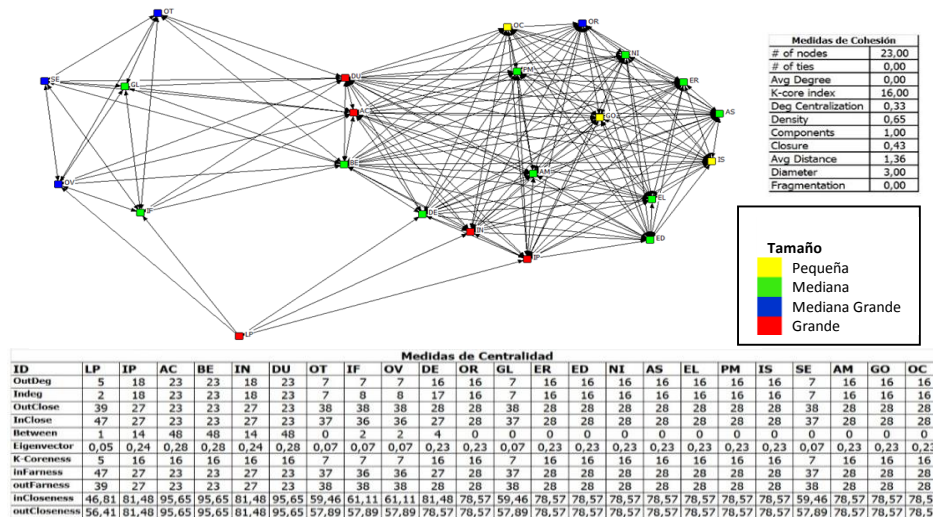
Fuente: En base Aguilar Gallego et al. (2017); Valente (2010); Hanneman; Riddle (2005)

En el análisis de los datos se utilizó el software Ucinet v6 (BORGATTI, EVERETT y JOHNSON, 2013) para la visualización de la red y la obtención de los indicadores de toda la red; y para el análisis de los niveles correlación de los indicadores del ARS, se utilizó el software estadístico InfoStat v2020e.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 representa la interacción de las 23 empresas (actores) con las AE; y muestra un grado de cohesión e integración moderada a alta en el conjunto de la red.

Figura 1: Relaciones de las empresas en las Asociaciones Empresariales del clúster



Fuente: En base UCINETv6

La fuerza de los vínculos entre actores se refleja en la alta densidad (*density*) de la red, se relacionan en casi los dos tercios de la red; y establecen índices de confianza y vínculos estrechos entre ellos (*clousure*). A nivel de los actores, esta red muestra dos comunidades conectadas entre sí, a la derecha con mayor densidad y número de vínculos; por lo tanto, la información y los recursos que pudieran compartir sus actores se transmitirían de manera más rápida y eficiente que en la comunidad de la izquierda. Los nodos con alta intermediación (*between*) entre ambas comunidades (DU, AC, BE, LP) sirven de puente como mediadores claves; o sea poseen capacidad para recibir información de numerosos nodos y propagarla, entre las comunidades.

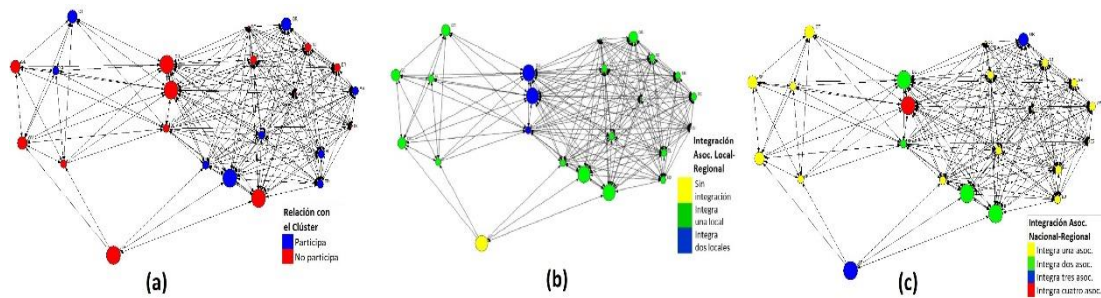
Se destaca la empresa LP aislada considerablemente de la red; con menor número de vínculos, y pocas conexiones frente al resto de los actores (*Eigen Vector*). Mantiene lazos fuertes (recíprocos) con pocos actores de la red (*k-core*), pero es el intermediario más cercano a la comunidad de la izquierda. Su ausencia en la red, no la fragmentaría, pero sí quitaría la posibilidad de que la información entre ambos grupos fluya de manera más eficiente.

Los atributos específicos tamaño, experiencia y capacidad tecnológica, se correlacionan en la distribución de datos en los diferentes niveles, a través de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Así, los grafos de partición por tamaño muestran que, en la comunidad de la derecha generan más vínculos las más pequeñas y centrales, y la medianas y grandes son periféricas. A través de intermediarias grandes, se relaciona la comunidad de la izquierda con empresas medianas a grandes.

La Figura 2 (a) muestra el atributo del posicionamiento de las empresas en sus relaciones en el clúster por la participación en programas, actividades y servicios de los actores. Se puede apreciar que el 39% participa, donde las empresas pequeñas y medianas son las que demuestran mayor interés en actividades del clúster, encuentran beneficioso participar en el clúster. Mientras que las más grandes y más competitivas para el mercado externo no le resultan atractivas las actividades en el clúster como oportunidad de expansión de negocios.



**Figura 2:** Relaciones con el cluster y las Asociaciones locales y nacionales



Fuente: En base UCINETv6

La Figura 2 (b) y (c) indica que la integración de las empresas en las AE con jurisdicción tanto local como nacional-regional, es mayor en las empresas intermediarias. En las AE locales, todos los actores integran al menos una AE, menos LP que expande su filiación a nivel nacional. A diferencia del nivel nacional, se observa gran variabilidad en la filiación a AE. De los 23 actores, 15 integran una sola AE compuesta por empresas pequeñas y medianas. En la comunidad de la derecha, los actores periféricos integran más de una AE, siendo de mayor tamaño las que integran 2 ó más AE, habiendo un único actor intermediario (AC), que integra 4 asociaciones. Por lo cual, los actores intermediarios podrían influir en el resto de los actores y liderar la transmisión del conocimiento, información, y la confianza para articular actividades o proyectos entre ambas comunidades, a pesar de la distancia y las características particulares entre ellas.

En relación a otros atributos que incluyen el análisis de las relaciones empresariales e institucionales, se describen los resultados de los grafos no presentados. En cuanto al atributo que describe las relaciones con proveedores en la importación de máquinas, equipos, insumos y servicios de asesorías, se observa que las empresas intermediarias tienen mayores vínculos de actividades con proveedores extranjeros, que podrían influir en las empresas pequeñas para aumentar las alianzas con proveedores. Respecto al atributo de los vínculos institucionales las empresas se relacionan en mayor intensidad con servicios de organismos gubernamentales locales y nacionales (56%) y en menor medida con instituciones de Formación y Entrenamiento (20%); Centros Tecnológicos y de Ciencia y Tecnología (13%) y Organismos Certificadores, de Consultoría u otros (11%). Las intermediadoras tienen mayores relaciones dentro de la red. Los aspectos relacionales que facilitarían los flujos de información para coordinar y dinamizar acuerdos y actividades para la cooperación internacional, se describen en las siguientes conclusiones. Respecto del alcance institucional de los Acuerdos, las empresas valoran los acuerdos y espacios institucionales entre los Gobiernos y con el Mercosur. Las empresas de mayor tamaño manifiestan el marco de mayores acuerdos gubernamentales, siendo algunas de las centrales y periféricas quienes indican ambos.

En cuanto a la valoración de los actores, respecto a las áreas de aplicación en la cooperación – articulación de los acuerdos, se destacan de mayor interés las relativas a sistemas de información y al área comercial productiva y tecnológica, y en menor medida los actores visualizan los campos de la inversión y la ciencia y tecnología como como mecanismos de articulación y cooperación regional. Las empresas intermediarias se caracterizan por una vinculación en la mayoría de las áreas, el hecho de que empresas grandes e influyentes actúen como intermediarias a lo largo de la red, otorga un potencial beneficio de cooperación entre actores de la red. Se destaca en la modalidad de la Orientación articulación-integración asociativa en los acuerdos, que la integración sectorial horizontal es percibida como una forma de cooperación

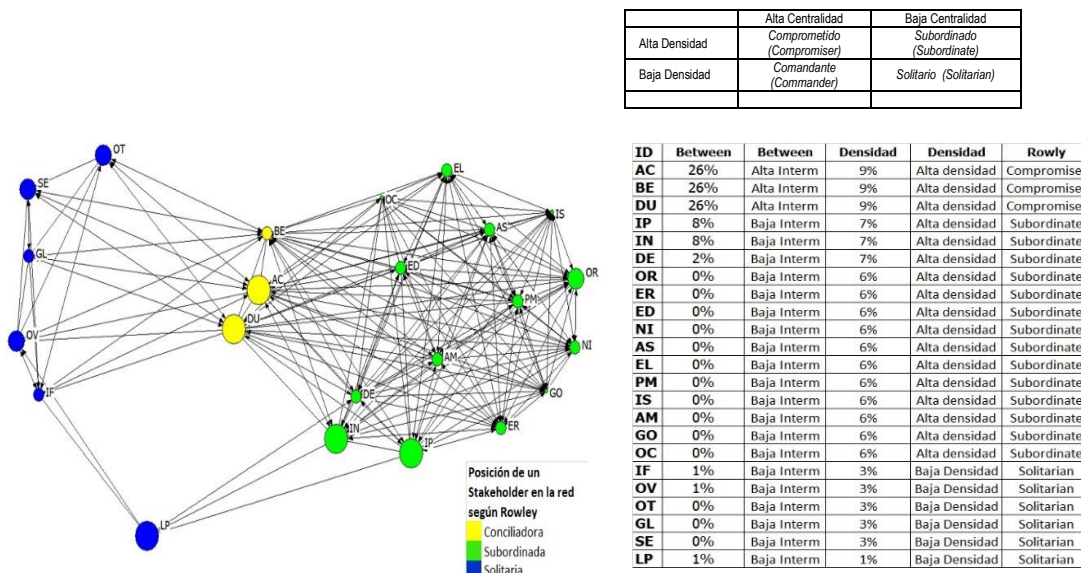


internacional por todas las empresas de la red. La integración sectorial y complementaria representa el 52%; las empresas intermediarias que tienen mayor orientación en cooperar, podrían dinamizar los vínculos de integración vertical de la producción sectorial.

En cuanto a los mecanismos para la cooperación y articulación regional, se observa que emergen como relevantes los Sistemas productivos-tecnológicas-comercial; de información y tecnología, y promoción-vinculación. Ratificando nuevamente el papel de las empresas intermediarias que permiten conexiones más fuertes haciendo fluir entre ambas comunidades la cobertura en las referidas áreas. Respecto a los instrumentos de apoyo para la cooperación regional valorados por los actores son promoción, canales de comunicación, capacitación-entrenamiento y reuniones informativas. Las grandes empresas intermediarias logran mayor cobertura de prácticas de apoyo que consideran claves para el desarrollo productivo-tecnológico de sus procesos y de su capital humano. Esto permitiría influenciar al resto de los actores al adoptar buenas prácticas conjuntas.

En este marco, se interpretó el patrón relacional en términos de comportamientos similares en la red, en una exploración del impacto de la influencia de los grupos de interés (AE), según la densidad de la red y la centralidad de las empresas focales consideradas en el estudio, en base al estudio empírico de Eckenhofer (2011), fundamentado por los aspectos teóricos de clasificación de grupos de interés de Rowley (1997). La Figura N° 3 muestra la caracterización en tres tipos de roles asignados a las 23 empresas focales en su red de partes interesadas bajo estudio, en: comprometida, subordinado, solitaria

**Figura 3:** Caracterización de las empresas en la red de AE



Fuente: En base Eckenhofer (2011)

Las empresas con alta centralidad que cumplen la función de comprometidas (13%) además de tener una posición de potencialidad a la cooperación, son intermediarias que articulan la red con las subordinadas (61%), que a pesar de su menor poder de influencia, la densidad alta les permite una comunicación eficiente. El resto son solidarias, sin posibilidades de influencia. Por ello, asociando los niveles altos de densidad de conectividad entre las partes interesadas de la red, se podría suponer que la toma de decisiones y la gestión

de toda la red podría derivar en acciones colectivas, ya que no existe empresa comandante como un decisor central.

## CONSIDERACIONES FINALES

El análisis de redes empresariales, a partir de la aplicación de ARS, permitió identificar los patrones de comportamientos empresariales para articular en la cooperación internacional, lo que permite conocer las estrategias relacionales para abordar las oportunidades y las debilidades en la cohesión de intereses individuales y grupales locales en el destino internacional.

Las AE representan un factor de cohesión, moderador y resolutivo, vinculados con la naturaleza de los lazos entre los actores de esta red. Involucran las relaciones de amistad, confianza, intereses compartidos y pertinencia en los objetivos y frecuencia en el contacto, que sirven como canales a través de los cuales fluyen información, conocimiento y recursos. Estas AE establecen lazos muy importantes con otras redes a nivel regional y nacional y son vectores de foros públicos-privados y en programas nacionales e internacionales del sector.

La pertenencia a un entramado de relaciones cohesionadas, permitiría que las estrategias alineadas actúen como facilitadoras de relaciones en la visión de estrategias colectivas internacionales. Si bien las empresas mejor estructuradas y con capacidades tecnológicas están en mejores condiciones de absorber las ventajas relacionales, las pequeñas y medianas cumplen un rol importante en las relaciones e influyen en la red para favorecer su inserción en un modelo sostenible de integración regional.

Los niveles altos de densidad en la conectividad entre las partes interesadas de la red, supondrían que la toma de decisiones y la gestión de toda la red podría derivar en acciones colectivas, ya que no existe un decisor central. Los patrones de red identificados pueden guiar estrategias de divulgación y difusión de la información, y participar con otros actores altamente conectados para alentar y liderar la adopción de las mejores prácticas en la cooperación internacional.

## REFERÊNCIAS

AGUILAR GALLEGOS, N. et al. La intervención en red para catalizar la innovación agrícola. **REDES Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales**, v. 28., n. 1, p. 9-31, 2017.

ÁVILA TOSCANO, J. H. **Redes sociales y análisis de redes**. Aplicaciones en el contexto comunitario y virtual. Barranquilla: Corporación Universitaria Reformada; 2012

BENGTSSON, M.; ERIKSSON, J.; WINCENT, J. Co-opetition dynamics – an outline for further inquiry. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, v. 20, n. 2, p. 194-214, 2010.

BORTOLASO, I. V.; VERSCHOORE, J. R.; DAGNINO G. B. Regional strategic networks in southern Brazil. **International Journal of Globalisation and Small Business**, v.10, n. 4, p. 338-358, 2019.

BORGATTI, S. P., EVERETT, M. G. Y JOHNSON, J. C. **Analyzing Social Networks**. London: SAGE Publications Limited, 2013.

ECKENHOFER, E. M. **Strategic Networking as a Management Tool**. *Doctoral Thesis* (Economics and Management) October 2011, Tomas Bata University in Zlín, Faculty of Management and Economics, p. 151, 2011.

GONZALEZ CAMPO, C. H. Interacción teórica para la caracterización de redes empresariales. **INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales**, v. 20, n. 37, p. 117-132, mayo/agosto, 2010.

GUARROCHENA DE ARJOL, M.; MARTURET, F. (2018). Los aglomerados productivos en el contexto de la integración productiva del Mercosur regional. En Guarrochena de Arjol, M. (comp), "**Perspectivas de la Integración Regional**. Red Universitaria de Cooperación" Posadas: EdUNaM.

HÅKANSSON, H; SNEHOTA, I. No business is an island: the network concept of business strategy. **Scandinavian Journal of Management**, v. 5, n 3, p. 187-200, 2006.

HANNEMAN, R. A.; RIDDLE, M. **Introduction to social network methods**. Riverside: University of California; 2005.

PROVAN, K. G.; FISH, A.; SYDOW, J. Interorganizational Networks at the Network Level: A Review of the Empirical Literature on Whole Networks. **Journal of Management**, v. 33, n. 3, p. 479-516, 2007.

TEJA GUTIÉRREZ, R. et al. Redes y Análisis organizacional: Roles, posiciones y poder de fragmentación de las relaciones sociales y comerciales. **Revista Global de Negocios**, v. 2, n. 1, p. 11-40, 2014.

VALENTE T.W. **Redes sociales y salud**: modelos, métodos y aplicaciones. Nueva York: Oxford University Press, 2010.



## Engenharias

## NANOFILTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DA CASCA DE JABUTICABA (*MYRCIARIA CAULIFLORA* (VELL.) O. BERG) SABARÁ

Bruna Seguenka<sup>1</sup>; Natália Ambrósio<sup>1</sup>; Eunice Valduga<sup>1</sup>; Juliana Steffens<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos – Departamento de Ciências Agrárias. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim – Avenida 7 de setembro, 1621, Erechim, RS, Cep: 99709-910.

**RESUMO:** A nanofiltração é uma técnica de filtração por membrana normalmente utilizada para realizar a concentração de compostos biologicamente ativos que foram extraídos de produtos naturais. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi concentrar os compostos fenólicos da casca de Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* (Vell.) O. Berg) do extrato obtido após extração por ultrassom. Inicialmente, com uma membrana de peso molecular de corte de 200 Da, avaliou-se o parâmetro de pressão (20 e 30 bar), fixando-se o fluxo de alimentação (9 mL.min<sup>-1</sup>), temperatura 15±5 °C e fator de concentração (FC) de 1,058 (alimentação: 450 ml; permeado: 25 ml). Os resultados obtidos permitiram definir a melhor a melhor condição operacional: a pressão de 30 bar, permitiu concentrar o extrato em 13 % de antocianinas totais, 10 % de flavonoides e 11 % de fenóis totais, com uma rejeição da membrana de 97,83 % de antocianinas, 85,62 % de flavonoides e 92,62 % de fenóis totais. Assim, a nanofiltração foi eficaz na concentração de compostos fenólicos do extrato da casca de jabuticaba.

**Palavras-chave:** Antocianinas. Flavonoides. Fenóis totais.

### INTRODUÇÃO

Os resíduos ou subprodutos da indústria de processamento de alimentos são excelentes candidatos para a produção comercial de novos produtos, que contribuem para a redução de resíduos (NAZIR et al., 2019). A casca de jabuticaba, fruto da árvore nativa do Brasil *Myrciaria cauliflora* (Vell.) O. Berg (BAILÃO et al., 2015), é um subproduto e apresenta alto teor de compostos bioativos, como ácidos fenólicos, flavonoides e antocianinas, normalmente considerados como resíduo alimentar (BARROS et al., 2019; QUATRIN et al., 2019). Os principais polifenóis da jabuticaba concentram-se na casca (PLAZA et al., 2016), dentre os quais encontram-se a cianidina-3-O-glucósido e delphinidina-3-O-glucosídeo, principais antocianinas encontradas nesta fruta (BAILÃO et al., 2015; RODRIGUES et al., 2015).

A casca da Jabuticaba pode ter um papel importante na indústria de suplementos alimentares e nutricionais (COSTA et al., 2013). Vários trabalhos epidemiológicos mostram que a ingestão de antocianinas na dieta a longo prazo reduz a incidência de doenças cardiovasculares, diabetes, câncer, derrame infecções por vírus e doença de Alzheimer (MAZZARINO et al., 2018).

Na indústria de alimentos existe uma demanda crescente do consumidor por corantes naturais nos alimentos (DE MEJIA et al., 2020). As antocianinas possuem capacidade de tingir produtos alimentícios com diferentes tons de vermelho (DI MAIO et al., 2019). Mas para que possam ser usadas como aditivos alimentares, as antocianinas exigem uma produção adequada (VIEIRA et al., 2018). A casca da jabuticaba precisa ser processada, sendo necessária a extração e concentração dos pigmentos para facilitar a sua aplicação (SANTOS; VEGGI; MEIRELES, 2010).

O processo de separação por membrana é uma técnica de filtração baseada na permeação de moléculas de soluto através de uma membrana semipermeável inorgânica ou orgânica. A nanofiltração é especificamente necessária para separar moléculas com peso molecular médio entre 150 e 350 g.mol<sup>-1</sup> usando o gradiente de pressão como força motriz (CONIDI; CASSANO; DRIOLI, 2012). Ela permite que os compostos fenólicos sejam concentrados ao mesmo tempo em que é removido o etanol usado na extração, possibilitando a reciclagem de solventes (VIEIRA et al., 2018).

Baseado no exposto, o objetivo foi definir as condições operacionais para concentração de compostos fenólicos da casca da Jabuticaba Sabará (*Myrciaria cauliflora* (Vell.) O. Berg), avaliando os efeitos da pressão, pelo método de nanofiltração.

## MATERIAL E MÉTODOS

As jabuticabas da cultivar Sabará, espécie *Myrciaria cauliflora* (Vell.) O. Berg foram adquiridas de diferentes produtores da região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul/Brasil, colhidas nos meses de dezembro de 2018 e janeiro de 2020. Os frutos foram acondicionados e levados para o laboratório para serem despulpados manualmente. As cascas de jabuticaba (300 g) foram acondicionadas em embalagens de polietileno de baixa densidade (espessura de 10 µm), seladas à vácuo (-740 mmHg) e armazenadas em freezer à temperatura de -80 °C. Após foram retiradas do freezer a -80°C e imediatamente distribuídas nas bandejas do liofilizador onde permaneceram sob o abrigo de luz por aproximadamente 5 dias, atingindo valores de umidade próximos a 3,5%. As cascas de jabuticaba na forma seca foram armazenadas em frasco de vidro âmbar com tampa veda rosca, recoberto com papel alumínio e acondicionado a temperatura ambiente, sob abrigo da luz.

Depois de retiradas do liofilizador, as cascas foram trituradas em liquidificador de uso doméstico, classificadas na granulometria de 1,00 mm e submetidas a extração por ultrassom mantendo fixas as condições operacionais: amplitude da potência do ultrassom (40 %), relação sólido-etanol (1:25, m/v), quantidade de cascas liofilizadas (10 g, umidade de ~3,5 %), volume de etanol acidificado pH 1 (250 mL), temperatura (48 °C) e tempo de extração (75 min).

Na sequência, o extrato obtido na extração por ultrassom, foi submetido a filtração utilizando uma membrana de poliamida, de configuração plana, com peso molecular de corte de 200 Da e dimensões de 35 cm<sup>2</sup>, modelo SelRO™ MPF-34 da marca KOCH *Membrane Systems*, em um sistema de filtração composto por: uma bomba de pistão (Lab Alliance, modelo Series III, USA), um módulo de filtração tangencial de aço inox para membrana plana, um manômetro (Salvi, modelo Standard, Brasil), uma válvula reguladora (Swagelok, série KPB, USA) e frascos de vidro para coleta do rejeito e do permeado.

A alimentação do sistema foi feita manualmente em bateladas alimentadas. Ao ligar o módulo ajustar-se à pressão fechando a válvula lentamente observando o manômetro, até chegar na pressão desejada. Após o ajuste da pressão, a bomba de pistão pressuriza o líquido contra a membrana, separando o retido do permeado. O retido retorna ao tanque de alimentação e é pressurizado novamente contra a membrana.

Em cada ensaio empregou-se: 450 ml de extrato do ultrassom, fluxo de alimentação de 9 mL.min<sup>-1</sup>, temperatura de 15±5 °C, fator de concentração (FC) de 1,058 (25 ml de permeado coletado e 425 ml de rejeito) e variou-se as pressões em 20 e 30 bar.

O desempenho da membrana foi avaliado em termos de produtividade: fluxo de permeado (J<sub>P</sub>) (Equação 1) (CUARTAS-URIBE et al., 2009) e rejeição de solutos (R) (Equação 2) (ATRA et al., 2005). O valor de R varia entre 100 % (rejeição completa do soluto) e 0 % (soluto e solvente atravessam livremente a membrana) (BALDASSO, 2008).



$$J_P = \frac{1}{A} \cdot \frac{dV}{dt} \quad (1)$$

$$R = \left(1 - \frac{C_P}{C_R}\right) \cdot 100 \quad (2)$$

Onde,  $J_P$  é fluxo do permeado ( $L \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ );  $A$  é a área da membrana ( $m^2$ );  $\frac{dV}{dt}$  é o volume de permeado recolhido (L) em função do tempo para a permeação (h),  $R$  é a rejeição de solutos (%);  $C_P$  é a concentração de soluto no permeado;  $C_R$  é a concentração de soluto no rejeito.

As antocianinas totais foram determinadas pelo método diferencial de pH proposto por Jiang et al. (2018). O conteúdo de flavonoides de cada amostra foi determinado pelo método espectrofotométrico, descrito por Garrido; Ortiz; Pozo (2013). A curva padrão foi construída contendo diluições de 10 a 200  $\mu g \cdot mL^{-1}$  de quercetina. Os resultados foram expressos em mg equivalente de quercetina por 100 g de extrato seco. Os fenóis totais foram determinados pelo método de Folin-Denis, conforme descrito por Bernardes et al. (2011). Os resultados foram calculados utilizando-se uma curva padrão de ácido gálico (5 a 60  $\mu g \cdot mL^{-1}$ ) (SWAIN; HILLIS, 1959).

Todas as filtrações foram realizadas em triplicata. Os resultados obtidos foram expostos à análise estatística pela análise de variância (ANOVA), através do teste de *t*-student ou pelo teste de Tukey, a 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ), usado para verificar as diferenças significativas entre as médias das análises/amostras, com auxílio do software *Statistica*, versão 8.0 (StatSoft, Inc., USA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para concentração de antocianinas, flavonoides e fenóis totais na alimentação, no rejeito e no permeado, assim como a rejeição desses compostos durante o processo de filtração, estão expressos nas Tabela 1, 2 e 3.

**Tabela 2:** Concentração de antocianinas na alimentação, rejeito e permeado da filtração com o extrato alcólico de jabuticaba, extraído por ultrassom, para pressões de 20 e 30 bar e a sua porcentagem de rejeição (R)

AMOSTRAS	ANTOCIANINAS ( $mg \cdot 100g^{-1}$ )	
	30 bar	20 bar
Alimentação	805,89 <sup>aB</sup> ± 28,63	783,18 <sup>aB</sup> ± 10,09
Rejeito	911,43 <sup>aA</sup> ± 21,17	822,14 <sup>bA</sup> ± 8,61
Permeado	19,82 <sup>bC</sup> ± 1,58	24,27 <sup>aC</sup> ± 2,22
R (%)	97,83 <sup>a</sup> ± 0,14	97,05 <sup>b</sup> ± 0,24

\*Resultados de média ± desvio padrão; letras minúsculas diferentes em uma mesma linha correspondem à diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo Teste *t*-student e letras maiúsculas diferentes em uma mesma coluna correspondem à diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

**Tabela 3:** Concentração de flavonoides na alimentação, rejeito e permeado da filtração com o extrato alcóolico de jabuticaba, extraído por ultrassom, para pressões de 20 e 30 bar e a sua percentagem de rejeição (R)

AMOSTRAS	FLAVONOIDES (mg.100g <sup>-1</sup> )	
	30 bar	20 bar
Alimentação	765,66 <sup>aB</sup> ± 16,46	769,26 <sup>aA</sup> ± 16,46
Rejeito	843,25 <sup>aA</sup> ± 20,71	792,00 <sup>bA</sup> ± 8,61
Permeado	121,26 <sup>bC</sup> ± 5,42	156,47 <sup>aB</sup> ± 2,16
R (%)	85,62 <sup>a</sup> ± 0,32	80,24 <sup>b</sup> ± 0,24

\*Resultados de média ± desvio padrão; letras minúsculas diferentes em uma mesma linha correspondem à diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo Teste *t*'student e letras maiúsculas diferentes em uma mesma coluna correspondem à diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

**Tabela 4 -** Concentração de fenóis totais na alimentação, rejeito e permeado da filtração com o extrato alcóolico de jabuticaba, extraído por ultrassom, para pressões de 20 e 30 bar e a sua percentagem de rejeição (R)

AMOSTRAS	FENÓIS TOTAIS (mg GAE.g <sup>-1</sup> )	
	30	20
Alimentação	477,27 <sup>aB</sup> ± 2,06	441,03 <sup>bB</sup> ± 9,01
Rejeito	531,34 <sup>aA</sup> ± 2,10	465,88 <sup>bA</sup> ± 7,81
Permeado	39,23 <sup>bC</sup> ± 0,43	44,19 <sup>aC</sup> ± 2,42
R (%)	92,62 <sup>a</sup> ± 0,11	90,52 <sup>b</sup> ± 0,37

\*\*Resultados de média ± desvio padrão; letras minúsculas diferentes em uma mesma linha correspondem à diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo Teste *t*'student e letras maiúsculas diferentes em uma mesma coluna correspondem à diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

O teor de antocianinas (Tabela 1), flavonoides (Tabela 2) e fenóis totais (Tabela 3) no rejeito das duas filtrações (20 e 30 bar) foi maior que o teor desses compostos na amostra da alimentação. Porém, para 30 bar, a concentração foi de 13 %, 10 % e 11 %, respectivamente, em um período de 6 h de filtração. Para 20 bar, a concentração foi menor que 5,5 % para todos os fenólicos estudados, em 9 h de filtração. Esses resultados mostram que, com a pressão de 30 bar, o processo de filtração é mais eficiente, pois concentra uma maior quantidade de antocianinas, flavonoides e fenóis totais em um período menor de tempo. Também comprovam que é possível concentrar os compostos fenólicos da casca de jabuticaba, em extrato alcóolico acidificado pH 1, pelo processo de nanofiltração. Ghosh et al. (2018), Khemakhem et al. (2017), Trojanowska et al. (2019) e Vieira et al. (2018), também comprovaram a eficácia do processo, aplicando-o para extratos de outros compostos naturais.

Para membrana de 200 Da estudada, a rejeição de antocianinas foi de 97,83 % e 97,05 %, a rejeição de flavonoides foi 85,62 % e 80,24 % e a rejeição de fenóis totais foi 92,62 % e 90,52 %, para 30 bar e 20 bar respectivamente. Esse valor de R demonstra a capacidade que membrana utilizada tem de reter o composto estudado. Quanto mais próximo de 100 % esse valor é, maior será a concentração desse composto durante a filtração (BALDASSO, 2008).

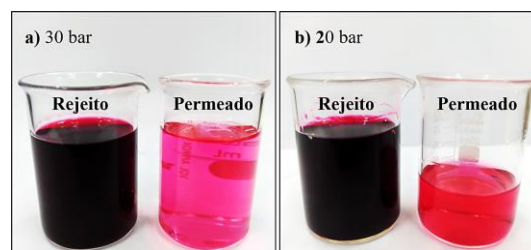
A rejeição de todos os compostos estudados foi maior quando a pressão de 30 bar foi aplicada, comparada a pressão de 20 bar. Giacobbo; Bernardes; De Pinho (2017) e Cassano et al. (2018) explicam que que há uma relação linear entre pressão aplicada e rejeição de compostos fenólicos. A rejeição geralmente aumenta com o aumento da pressão. Este fenômeno pode ser descrito pela chamada teoria da camada de

filme assumindo a formação de uma fina camada de uma espessura específica na zona adjacente à superfície da membrana onde a concentração diminui da superfície para o volume.

Assim como neste trabalho, Giacobbo; Bernardes; De Pinho (2017), que investigaram o uso de uma membrana NF de polipiperazina de 200-300 Da, visando o fracionamento de polifenóis e polissacarídeos presentes em borras de vinho, alcançaram uma rejeição superior a 90 % em relação aos polifenóis totais e antocianinas. E Paes (2016), com uma pressão de 40 bar, temperatura de 40 °C e membrana de nanofiltração de MMC de 200-300 Da, também alcançou rejeições maiores de 90 % para antocianinas (95,2 %) e fenóis totais (90,3 %) de um extrato de resíduos de mirtilo rico em compostos fenólicos.

A rejeição de antocianinas, flavonoides e fenóis totais não foi 100 %, pois mesmo sendo alta a seletividade da membrana de 200 Da para a maioria dos compostos presentes no extrato há sempre alguns constituintes que, em quantidades relativamente pequenas, conseguem passar para o permeado. Este fato está ligado à relação entre a massa molecular dos constituintes do extrato e a massa molecular de corte da membrana (200 Da), pois os poros da membrana não possuem uma medida linear e estão sujeitos a alterações ao longo do processo, podendo assim, permitir que uma pequena porcentagem de compostos passe para o permeado, mesmo que eles apresentem massas moleculares superiores à massa molecular de corte da membrana (PAES, 2016; PEINEMANN; NUNES; GIORNO, 2011). A rejeição também é influenciada pelas interações entre a o material da própria membrana e o composto que está sendo filtrado (CASSANO et al., 2018). Por esse mesmo motivo, identificou-se no permeado das filtrações uma pequena quantidade dos compostos fenólicos (Tabelas 1, 2 e 3), fazendo com que o permeado apresentasse cor rosada (Figura 1).

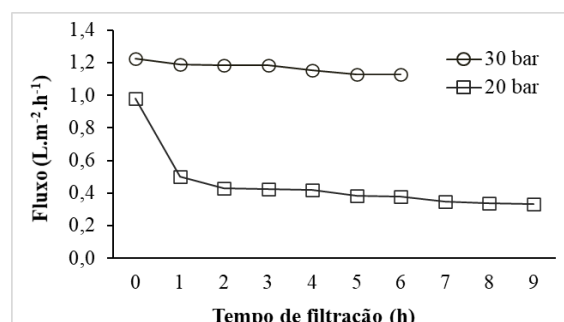
**Figura 2:** Amostras do rejeito e do permeado para as pressões de 30 bar (a) e 20 bar (b)



FONTE: Próprio autor

A Figura 2 mostra o Fluxo de permeado em função do tempo para 20 e 30 bar.

**Figura 3 –** Fluxo de permeado durante o tempo de filtração com o extrato alcóolico de jabuticaba nas pressões de 20 e 30 bar.





Os fluxos de permeado para as pressões de 20 e 30 bar iniciaram em 0,97 L.m<sup>-2</sup>.h<sup>-2</sup> e 1,22 L.m<sup>-2</sup>.h<sup>-2</sup>, e ao fim da filtração estavam em 0,33 L.m<sup>-2</sup>.h<sup>-2</sup> e 1,12 L.m<sup>-2</sup>.h<sup>-2</sup>, respectivamente. O fluxo com 20 bar apresentou uma queda mais acentuada na primeira hora de filtração, se mantendo praticamente constante após este tempo. As quedas dos fluxos são normais, devido à formação da camada de polarização por concentração e ao *fouling* (acúmulo de matérias depositadas na membrana) (PEINEMANN; NUNES; GIORNO, 2011). Esse fenômeno também foi observado por Conidi; Cassano; Drioli (2012), Paes (2016) e Pereira et al. (2019).

## CONCLUSÕES

A pressão de 30 bar, permitiu concentrar o extrato em, 13 % de antocianinas totais com uma rejeição da membrana de 97,83 %, 10 % de flavonoides com uma rejeição da membrana de 85,62 % e 11 % de fenóis totais com uma rejeição da membrana de 92,62 %. Com essa pressão, obteve-se um fluxo maior, o que possibilitou uma filtração mais estável em um período menor de tempo (6 h) para remover 25 mL de permeado. Considerando que, maior tempo de filtração, gera maior gasto energético e aumenta os custos do processo, a pressão de 30 bar foi mais eficiente que 20 bar.

## Agradecimentos

Agradecimentos à Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI Erechim e a CAPES.

## REFERÊNCIAS

ATRA, R.; VATAI, G.; BEKASSY-MOLNAR, E.; BALINT, A. Investigation of ultra and nanofiltration for utilization of whey protein and lactose. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 67, n. 3, p. 325-332, 2005.

BAILÃO, E. F. L. C.; DEVILLA, I. A.; DA CONCEIÇÃO, E. C.; BORGES, L. L. Bioactive compounds found in Brazilian cerrado fruits. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 16, n. 10, p. 23760-23783, 2015.

BALDASSO, C. **Concentração, Purificação e Fracionamento das Proteínas do Soro Lácteo através da Tecnologia de Separação por Membranas**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil, 2008.

BARROS, H. D. F. Q.; BASEGGIO, A. M.; ANGOLINI, C. F. F.; PASTORE, G. M.; CAZARIN, C. B. B.; MAROSTICA-JUNIOR, M. R. Influence of different types of acids and pH in the recovery of bioactive compounds in Jabuticaba peel (*Plinia cauliflora*). **Food Research International**, [s. l.], n. January, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.010>.

BERNARDES, N. R.; GLÓRIA, L. L.; NUNES, C. R.; PESSANHA, F. F.; MUZITANO, M. F.; OLIVEIRA, D. B. De. Quantification of the levels of tannins and total phenols and evaluation of the antioxidant activity of fruits of pepper tree. **Revista Vértices**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 117-128, 2011.

CASSANO, A.; CONIDI, C.; RUBY-FIGUEROA, R.; CASTRO-MUÑOZ, R. Nanofiltration and tight ultrafiltration

membranes for the recovery of polyphenols from agro-food by-products. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 19, n. 2, 2018.

CONIDI, C.; CASSANO, A.; DRIOLI, E. Recovery of phenolic compounds from orange press liquor by nanofiltration. **Food and Bioproducts Processing**, [s. l.], v. 90, n. 4, p. 867-874, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbp.2012.07.005>.

COSTA, A. G. V.; GARCIA-DIAZ, D. F.; JIMENEZ, P.; SILVA, P. I. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 539-549, 2013.

CUARTAS-URIBE, B.; ALCAINA-MIRANDA, M. I.; SORIANO-COSTA, E.; MENDOZA-ROCA, J. A.; IBORRA-CLAR, M. I.; LORA-GARCÍA, J. A study of the separation of lactose from whey ultrafiltration permeate using nanofiltration. **Desalination**, [s. l.], v. 241, n. 1-3, p. 244-255, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2007.11.086>.

DE MEJIA, E. G.; ZHANG, Q.; PENTA, K.; EROGLU, A.; LILA, M. A. The Colors of Health: Chemistry, Bioactivity, and Market Demand for Colorful Foods and Natural Food Sources of Colorants. **Annual Review of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 145-182, 2020.

DI MAIO, G.; PITTIA, P.; MAZZARINO, L.; MARASCHIN, M.; KUHNEN, S. Cow milk enriched with nanoencapsulated phenolic extract of jaboticaba (*Plinia peruviana*). **Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 56, n. 3, p. 1165-1173, 2019.

GARRIDO, G.; ORTIZ, M.; POZO, P. Fenoles y flavonoides totales y actividad antioxidante de extractos de hojas de *Lampaya medicinalis* F. Phil. **Journal of Pharmacy and Pharmacognosy Research**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 30-38, 2013.

GHOSH, P.; PRADHAN, R. C.; MISHRA, S.; ROUT, P. K. Quantification and Concentration of Anthocyanidin from Indian Blackberry (Jamun) by Combination of Ultra- and Nano-filtrations. **Food and Bioprocess Technology**, [s. l.], v. 11, n. 12, p. 2194-2203, 2018.

GIACOBBO, A.; BERNARDES, A. M.; DE PINHO, M. N. Sequential pressure-driven membrane operations to recover and fractionate polyphenols and polysaccharides from second racking wine lees. **Separation and Purification Technology**, [s. l.], v. 173, p. 49-54, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.seppur.2016.09.007>.

JIANG, T.; ZHAN, S.; LI, S.; ZHU, Z.; HE, J.; LORENZO, J. M.; BARBA, F. J. From 'green' technologies to 'red' antioxidant compounds extraction of purple corn: a combined ultrasound-ultrafiltration-purification approach. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 98, n. 13, p. 4919-4927, 2018.

KHEMAKHEM, I.; GARGOURI, O. D.; DHOUB, A.; AYADI, M. A.; BOUAZIZ, M. Oleuropein rich extract from olive leaves by combining microfiltration, ultrafiltration and nanofiltration. **Separation and Purification Technology**, [s. l.], v. 172, p. 310-317, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.seppur.2016.08.003>

MAZZARINO, L.; DA SILVA PITZ, H.; LORENZEN VOYTENA, A. P.; DIAS TREVISAN, A. C.; RIBEIRO-DO-VALLE, R. M.; MARASCHIN, M. Jaboticaba (*Plinia peruviana*) extract nanoemulsions: development, stability, and in vitro antioxidant activity. **Drug Development and Industrial Pharmacy**, [s. l.], v. 44, n. 4, p. 643-651, 2018.

NAZIR, A.; KHAN, K.; MAAN, A.; ZIA, R.; GIORNO, L.; SCHROËN, K. Membrane separation technology for the recovery of nutraceuticals from food industrial streams. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 86, p. 426-438, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.049>

PAES, J. **Concentração de compostos bioativos de resíduos de mirtilo (*Vaccinium Myrtillus L.*) usando extração com CO<sub>2</sub> supercrítico e nanofiltração**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brazil, 2016.

PEINEMANN, K.-V.; NUNES, S. P.; GIORNO, L. **Membranes for Food Applications**. 3. ed. Weinheim: Wiley-VCH, p. 264, 2011.

PEREIRA, D. T. V.; TARONE, A. G.; CAZARIN, C. B. B.; BARBERO, G. F.; MARTÍNEZ, J. Pressurized liquid extraction of bioactive compounds from grape marc. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 240, n. February 2018, p. 105-113, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.07.019>.

PLAZA, M.; BATISTA, Â. G.; CAZARIN, C. B. B.; SANDAHL, M.; TURNER, C.; ÖSTMAN, E.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R. Characterization of antioxidant polyphenols from *Myrciaria jaboticaba* peel and their effects on glucose metabolism and antioxidant status: A pilot clinical study. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 211, p. 185-197, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.142>.

QUATRIN, A.; PAULETTO, R.; MAURER, L. H.; MINUZZI, N.; NICHELLE, S. M.; CARVALHO, J. F. C.; MARÓSTICA, M. R.; RODRIGUES, E.; BOCHI, V. C.; EMANUELLI, T. Characterization and quantification of tannins, flavonols, anthocyanins and matrix-bound polyphenols from *jaboticaba* fruit peel: A comparison between *Myrciaria trunciflora* and *M. jaboticaba*. **Journal of Food Composition and Analysis**, [s. l.], v. 78, p. 59-74, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.01.018>.

RODRIGUES, S.; FERNANDES, F. A. N.; DE BRITO, E. S.; SOUSA, A. D.; NARAIN, N. Ultrasound extraction of phenolics and anthocyanins from *jaboticaba* peel. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 69, p. 400-407, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.02.059>.

SANTOS, D. T.; VEGGI, P. C.; MEIRELES, M. A. A. Extraction of antioxidant compounds from *Jaboticaba* (*Myrciaria cauliflora*) skins: Yield, composition and economical evaluation. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 101, n. 1, p. 23-31, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.06.005>.

SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolics constituents of *prunus domestica*: the quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 10, p. 63-68, 1959.

TROJANOWSKA, A.; TSIBRANSKA, I.; DZHONOVA, D.; WROBLEWSKA, M.; HAPONSKA, M.; JOVANCIC, P.; MARTURANO, V.; TYLKOWSKI, B. Ultrasound-assisted extraction of biologically active compounds and their successive concentration by using membrane processes. **Chemical Engineering Research and Design**, [s. l.], v. 147, p. 378-389, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2019.05.018>.

VIEIRA, G. S.; MOREIRA, F. K. V.; MATSUMOTO, R. L. S.; MICHELON, M.; FILHO, F. M.; HUBINGER, M. D. Influence of nanofiltration membrane features on enrichment of *jussara* ethanolic extract (*Euterpe edulis*) in anthocyanins. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 226, p. 31-41, 2018.



## VALIDAÇÃO DE MODELO MATEMÁTICO DO CRESCIMENTO DA *SALMONELLA CHOLERAESUIS* EM FUNÇÃO DO pH E TEMPERATURA

Marceli Peruzzolo<sup>1</sup>; Angélica Jacobi Danielli; Bruno Fischer<sup>1</sup>; Geciane Toniazzo Backes<sup>1</sup>; Rogério Luis Cansian<sup>1</sup>; Marco Antônio S. F. de Souza<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, URI Erechim

**RESUMO:** A presença de microrganismos nos alimentos pode afetar a qualidade e a segurança alimentar, diminuindo a vida útil e tempo de prateleiras dos mesmos, gerando perdas econômicas. Assim, o uso da microbiologia preditiva torna-se fundamental na antecipação de resposta quanto ao crescimento ou sobrevivência do microrganismo diante aos inúmeros fatores intrínsecos e extrínsecos como, por exemplo, temperatura, condições de armazenamento, umidade e pH. A partir disso, busca-se construir modelos matemáticos que representem o comportamento dos microrganismos em alimentos gerando curvas de crescimento/inativação microbiana com o intuito de prever e prevenir a contaminação e deterioração dos alimentos por parte destes microrganismos, contribuindo assim na tomadas de decisão na indústria alimentícia. Com isso, o objetivo do presente estudo foi apresentar modelo preditivo para o crescimento de *Salmonella choleraesuis* em função das variáveis pH e temperatura. Utilizou-se o modelo primário de Gompertz modificado, o qual foi possível estimar os valores de taxa específica de crescimento máxima ( $\mu_{m\acute{a}x}$ ), tempo de latência ( $\lambda$ ); e concentração máxima de células ( $y_{m\acute{a}x}$ ), sendo possível descrever crescimento da *Salmonella*. Observou-se correlação entre aumento de temperatura e de pH com aumento do  $\mu_{m\acute{a}x}$  e redução do tempo de latência, e não correlação com a população microbiana máxima ( $y_{m\acute{a}x}$ ).

**Palavras-chave:** Modelos Preditivos. Microrganismos. Segurança Alimentar.

### INTRODUÇÃO

A microbiologia preditiva permite prever como os microrganismos se comportam mediante as variações de fatores como pH,  $a_w$ , temperatura e condições de armazenamento, tornando-se um recurso de grande relevância para o planejamento, avaliação, otimização e controle dos processos no setor de alimentos. Sendo assim, o comportamento dos microrganismos (multiplicação, inativação e sobrevivência) pode ser delineado mediante uma condição ambiental por meio de modelos matemáticos (SILVA, 2020). A microbiologia preditiva surgiu muito provavelmente em 1922 com o aparecimento do primeiro modelo log - linear que descreve a cinética de morte bacteriana por processo térmico, esse modelo foi proposto por Esty e Meyer (PRADHAN et al., 2019). Mais tarde em 1936, Scott investigou como a taxa de mortalidade específica dependia da água disponível, hoje quantificada pela chamada atividade da água (FAKRUDDIN et al., 2011).

Conforme descrito por Danielli (2020), trata-se de uma aproximação de conhecimentos da microbiologia clássica, com disciplinas como matemática, estatística, sistemas de informação e tecnologia, com o propósito de descrever o comportamento microbiano relacionado a diversos fatores ambientais. A partir disso, busca-se construir modelos matemáticos que representem o comportamento dos microrganismos em alimentos gerando curvas de crescimento/inativação microbiana com o intuito de prever e prevenir a contaminação e deterioração dos alimentos por parte destes microrganismos. Os modelos, uma vez reconhecidos, podem ser usados para

prever a resposta do microrganismo ao longo de um tempo determinado e sob condições estipuladas, de maneira rápida e segura.

A microbiologia preditiva chega como uma ferramenta fundamental da microbiologia para assegurar a qualidade e a segurança dos alimentos tornando possível a antecipação da resposta quanto ao crescimento ou sobrevivência do microrganismo diante aos inúmeros fatores intrínsecos e extrínsecos como, por exemplo, temperatura, condições de armazenamento, umidade e pH. Com esta antecipação é possível analisar riscos, avaliar tempo de prateleira, e desenvolver novos produtos e processos (MORAES, 2020).

Entre os fatores que afetam o crescimento microbiano, encontra-se a atividade de água ( $a_w$ ), a qual corresponde à quantidade de água presente nos alimentos, sendo que esta é geralmente abundante. Para ocorrer o crescimento microbiano os valores variam entre 0 e 1, sendo que a maioria prefere ou consegue crescer, em valores próximos ou superiores a 0,98 (MATOS, 2014).

Outro fator que afeta o desenvolvimento dos microrganismos é a temperatura. A faixa é bastante ampla e pode variar em um mínimo  $-35\text{ }^\circ\text{C}$  e um máximo de  $90\text{ }^\circ\text{C}$ , mas com ótimo entre  $35$  a  $37\text{ }^\circ\text{C}$  para a maioria dos microrganismos patogênicos. Por esse motivo a temperatura é um fator muito importante a ser controlado, uma vez que qualquer modificação nesta variável faz com que os microrganismos se desenvolvam de uma forma acelerada, reduzindo a vida útil do produto (LIRA et al., 2020).

O pH não prejudica apenas o crescimento dos microrganismos, mas também influencia a sua taxa de sobrevivência no tempo de armazenamento e conservação do produto. A maior parte dos microrganismos multiplicam-se melhor a valores de pH próximos de 7, ou seja, pH neutro, sendo poucos os que se desenvolvem abaixo de 2 e acima de 10, mas cada microrganismo possui um valor ótimo para o seu desenvolvimento (MATOS, 2014).

*Salmonella* spp. é um dos patógenos de origem alimentar mundialmente dissipados, causando intoxicação alimentar, Salmonelose, em humanos. Entre os alimentos que mais transmitem estão os ovos, frangos e outras carnes e seus subprodutos (CHEN et al., 2020). As bactérias do gênero *Salmonella* sp. são microrganismos em forma de bastonetes, Gram-positivos e não esporulados, causadores de graves intoxicações alimentares, e possui como habitat primário o trato intestinal dos animais e do ser humano (SILVA et al., 2020a). Possui temperatura mínima de multiplicação de  $5\text{ }^\circ\text{C}$  e temperatura ótima de aproximadamente  $37\text{ }^\circ\text{C}$ , podendo ser destruída a  $60\text{ }^\circ\text{C}$  por 15 a 20 minutos. Possui dose infectante de  $10^6$  a  $10^8$  UFC/g (ALFAMA, 2018).

Os modelos preditivos são empregados para oferecer previsões seguras de crescimento microbiano ou sobrevivência em alimentos, em resposta a várias condições ambientais, como temperatura, pH e atividade de água (YU et al., 2020).

Os microbiologistas de alimentos têm pesquisado modelos eficazes para o crescimento microbiano que sejam capazes de prever alterações microbiológicas no armazenamento, sendo caracterizados pelos seguintes parâmetros: número inicial de células ( $N_0$ ), número máximo de células ( $N_{max}$ ), taxa específica de crescimento máxima ( $\mu_{max}$ ) e fase lag ( $\lambda$ ). Os mesmos podem ser extraídos a partir da curva de crescimento, a qual apresenta, resumidamente três fases: fase lag ou de retardamento, período em que as células microbianas se ajustam ao seu novo ambiente, seguida por fase log de crescimento exponencial, durante o qual as células se multiplicam de forma máxima e constante e, finalmente, a fase estacionária, quando a densidade populacional máxima é alcançada (ANJOS, 2013).

Os modelos preditivos podem ser classificados em três níveis: Modelos primários que descrevem as mudanças que ocorrem no crescimento de microrganismos ou de metabólitos secundários em função do tempo. Uma curva de mortalidade, ou crescimento de microrganismos pode ser considerada um modelo primário. Estes modelos não consideram as variáveis do meio, como temperatura ou pH (SCHLEI et al., 2018). Os modelos



primários mais utilizados na literatura são o modelo de Gompertz, Gompertz modificado, modelo Logístico, Logístico modificado, modelo de Baranyi e Roberts, modelo de Huang (TREMARIN, 2013).

O modelo de Gompertz foi modificado, para que os parâmetros previstos pudessem ter significado biológico. As propriedades, velocidade específica máxima de crescimento ( $\mu_{\max}$ ), duração da fase lag ( $\lambda$ ) e aumento logarítmico (log) da população ( $A$ ) foram, então, inseridos no modelo. Com este ajuste, o modelo corresponde a uma de função exponencial dupla, descrevendo assim, uma curva sigmóide assimétrica (ANJOS, 2013).

Para solucionar os problemas encontrados no modelo de Gompertz modificado e fornecer base mais mecânica e biológica, Baranyi e Roberts em 1994 propuseram um modelo que incluiu fase de crescimento exponencial linear ( $x$ ) e “fase lag” determinada por uma função de ajuste  $\alpha(x)$  (ANJOS, 2013).

O modelo primário de Huang foi desenvolvido com o propósito de oferecer uma apresentação mais simples do crescimento bacteriano. Visto que o modelo de Baranyi-Roberts engloba parâmetros de difícil determinação como, por exemplo, o valor do estado fisiológico das células bacterianas, tornando difícil validar os resultados deste parâmetro (MILKIEVICZ et al., 2018).

Modelos secundários, onde a cinética microbiológica é a variação dos microrganismos em função do tempo, e se orienta pelos fatores extrínsecos e pelos fatores intrínsecos. As equações que envolvem os modelos secundários descrevem como as respostas dos modelos primários se alteram em função dos fatores ambientais, que podem ser pH, temperatura, atividade de água ( $a_w$ ) e concentração de agentes antimicrobianos. Neste modelo deve ser considerado o efeito individual de cada fator, mas, em diferentes situações, é necessário considerar como os diferentes fatores interagem, restringindo o crescimento microbiano (ANJOS, 2013).

Como exemplo de modelo secundário NYHAN et al. (2018) citam o gama secundário que pode ser utilizado para calcular a influência das condições ambientais sobre o desenvolvimento dos microrganismos. Sendo que o valor de gama é estimado para cada fator, e pode variar entre 0 e 1. O valor de 0 significa que o microrganismo não se desenvolve, enquanto que o valor de 1 apresenta condições favoráveis para o crescimento.

Com o modelo da raiz quadrada é possível observar uma relação linear entre a raiz quadrada da taxa máxima de crescimento e a temperatura, em condições subótimas para o desenvolvimento do microrganismo (PEREZ-RODRIGUES et al., 2013). Sendo necessário algumas adequações para incluir os efeitos dos fatores ambientais, como pH,  $a_w$  ou ácido láctico.

De acordo com Schlei et al. (2018), o modelo secundário cardinal foi proposto por alguns autores com a justificativa de que, o proposto por Ratkowsky et al. (1983), é restrito a um único parâmetro. Os efeitos combinados dos fatores ambientais também são obtidos multiplicando os relativos efeitos de cada fator. Assim, o modelo de parâmetro cardinal para os efeitos da temperatura, pH e  $a_w$  em  $\mu_{\max}$  pode ser escrito (PEREZ-RODRIGUES et al., 2013).

Modelos terciários, definidos como pacotes de software de computador que usam as referências apropriadas de modelos de nível primário e secundário para construir gráficos, previsões e comparações desejados (PEREZ-RODRIGUES et al., 2013). Através destes programas é possível calcular as respostas microbianas de acordo com as mudanças nas condições ambientais, comparar efeitos de diferentes condições ou comportamento de diversos microrganismos. Combase, SSP (Sea Food Spoilage Predictor), Food Micromodel (FMM), Pathogen Microbial Model (PMP) e Growth Predictor & Perfringens Predictor, são alguns exemplos que podem ser citados (ANJOS, 2013).

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi determinar os parâmetros de população microbiana máxima ( $y_{\max}$ ), taxa de crescimento específico ( $\mu_{\max}$ ), tempo de latência (TL), para as condições ambientais de pH 5, 6 e 7,  $a_w$  0,99 e temperatura 12, 15, 20 e 37 °C, do crescimento de *Salmonella choleraesuis*, usando o modelo primário de Gompertz modificado.



## MATERIAL E MÉTODOS

### Modelagem Matemática

Para este estudo os dados secundários experimentais de Danielli (2020) foram utilizados na modelagem primária da *Salmonella choleraesuis* crescida *in vitro* em diferentes temperaturas (12, 15, 20 e 37 °C). Com o auxílio do programa Statistica 7.0 foi possível estimar os valores de  $\mu_{m\acute{a}x}$ , taxa específica de crescimento máxima;  $\lambda$  tempo de latência, e o  $y_{m\acute{a}x}$ , concentração máxima de células, utilizando o modelo primário de Gompertz modificado (Equação 1) em relação ao crescimento experimental de *Salmonella choleraesuis*.

$$y(t) = y_0 + (y_{m\acute{a}x} - y_0)x \exp\left\{-\exp\left[\frac{\mu_{m\acute{a}x} e}{y_{m\acute{a}x} - y_0} x (\lambda - t) + 1\right]\right\} \quad (1)$$

Onde:  $y_0$ ,  $y_{m\acute{a}x}$  e  $Y(t)$  são as contagens da população bacteriana em logaritmo inicial, máximo e tempo (Log CFU/g);  $\mu_{m\acute{a}x}$  é a taxa máxima de crescimento específico (Log CFU/g/h); e  $\lambda$  é o lag duração do tempo (h).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos pelo modelo primário de Gompertz para população microbiana máxima ( $y_{m\acute{a}x}$ ), taxa de crescimento específico ( $\mu_{m\acute{a}x}$ ), tempo de latência (TL), para as condições ambientais: pH 5, 6 e 7,  $a_w$  0,99 e temperatura 12, 15, 20 e 37 °C estão apresentados na Tabela 1.

Os valores de população microbiana máxima apresentaram variação nas diferentes temperaturas e pH de crescimento (11,35 a 16,27 log UFC/mL) sem correlação com o aumento de temperatura ou de pH. Este resultado era esperado, pois a população máxima é atingida quando ocorre esgotamento de nutrientes, variando o tempo necessário para atingi-la, desde que as demais condições não sejam limitantes.

Já, a taxa de crescimento específico ( $\mu_{m\acute{a}x}$ ) determinada pelo modelo de Gompertz modificado aumentou com o aumento de temperatura em todas as faixas de pH e também aumentou com o aumento de pH, para cada temperatura avaliada. O resultado está em acordo com os resultados experimentais, pois melhorando-se as condições de temperatura e pH em direção ao ótimo do microrganismo, a velocidade de crescimento deste também aumenta.

**Tabela 1:** Resultados modelo primário de Gompertz modificado, variando temperatura e pH, com atividade de água fixa ( $a_w$  0,99)

T °C	pH	$y_{max}$ (Log UFC/mL)	$\mu_{max}$ (Log CFU/mL.h)	TL (h)
12	5,0	12,74	0,561	100,29
15		12,55	0,848	46,29
20		13,78	0,925	18,21
37		12,84	1,975	9,68
12	6,0	11,35	0,658	57,01
15		14,25	0,872	26,89
20		14,67	0,962	10,77
37		12,11	2,165	7,35
12	7,0	16,27	0,649	34,07
15		13,77	0,845	23,52
20		13,80	0,899	7,27
37		12,46	2,352	7,34

Em relação ao tempo de latência (TL), o comportamento da *Salmonella* apresentou correlação, com o maior valor de pH e temperatura apresentando o menor tempo de duração da fase lag.

Em temperatura de 7 °C até 246 h não houve crescimento em nenhuma variação de pH, por esse motivo não foi possível descrever com o modelo modificado de Gompertz.

Já a 12 °C, com pH 5, 6 e 7 os tempos de latência foram de 100, 57 e 34 horas, respectivamente. Com o aumento da temperatura para 15°C, foi possível avaliar a diminuição do tempo de latência, 46, 26 e 23 h, para os valores de pH de 5, 6 e 7, respectivamente. Elevando a temperatura em 5 °C os tempos reduziram para 18, 10 e 7 h para os pH 5, 6 e 7, respectivamente. Em temperatura de 37 °C, considerada ótima para crescimento da *Salmonella*, os tempos de latência em pH 5 foi de 9h, e para o pH de 6 tempo foi de 7h e para o pH 7 o qual é considerado ótimo para o desenvolvimento do microrganismo em questão permaneceu no mesmo tempo de 7h da temperatura anterior.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Modelo de Gompertz modificado foi eficaz em prever o comportamento da *Salmonella* nas condições testadas de temperatura 12, 15, 20 e 37 °C,  $a_w$  0,99 e pH 5,0, 6,0 e 7,0. Conforme ocorreu o aumento da temperatura e de pH, diminuiu o tempo de latência e aumentou a taxa máxima de crescimento específico. A população máxima não apresentou correlação com a variação da temperatura e pH. Este estudo pode ser usado para prever as tendências de crescimento da *Salmonella* em outras faixas de temperatura e pH.

## REFERÊNCIAS

- ALFAMA G. R. E. **Identificação de cenários de temperaturas de distribuição em restaurantes industriais no Brasil e modelagem da multiplicação de patógenos alimentares em preparações de risco**. Tese de (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. Porto alegre, 2018.
- ANJOS D. L. **Modelos De Crescimento De Psicrotóxicos Em Diferentes Temperaturas e pH**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Alimento) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2013.
- CHEN Y.; WANG X.; ZHANG X.; XU D.; ZHANG W.; QIU J.; LIU Q.; DONG Q. Modeling the interactions among *Salmonella enteritidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Lactobacillus plantarum*. **Journal of Food Safety**, e12811, 2020.
- DANIELLI, A. J. **Validação de Softwares de Microbiologia Preditiva para Aplicação em Abatedouro de Aves**. 2020, 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – URI, Erechim, RS, Brasil, 2020.
- FAKRUDDIN, M. D.; MAZUMDER, R. M.; MANNAN, K. S. B.; **Ceylon Journal of Science** n. 40, v. 2, p. 121-131, 2011. Acesso em: 15 out. 2020.
- LIRA, A. L.; VESOLOSKI, J. F.; PERUZZOLO, M.; CANSIAN, R. L.; BACKES, G. T. Uso da Microbiologia Preditiva na Segurança Alimentar de Produtos Cárneos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n.12, p.104223-104237, 2020.
- MATOS, L. R. **Microbiologia Preditiva aplicada à análise de amostras de carne de vaca e porco**. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) - Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2014.
- MILKIEVICZ T.; BADIA V.; SOUZA B. V.; LONGHI A. D.; GALVAO A. C.; ROBAZZA W. S. Development of a general model to describe *Salmonella* spp. growth in chicken meat subjected to different temperature profiles **Food Control**, v. 112, 107151, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107151>
- MORAES N. K. **Modelação da Sobrevivência de *Staphylococcus aureus* em Bifes Revestidos com Extrato Oleoso de Sementes de Urucum (*Bixa orellana* L.)** Dissertação (Qualidade e Segurança Alimentar). Escola Superior Agrária de Bragança. 2020.
- NYHAN L.; BEGLEY M.; MUTEL A.; QU Y.; JOHNSON N.; CALLANAN M. Predicting the combinatorial effects of water activity, pH and organic acids on *Listeria* growth in media and complex food matrices. **Food Microbiology**, 2018. doi: 10.1016/j.fm.2018.03.002
- PEREZ-RODRIGUEZ, F.; VALERO, A. **Predictive microbiology in foods**. Nova Iorque: Springer Briefs in Food, Health, and Nutrition 5, 2013.



PRADHAN, A. K; MISHRA, A.; PANG, H. **Microbiologia preditiva e avaliação de risco microbiano**. Microbiologia Alimentar: Fundamentos e fronteiras, 5. ed. Washington, DC, 2019, p. 989-1006.

RATKOWSKY, D.A.; LOWRY, R.K.; MCMEEKIN, T.A.; STOKES, A.N.; CHANDLER, R.E. Model for bacterial culture growth rate throughout the entire biokinetic temperature range. **Journal of Bacteriology**, v. 154, n. 3, p. 1222-1226, 1983.

SCHLEI, K. P; REITER, M. G. R.; BERTOLI, S. L.; LICODIEDOFF, S.; FERNANDES DE CARVALHO, L.; KREBS DE SOUZA, C. Microbiologia Preditiva: Aspectos Gerais E Tendências. **Perspectivas Da Ciência E Tecnologia**, v.10, 2018.

SILVA C., D.; **Avaliação Da Contaminação Microbiana, Modelagem Matemática E Validação Da Multiplicação De *Salmonella* Em Sushis Expostos A Diferentes Cenários De Tempo E Temperatura De Distribuição**. Dissertação Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2020a.

SILVA A. A; AMORIM O. B.; SOUZAN. M.; BATISTA A. C.; RITTER O. D.; LANZARIN M.; Evaluation of hygienic-sanitary quality of ground beef exposed for sale. **Brazilian Journal of Development**., v. 6, n. 3, p. 10513-10525, 2020.

TREMARIN A. **Modelagem Matemática Do Crescimento De *Byssochlamys Fulva* E *Neosartorya Fischeri* Em Suco De Maçã Solidificado Sob Condições Isotérmicas E Não Isotérmicas**. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos.) UFSC, Florianópolis, 2013.

YU, H. H.; SONGA, Y. J.; KIMA, Y. J.; LEEB, H. Y.; CHOIC, Y.; LEEA, N.; PAIKA, H. Predictive model of growth kinetics for *Staphylococcus aureus* in raw beef under various packaging systems. **Meat Science**, 2020.

## CINÉTICA DO CRESCIMENTO DA *SALMONELLA CHOLERAESUIS* EM VARIAÇÃO DE PH E TEMPERATURA

Giovana Cristina Ceni<sup>1</sup>; Marcieli Peruzzolo<sup>1</sup>; Angélica Jacobi Danielli<sup>1</sup>; Marco Antônio S. F. de Souza<sup>1</sup>;  
Geciane Toniazco Backes<sup>1</sup>; Rogério Luis Cansian<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, URI Câmpus de Erechim.

**RESUMO:** Ofertar alimentos seguros é a finalidade de toda indústria alimentícia. A presença de microrganismos nos alimentos também pode afetar a qualidade e a vida útil, gerando perdas econômicas e problemas de saúde. Temperatura e pH são consideradas fatores que influenciam favoravelmente no desenvolvimento bacteriano. A Portaria nº 74 de 2019 do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) estabelece que a variação de temperatura dos produtos no ambiente de corte de um abatedouro de aves é aceitável, no entanto a manipulação deve ser estabelecida e validada como base em microbiologia preditiva. Em razão disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a cinética de crescimento de *Salmonella choleraesuis*, em diferentes condições de temperatura e pH. Foram realizadas curvas de crescimento *in vitro* do microrganismo em temperaturas de 7, 12, 15, 20 e 37 °C e em valores de pH de 5,0; 6,0 e 7,0. Os resultados experimentais indicaram que em temperatura de 7° C, até 246 horas, não houve crescimento do microrganismo, em nenhuma variação de pH. A fase de latência à 12 °C foi maior para o pH 5,0 (100 horas). Nas temperaturas de 15; 20 e 37 °C ocorreu diminuição dos tempos de latência, em todos os valores de pH. Em 37 °C, temperatura ótima para o crescimento da *S. choleraesuis*, foram observados os menores tempos de latência. Com os resultados obtidos, pode-se concluir que ao trabalhar em condições não ótimas de crescimento microbiano tem-se um prolongamento da fase de adaptação, garantindo assim a segurança alimentar.

**Palavras-chave:** Microrganismos. Segurança Alimentar. Fase de latência

### INTRODUÇÃO

Obter alimentos seguros é a finalidade de toda indústria alimentícia, prevenindo assim ocorrências de doenças oriundas da ingestão de produtos contaminados com patógenos. A carne de frango é vulnerável à deterioração bacteriana devido a sua composição química e ao seu grande conteúdo de água (GALARZ, 2008; MEZARROBA, 2014).

*Salmonella* spp. é um dos patógenos de origem alimentar mundialmente dissipados, causando salmonelose em seres humanos. Entre os alimentos que mais transmitem estão os ovos, frangos, carnes e seus subprodutos (CHEN et al., 2020). As bactérias do gênero *Salmonella* spp. são microrganismos em forma de bastonetes, Gram-positivos e não esporulados, causadores de graves intoxicações alimentares, com *habitat* primário o trato intestinal dos animais e do ser humano (SILVA et al., 2020). Possui temperatura mínima de multiplicação de 5 °C e ótima de aproximadamente 37° C (ALFAMA, 2018). Pode crescer na faixa de pH entre 3,8 a 9,3, sendo considerado ótimo a faixa entre 6,5 e 7,5 (PACHECO, 2013; MATOS, 2014).

Para evitar o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis no processo de produção de alimentos, fatores como temperatura e pH devem ser monitorados. Qualquer modificação na variável temperatura pode acelerar o desenvolvimento dos microrganismos, reduzindo a vida útil do produto. A faixa é bastante ampla e pode variar de -35 °C a 90 °C (LIRA et al., 2020). Variações de pH, não apenas podem prejudicar o crescimento dos microrganismos, mas também influenciar a sua taxa de sobrevivência no tempo de armazenamento e conservação do produto. A maior parte dos microrganismos multiplicam-se melhor a valores de pH próximos de 7,0 (MATOS, 2014).

Em um abatedouro de aves, há várias etapas do processo relacionadas à temperatura. Antes da etapa de processamento de cortes onde ocorre a separação de cada corte específico, está o sistema de pré-resfriamento de carcaças, o qual consiste em um sistema por imersão, com a finalidade de realizar o resfriamento das carcaças de modo a atender a Portaria nº 210 de 1998, a qual preconizava que estas deveriam apresentar temperatura de saída igual ou inferior a 7°C, tolerando temperatura de 10°C, quando destinadas ao congelamento imediato (BRASIL, 1998). No entanto, foi publicada recentemente, a Portaria nº 74 do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) que revoga a tolerância de temperatura de 10°C, mas que estabelece que: a variação aceitável de temperatura dos produtos no ambiente de corte e manipulação deve ser estabelecida e validada como base em microbiologia preditiva (BRASIL, 1998; BRASIL, 2019)

Desta forma, através das curvas de crescimento microbiano em diferentes temperaturas e condições de pH, é possível explicar como ocorre a proliferação de um determinado microrganismo, prevendo assim, a *shelf life* do produto (ARROYO-LOPEZ et al., 2014; SIQUEIRA et al., 2014). Estudar o comportamento de um microrganismo nas diversas condições ambientais permite ampliar o conhecimento em relação as suas características, implicando diretamente em todas as etapas da cadeia de produção de um alimento. Neste contexto, o presente estudo objetivou avaliar a cinética de crescimento de *Salmonella choleraesuis*, em condições de temperatura e pH que se assemelham com condições de processo, desde o abate até a refrigeração, do produto cárneo visando correlacionar com a Portaria nº 74 de 2019.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a avaliação do comportamento de crescimento de *S. choleraesuis*, a cepa foi previamente inoculada em caldo Luria Bertani – LB (10g/L triptona, 5g/L extrato de levedura, 5 g/L NaCl) e incubadas por 24 horas a 37 °C, foi realizada a diluição a partir da inoculação  $10^8$  até  $10^3$ , então foram construídas curvas cinéticas com leituras a cada hora a partir da inoculação  $10^3$  em caldo LB em microplacas de fundo chato (5 µL em 250 µL de meio) e realizado leitura da absorbância em 490 nm em leitor de microplacas Elisa. O caldo LB foi mantido em pH 6,0 e atividade de água 0,98, simulando um produto cárneo. Estes meios foram armazenados em 5 diferentes temperaturas: 7, 12, 15, 20 e 37 °C e para cada temperatura utilizou-se variação de pH de 5,0; 6,0 e 7,0. O crescimento microbiano foi estimado pelo aumento da absorbância medido a cada hora em relação à absorbância inicial.

Os valores de temperatura foram escolhidos a partir de faixas utilizadas na indústria alimentícia, sendo 7 °C o valor estabelecido pela portaria nº de 210 de 1998 na saída do sistema de pré resfriamento, 12°C, 15 e 20 °C por extrapolação da margem de segurança e em 37 °C, considerada a temperatura ideal da cepa. A faixa de pH foi definida considerando a variação comum na produção de produtos cárneos.

Para conversão dos valores de absorbância em Log UFC, foi construída uma curva padrão relacionando-se diferentes contagens da bactéria em Log, com a respectiva absorbância, e a conversão obtida pela equação da reta desta curva padrão e diferentes diluições das culturas microbianas.



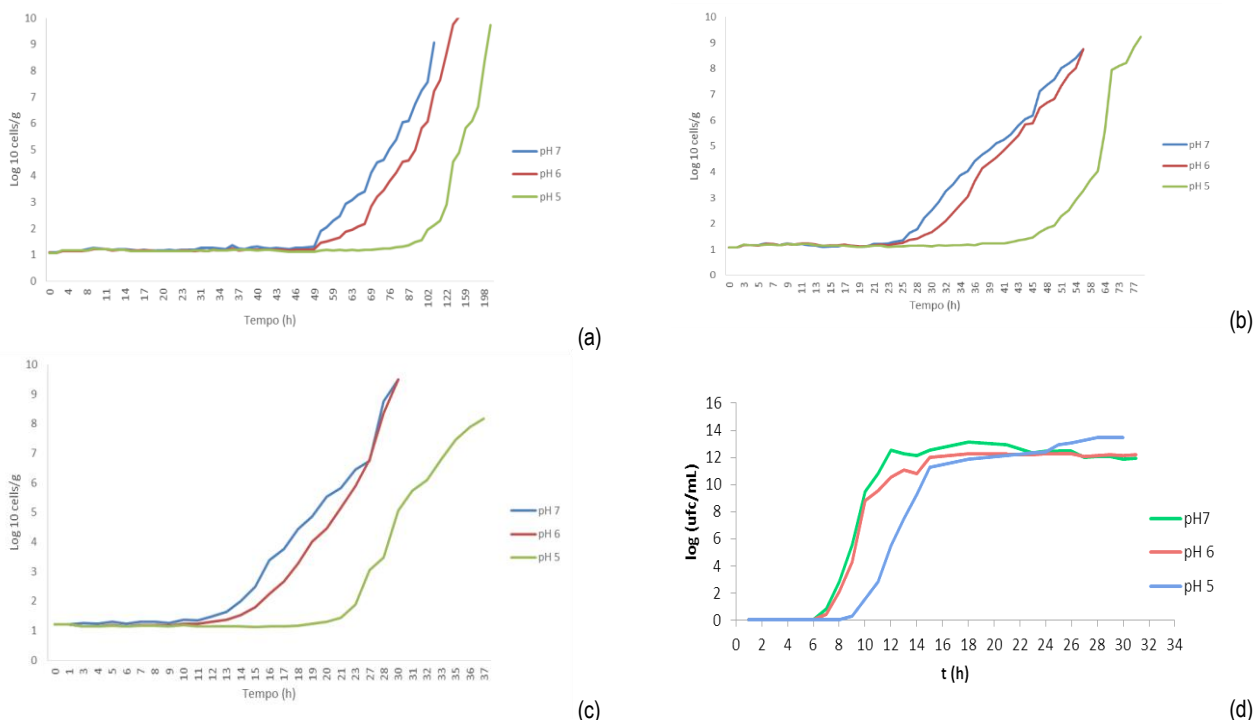
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cinética de crescimento de *S. choleraesuis* foi avaliada e obtidos os resultados para este microrganismo em diferentes condições de pH e de temperatura. A determinação do crescimento de microrganismos inclui variáveis como tempo de adaptação, velocidade específica de crescimento, população máxima e tempo de geração. A primeira fase do desenvolvimento microbiano é conhecida como fase de adaptação ou fase *lag*, caracterizada pela não ocorrência de multiplicação do microrganismo (PAULSEN; SMULDERS, 2014; SCOLFORO, 2018; JANKOVIC et al., 2016).

Em condição de temperatura de 7° C até 246 horas não houve crescimento de *S. choleraesuis*, em nenhuma variação de pH. Uma fase lag com tempo elevado indica que nesta condição, o crescimento microbiano será retardado. Este dado é muito importante para a indústria alimentícia, já que seu objetivo é retardar ao máximo o desenvolvimento de microrganismos, garantindo assim a ocorrência de aumento no *shelf life* de seus produtos (COSTA, 2016).

Na extrapolação da margem de segurança da temperatura, as cinéticas para 12, 15 e 20 °C estão demonstradas na Figura 1. A fase de adaptação do microrganismo na temperatura de 12 °C foi maior para o pH 5,0 (100 horas). Essa fase diminuiu para cerca da metade do tempo (60 horas) em pH 6,0 e em pH 7,0 (58 horas). Na temperatura de 15 °C ocorreu diminuição do tempo de latência, com resultados de 46h, 26h e 23h, para o pH de 5,0; 6,0 e 7,0, respectivamente. Quando se avaliou a temperatura em 20°C os tempos reduziram para 18h, 10h e 7 h (pH 5,0; 6,0 e 7,0 respectivamente). Na temperatura ótima para o crescimento da *S. choleraesuis* foram observados os menores tempos de latência. O menor tempo de adaptação (6 horas) do microrganismo foi em pH 7, considerado ótimo para o desenvolvimento do mesmo.

**Figura 1:** Cinética de crescimento *in vitro* de *S. choleraesuis*, em diferentes valores de pH nas temperaturas de 12°C (a), 15°C (b), 20°C (c) e 37°C (d)



A temperatura é uma condição que exige monitoramento no contexto de uma indústria de alimentos (ANJOS, 2013). Com a avaliação da cinética de crescimento de *S. choleraesuis in vitro*, foi possível determinar que em todas as condições de pH e temperatura avaliados, os tempos de crescimento obtidos foram satisfatórios. Ótimas fases de latência em temperaturas acima de 7° C, foram obtidas com 12 e 15° C. Importante ressaltar que, mesmo em temperaturas mais elevadas (37 °C) observou-se um tempo de duração da fase lag compatível com as condições de processo, do abate até a refrigeração, do produto cárneo

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estudo realizado, os dados obtidos de fase de latência de *S. choleraesuis*, nas diferentes condições de temperatura e pH, podem garantir uma margem de segurança e a qualidade dos produtos na sala de cortes de um abatedouro de aves, atendendo a portaria n° 74 de 2019 do MAPA.

### REFERÊNCIAS

- ALFAMA G., R., E.; **Identificação De Cenários De Temperaturas De Distribuição Em Restaurantes Industriais No Brasil E Modelagem Da Multiplicação De Patógenos Alimentares Em Preparações De Risco**. Tese de (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. Porto alegre, 2018.
- ANJOS D. L., **Modelos De Crescimento De Psicrótrópicos Em Diferentes Temperaturas e pH**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Alimento) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2013.
- ARROYO-LOPEZ, F. N.; BAUTISTA-GALLEGO, J.; GARCÍA-GIMENO, R. M.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, A. Predictive microbiology: a valuable tool in food safety. In: BHAT, R.; GOMEZ-LOPEZ, V. M. **Practical food safety: contemporary issues and future directions**. West Sussex: Wiley Blackwell, cap. 25, 2014.
- BRASIL, Instrução Normativa SDA n° 17, de 29 de Maio de 2018. Disponível em: [http://www.lex.com.br/legis\\_27656156\\_INSTRUCAO\\_NORMATIVA\\_N\\_17\\_DE\\_29\\_DE\\_MAIO\\_DE\\_2018.aspx](http://www.lex.com.br/legis_27656156_INSTRUCAO_NORMATIVA_N_17_DE_29_DE_MAIO_DE_2018.aspx). Acesso em: 01 jul. 2021.
- BRASIL, Portaria n° 210 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento de 10 de Novembro de 1998. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Portaria-210\\_000h19kjan02wx7ha0e2uuw60rmjy11.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Portaria-210_000h19kjan02wx7ha0e2uuw60rmjy11.pdf). Acesso em : 26 Maio 2019.
- CHEN Y., WANG X., ZHANG X., XU D.,ZHANG W., QIU J., LIU Q., DONG Q., Modeling the interactions among Salmonella enteritidis, Pseudomonas aeruginosa, and Lactobacillus plantarum **Journal Of Food Safety**. e12811, .2020.
- COSTA, D. S. **Modelagem probabilística do crescimento de *Listeria monocytogenes* em função do efeito de pH, Temperatura e tempo de estocagem**. Dissertação para obtenção do Título de Magister Scientiae, Viçosa, 2016.

- GALARZ, L. A. **Estimativa da vida útil em peito de frango em diferentes temperaturas de armazenamento**. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, Rio Grande, 2008.
- JANKOVIC, V. V., NASTASIJEVIC, I., LAKICEVIC, B. Predicting microbial growth: Theory and Application. **Meat Technology**, n. 57, v. 1, p. 57-66, 2016.
- LIRA, A. L.; VESOLOSKI, J. F.; PERUZZOLO, M.; CANSIAN, R. L.; BACKES, G. T. Uso da Microbiologia Preditiva na Segurança Alimentar de Produtos Cárneos. **Brazilian Journal of Development.**, Curitiba, v. 6, n.12, p.104223-104237. 2020.
- MATOS, L. R. **Microbiologia Preditiva aplicada à análise de amostras de carne de vaca e porco**. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) - Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2014.
- MEZAROBA, M. E. P. C. **Avaliação da vida útil de filés de frango resfriados, embalados a vácuo e em atmosfera modificada, sob armazenamento isotérmico e não isotérmico**. Tese para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia de Alimentos. Florianópolis, 2014.
- PACHECO, D. O. **Qualidade microbiológica da cadeia de carne de aves da região Sul do Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Nutrição e Alimentos, Pelotas, 2013.
- PAULSEN, P., SMULDERS, F. J. M. **Microbiology**. Encyclopedia of Meat Sciences, University of Veterinary Medicine Vienna, volume 2, p. 861–868, Austria, 2014.
- SCOLFORO, C. Z. **Modelagem preditiva do crescimento de *Listeria monocytogenes* e *Salmonella enterica* em co-cultura com *Enterococcus faecalis***. Tese para obtenção do Grau de Doctor Scientiae. Viçosa, 2018.
- SILVA A. A.; AMORIM O. B.; SOUZAN. M.; BATISTA A. C.; RITTER O. D.; LANZARIN M.; Evaluation of hygienic-sanitary quality of ground beef exposed for sale. **Brazilian Journal of Development.**, Curitiba, ISSN 2525-8761, v. 6, n. 3, p. 10513-10525, mar. 2020.
- SIQUEIRA, A. A., CARVALHO, P. G. S., MENDES, M. L. M., SHIOSAKI, R. K. **MicroFit: um software gratuito para desenvolvimento e ajuste de modelos matemáticos de crescimento bacteriano**. Campinas, v. 17, n. 4, p. 329-339, 2014.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, a CAPES, a FAPERGS e a URI pelo apoio e suporte financeiro.



## TESTE *IN VITRO* DA VIABILIDADE GASTROINTESTINAL DO PROBIÓTICO *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* (LA 02) LIOFILIZADO

Giovana Cristina Ceni<sup>1</sup>; Marcieli Peruzzollo<sup>2</sup>; Caroline Cheis Polina<sup>3</sup>; Maritiele Naissinger da Silva<sup>4</sup>; Eunice Valduga<sup>5</sup>; Geciane Toniazzo Backes<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, URI Câmpus de Erechim e Departamento de Alimentos e Nutrição, UFSM Câmpus Palmeira das Missões.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, URI Câmpus de Erechim.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, URI Câmpus de Erechim.

<sup>4</sup> Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFSM Câmpus Santa Maria.

<sup>5</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, URI Câmpus de Erechim.

<sup>6</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, URI Câmpus de Erechim.

**RESUMO:** Os probióticos são benéficos à saúde, mas devem ser viáveis ao processo digestivo para promover a colonização e proliferação no tecido intestinal. O objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade do probiótico *Lactobacillus acidophilus* (LA 02) liofilizado, frente a condições de simulação *in vitro* do trato gastrointestinal. Para as análises a cepa foi submetida a condições de exposição à pH 4,0 e 7,0, para viabilidade em variação de acidez. Para a digestão *in vitro* foram utilizadas enzimas digestivas e sais biliares, simulando as seções do trato gastrointestinal esôfago/estômago, duodeno e íleo, em agitação contínua a 37 °C. Os dados demonstraram viabilidade do *Lactobacillus acidophilus* em exposição a variação do pH. Na simulação de digestão *in vitro* a cepa manteve cerca de 80% de sua atividade inicial. No final do processo a cepa apresentou concentração de  $8,88 \pm 0,23 \log \text{ UFC g}^{-1}$ . O estudo mostrou que a cepa *Lactobacillus acidophilus* (LA 02) apresenta viabilidade em condições de simulação de digestão gastrointestinal.

**Palavras-chave:** Probióticos. Digestão. Trato gastrointestinal.

### INTRODUÇÃO

O consumo de probióticos tem aumentado nos últimos anos, principalmente devido a pesquisas mostrando os efeitos benéficos desses microrganismos na microbiota intestinal, e o reflexo na saúde humana (CHEN et al., 2017; PINHEIRO et al., 2019; CALGARO et al., 2021; KIM et al., 2021). Entre os principais benefícios desses microrganismos destacam-se a manutenção da saúde dos sistemas digestivo e imunológico (HILL et al., 2014; KVAKOVA et al., 2021).

Os *Lactobacillus* pertencem à família *Lactobacillaceae*, são encontrados na forma de bastonetes, muitas vezes organizados em cadeia. São aerotolerantes, mas crescem bem em anaerobiose (GIRAFFA, CHANISHVILI e WIDYASTUTI 2010). São distribuídos ao longo dos tratos gastrointestinal e genital humano, e constituem uma parte importante da microflora. Sua distribuição é afetada por fatores ambientais, que incluem pH, disponibilidade de oxigênio, nível de substratos específicos, presença de secreções e interações bacterianas (SOCCOL et al., 2010; SAAD et al., 2013).

Com a propriedade de aderir às células epiteliais intestinais, os probióticos podem melhorar a microbiota e o processo digestivo, protegem contra patógenos e geram potencial propriedades

anticarcinogênicas (VERRUCK et al., 2020). Entretanto, os benefícios do consumo apenas são alcançados quando esses microrganismos chegam vivos e em quantidade adequada até o intestino, para permitir a colonização e proliferação. Para isso é necessário sobreviver ao trânsito gastrointestinal, às condições ácidas do ambiente gástrico, às secreções biliares e pancreáticas e ser capaz de atingir o intestino (SILVA et al., 2021).

Neste contexto o trabalho objetivou avaliar a viabilidade do probiótico *Lactobadllus acidophilus* (LA 02) liofilizado, frente a condições de simulação *in vitro* do trato gastrointestinal.

## METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido com a cepa *Lactobadllus acidophilus* (LA02 - ID1688), cedida pela empresa Probiotal S.p.A. (Novara, Itália). O probiótico foi armazenada à -18 °C. Foram realizadas avaliações da viabilidade probiótica em condições similares a digestão gastrointestinal humana. Para as avaliações realizadas foram utilizados meio MRS (Kasvi®), Tween 80 (Vetec®), Caldo MRS (Sigma-Aldrich®), enzimas digestivas pepsina (Vetec®) e pancreatina (Sigma-Aldrich®) e sais biliares bovinos (Sigma-Aldrich®).

### **Contagem de células probióticas**

Para a análise da contagem de células probióticas foram transferidas alíquotas de 1,0 mL em diluições em água peptonada, para placas de Petri. Foi utilizado plaqueamento por profundidade em ágar MRS e Tween 80 (1% m/v). Após a inoculação, as placas foram incubadas invertidas em jarra de anaerobiose, em estufa bacteriológica a 37 °C por 72 horas (SILVA, 2019).

### **Viabilidade probiótica a variação de pH**

O efeito do pH foi avaliado seguindo a metodologia proposta por Fávoro-Trindade e Grosso (2002), com modificações. Soluções de água peptonada foram ajustadas com HCl, para os valores de pH 4,0 e 7,0. Foi adicionada 1 g do probiótico em 9 mL de solução acidificada, e como controle utiliza-se o inóculo. A resistência do probiótico foi avaliada por enumeração no tempo inicial e após 3 h incubado a 37 °C.

### **Viabilidade do probiótico as condições gastrointestinais**

Para o teste de viabilidade dos microrganismos probióticos frente a condições gastrointestinais foi seguido protocolo descrito por Silva et al. (2021), que simula as seções do trato gastrointestinal esôfago/estômago, duodeno e íleo. A análise foi conduzida em uma incubadora refrigerada tipo Shaker, mantida a 37 °C.

A cultura probiótica (1 g) foi ativada em caldo MRS e incubada durante 15 horas a 37 °C. Após, foi centrifugada a 4670 x g, por 15 minutos, em centrífuga refrigerada e lavada em solução de NaCl (0,85% m/v). O probiótico foi ressuscitado em 9 mL de água peptonada, e após submetidos às mesmas condições para simulação gastrointestinal. Foram utilizadas solução de HCl (0,1 mol L<sup>-1</sup>) e de NaHCO<sub>3</sub> (0,1 mol L<sup>-1</sup>) para ajuste do pH das amostras.

O pH inicial foi ajustado a 6,9, para simular a acidez da boca, permanecendo por dois minutos nessa condição. Para a etapa esôfago-estômago foi utilizado 25 mg mL<sup>-1</sup> de pepsina em HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>. A solução foi adicionada em quantidade de 0,05 mL mL<sup>-1</sup>, nas etapas de pH/tempo (minutos): 5,5/10; 4,6/10; 3,8/10;

2,8/20; 2,3/20 e 2,0/20, em 130 rpm. Foi retirada amostra para a contagem de células viáveis correspondentes ao estômago.

Na etapa do duodeno utilizou-se 0,25 mL mL<sup>-1</sup> de uma solução contendo 2 g L<sup>-1</sup> de pancreatina e 12 g L<sup>-1</sup> de sais biliares bovinos, em NaHCO<sub>3</sub> 0,1 mol L<sup>-1</sup>. O pH foi ajustado para 5,0 e permanecendo por 20 minutos a 50 rpm. Ao final foi retirada a amostra correspondente ao duodeno para contagem de células probióticas viáveis.

Na etapa referente ao íleo foi realizado aumento do pH para 6,5, com nova adição de 0,25 mL mL<sup>-1</sup> de uma solução de 2 g L<sup>-1</sup> de pancreatina e 12 g L<sup>-1</sup> de sais biliares bovinos. Após 90 minutos a 50 rpm, foi realizada a contagem de células probióticas viáveis.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas avaliações da viabilidade probiótica em condições simulares a digestão gastrointestinal humana de *Lactobacillus acidophilus*. Na Tabela 1 estão os dados de exposição a valores de pH, onde observa-se a viabilidade da cepa em simulação de acidez de estômago (pH 4,0) e intestino (pH 7,0).

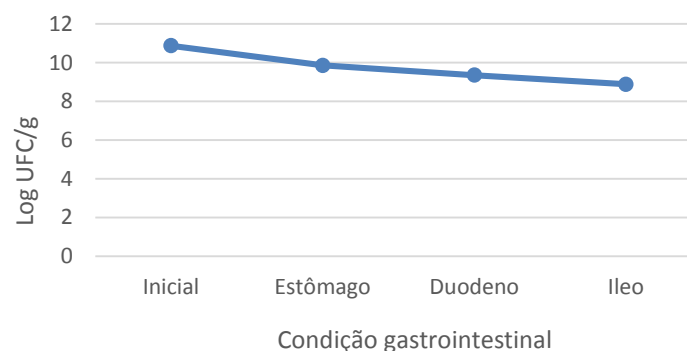
**Tabela 1:** Viabilidade do probiótico *Lactobacillus acidophilus* em variação de valores de pH.

Valor de pH	Inicial	Final	Taxa de viabilidade
4,0	10,96±0,11	10,78±0,26	98,36
7,0	10,93±0,13	10,89±0,09	99,68

Segundo Shori (2017), a maioria dos probióticos não sobrevive em grandes quantidades no pH do suco gástrico, que limita sua eficácia na maioria dos alimentos funcionais. Entretanto, o gênero *Lactobacillus* geralmente é mais resistente que o *Bifidobacterium* em meio ácido (SILVA, 2019).

A simulação *in vitro* da digestão gastrointestinal do *L. acidophilus* (Figura 1) evidencia a viabilidade da cepa. Após o processamento das condições de boca e estômago a atividade do probiótico diminui para 90,67%, com taxa de viabilidade do microrganismo de 85,95% e de 81,59% nas condições de duodeno o íleo, respectivamente. No final do processo a cepa apresentou concentração de 8,88±0,23 log UFC g<sup>-1</sup>.

**Figura 1:** Viabilidade do probiótico *Lactobacillus acidophilus* em simulação de digestão gastrointestinal





A resistência ao ácido do estômago e a tolerância aos sais biliares são duas propriedades fundamentais para que os microrganismos sejam considerados probióticos, permitindo-lhes sobreviver a condições estomacais ácidas e a presença de sais biliares no intestino delgado durante a passagem pelo trato gastrointestinal (Carvalho Lima et al., 2009).

Segundo Silva et al. (2021), após simulação gastrointestinal, uma concentração probiótica acima de  $6 \log \text{ UFC g}^{-1}$  é considerada uma quantidade ideal para promover o benefício da cepa no hospedeiro. A avaliação da viabilidade frente a digestão *in vitro* da cepa estudada nesta pesquisa atende essa recomendação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O probiótico *Lactobadllus acidophilus* (LA 02) liofilizado foi avaliado em condições de exposição a variação de pH similares aos encontrados no estômago e intestino, em que apresentou manutenção da sua concentração, bem como conservação final maior que 80% em simulação *in vitro* de digestão gastrointestinal. Os dados sugerem a possibilidade de aplicação da cepa em produtos alimentícios, com possibilidade de efeito funcional para a saúde.

## REFERÊNCIAS

CHEN, H. Y.; LI, X. Y.; LIU, B. J.; MENG, X. H. Microencapsulation of *Lactobacillus bulgaricus* and survival assays under simulated gastrointestinal conditions. **Journal of Functional Foods**, 29, 248-255, 2017.

CALGARO, M.; PANDOLFO, M.; SALVETTI, E.; MAROTTA, A.; LARINI, I.; PANE, M.; AMORUSO, A.; DEL CASALE, A.; VITULO, N.; FIORIO, M.; FELIS, G. E. Metabarcoding analysis of gut microbiota of healthy individuals reveals impact of probiotic and maltodextrin consumption. **Beneficial Microbes**, 12 (2), 121-136, 2021.

CARVALHO LIMA, K. G.; KRUGER, M. F.; BEHRENS, J.; DESTRO, M. T.; LANDGRAF, M.; DE MELO FRANCO, B. D. Evaluation of culture media for enumeration of *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium animalis* in the presence of *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. **LWT - Food Science and Technology**, 42 (2), 491-495, 2009.

FÁVARO-TRINDADE, C. S.; GROSSO, C. R. F. Microencapsulation of *L. acidophilus* (La-05) and *B. lactis* (Bb-12) and evaluation of their survival at the pH values of the stomach and in bile. **Journal of Microencapsulation**, 9 (4), 485-494, 2002.

GIRAFFA, G.; CHANISHVILI, N.; WIDYASTUTI, Y. Importance of lactobacilli in food and feed biotechnology. **Research in Microbiology**, 161, 480-487, 2010.

HILL, C.; GUARNER, F.; REID, G.; GIBSON, G. R.; MERENSTEIN, D. J.; POT, B.; MORELLI, L.; CANANI, R. B.; FLINT, H. J.; SEPPO SALMINEN, S.; CALDER, P. C.; SANDERS, M. E. Expert consensus document: the International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, 11, 506-514, 2014.

KVAKOVA, M.; BERTKOVA, I.; STOFILOVA, J.; SAVIDGE, T. C. Co-Encapsulated Synbiotics and Immobilized Probiotics in Human Health and Gut Microbiota Modulation. **Foods**, 10, e1297, 2021.

KIM, M.; KIM, K.; CHOI, E.; YIM, J.; CHOI, C.; YUN, H.; AHN, H.; OH, J.; CHO, Y. Effects of *Lactobacillus plantarum* CJLP55 on clinical improvement, skin condition and urine bacterial extracellular vesicles in patients with acne vulgaris: A randomized, double-Blind, placebo-controlled study. **Nutrients**, 13, e1368, 2021.

PINHEIRO, J. M. F.; BATISTA, M. N.; DE LIMA E SILVA, C.; DE LIMA BARROSO, F. N.; DE PAIVA, G. T.; REBOUÇAS, A. S.; MARTINS, R. R. Effect of a probiotic mix on functional constipation in adult women: a randomized double-blind study. **O Mundo da Saúde**, 43 (3), 622-639, 2019.

RANADHEERA, C. S.; EVANS, C. A.; BAINES, S. K.; BALTHAZAR, C. F.; CRUZ, A. G.; ESMERINO, E. A.; FREITAS, M. Q.; PIMENTEL, T. C.; WITTEWER, A. E.; NAUMOVSKI, N.; GRAÇA, J. S.; SANT'ANA, A. S.; AJLOUNI, S.; VASILJEVIC, T. Probiotics in goat milk products: delivery capacity and ability to improve sensory attributes. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 18, 867-882, 2019.

SAAD, N.; DELATTRE, C.; URDACI, M.; SCHMITTER, J. M.; BRESSOLLIER, P. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. **LWT - Food Science and Thechnology**, 50, 1-16, 2013.

SHORI, A. B. Microencapsulation improved probiotics survival during gastric transit. HAYATI **Journal of Biosciences**, 24, 1-5, 2017.

SILVA, M. N. **Desenvolvimento de manteiga funcional adicionada de microorganismos probióticos**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). Santa Maria, p. 195, 2019.

SILVA, M. N.; TAGLIAPIETRAB, B. L.; FLORES, V. A.; RICHARDS, N. S. P. S. *In vitro* test to evaluate survival in the gastrointestinal tract of commercial probiotics. **Current Research in Food Science**, 4, 320-325, 2021.

SOCCOL, C. R.; VANDENBERGHE, L. P. S.; SPIER, M. R.; MEDEIROS, A. B. P.; YAMAGUISHI, C. T.; LINDNER, J. D.; PANDEY, A.; THOMAZ-SOCCOL, V. The potential of probiotics: A review. **Food Technology and Biotechnology**, 48 (4), 413-434, 2010.

VERRUCK, S.; BARRETTA, C.; MIOTTO, M.; CANELLA, M. H. M.; DE LIZ, G. R.; MARAN, B. M.; GARCIA, S. G.; SILVEIRA, S. M.; VIEIRA, C. R. W.; CRUZ, A. G.; PRUDENCIO, E. S. Evaluation of the interaction between microencapsulated Bifidobacterium BB-12 added in goat's milk Frozen Yogurt and *Escherichia coli* in the large intestine. **Food Research International**, 127, e108690. 2020.

## Agradecimentos

As autoras agradecem à URI Câmpus de Erechim pela disponibilidade de infraestrutura e apoio à pesquisa.

**Linguística, Letras e Artes**



## ANALFABETISMO DIGITAL E LETRAMENTO DIGITAL E O ENSINO NO BRASIL

Cassiano Assunção<sup>1</sup>; Carlise Diell<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Mestrando em Educação pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI/FW. E-mail: casiano0504@gmail.com.

<sup>2</sup> Mestranda em Educação pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI/FW. E-mail: dillcarlise1985@gmail.com

**RESUMO:** Este estudo apresenta uma discussão relevante sobre o analfabetismo digital e o letramento digital no Brasil. Entende-se por analfabeto digital aquela pessoa que não sabe e não aprendeu a usar os meios digitais. O letramento digital consiste na capacidade que o indivíduo possui em buscar informações por meio das tecnologias, visando a uma inserção social ativa e inclusiva. Partindo desse pressuposto, o tema em debate procura refletir sobre o analfabetismo e o letramento digital em um contexto sociocultural em que os recursos digitais se apresentam como meio para acesso ao mercado de trabalho, à interação social e a dinâmicas de aprendizagem. Amparando-se especialmente em estudos teórico-críticos de José Manuel Moran, Roxane Rojo e Magda Soares, o trabalho tem como finalidade investigar os benefícios que as ferramentas digitais oferecem, desempenhando um papel importante na aquisição do conhecimento em um espaço de cibercultura. Porém, é evidente que, em linhas gerais de infraestrutura, o nosso país ainda apresenta fortes traços de desigualdade social, o que desencadeia um acesso reduzido às ferramentas digitais e tecnológicas. Nesse sentido, é fundamental que se pontue os altos custos da internet, principalmente para as classes mais pobres, gerando um elevado impulso no analfabetismo digital no Brasil. Dessa forma, é imprescindível que se amplie imediatamente o acesso a novas tecnologias e a redes de internet eficazes, principalmente nas escolas, buscando recursos junto ao Ministério da Educação. É importante também que se ofereça formação para os professores e também para os alunos, para que a população em geral tenha acesso aos novos recursos midiáticos a partir das escolas públicas, incrementando adaptações nas práticas de leitura e escrita, através de textos encontrados nas mídias, desenvolvendo dessa forma novas habilidades cognitivas de aprender. Por fim, é possível oferecer novas possibilidades tecnológicas, visando à preparação para o mercado de trabalho, tendo o cuidado com a qualidade de ensino que vamos oferecer no século XXI.

**Palavras-chave:** Analfabetismo digital. Letramento digital. Ensino. Escolas públicas.

### INTRODUÇÃO

Ao iniciarmos a discussão sobre o letramento digital e o analfabetismo digital, podemos mencionar que percebe-se uma educação mediada por inúmeras novas tecnologias que ainda geram insegurança e questionamentos. Vivemos numa era digital, porém a tarefa de mediar e incentivar os docentes a fazer uso das tecnologias e de novas metodologias de ensino, que sejam instigantes e que agregam conhecimentos não está sendo um processo simples.

Conforme Borges e Silva (2006), as pessoas estarão inseridas na Sociedade da Informação quando são capazes de desenvolver as habilidades necessárias para acessar e usar a informação. Atualmente a

questão do analfabetismo digital é um dos grandes problemas sociais que persiste na sociedade em vários países, ainda há jovens e crianças que, por razões diversas, não puderam adquirir tal domínio.

Partindo dessa perspectiva este artigo tem como finalidade analisar a importância do letramento na sociedade atual, mais especificamente do letramento digital como instrumento de e democratização do conhecimento. Refletiremos a respeito do analfabetismo e o letramento digital em um contexto sociocultural em que os recursos digitais se mostram como meio para acesso ao mercado de trabalho, à interação social e a dinâmicas de aprendizagem, bem como, investigar os benefícios que as ferramentas digitais oferecem para os indivíduos que dela usufruem.

## CONCEITOS DE LETRAMENTO

Inúmeras pesquisas na área da educação, voltadas especificamente a Letras e Linguística, têm demonstrado interesse em buscar as origens e conceitos sobre o termo letramento. Vivemos em uma sociedade avançada e moderna, na qual surgem novas tecnologias diariamente. Partindo desse pressuposto é preciso que se tenha um espectro mais amplo desse conceito de letramento, para que os indivíduos busquem adaptar-se à realidade da nova era digital.

É fundamental pontuar que existem inúmeras definições e estudos, que partem do conceito letramento. Para Kleiman, é uma prática de leitura e escrita. Segundo ela, essa prática

não envolve necessariamente as atividades específicas de ler ou escrever. Podemos definir hoje o letramento como um conjunto de práticas sociais que usam a escrita enquanto sistema simbólico e enquanto tecnologia, em contextos específicos, para objetivos específicos. (KLEIMAN, 2008, p.19).

Para Magda Soares(2006), o conceito de letramento ultrapassa a ato de ler e escrever. O sujeito precisa fazer uso dessas práticas, apropriando-se do hábito de buscar informações em livros, revistas ou até mesmo em bibliotecas. Segundo Soares (2006)

Aqueles que priorizam, no fenômeno letramento, a sua dimensão social, argumentam que ele não é um atributo unicamente ou essencialmente pessoal, mas é, sobretudo uma prática social: letramento é o que as pessoas *fazem* com as habilidades de leitura e de escrita, em um contexto específico, e como essas habilidades se relacionam com as necessidades, valores e práticas sociais. Em outras palavras, letramento não é pura e simplesmente um conjunto de habilidades individuais: é o conjunto de práticas sociais ligadas à leitura e à escrita em que os indivíduos se envolvem em seu contexto social. (SOARES, 2006, p.72)

Partindo desses conceitos, é importante destacar que o Letramento está associado a prática da leitura e escrita, porém não difere-se as relações que o indivíduo possuem com o meio social, ou seja, o letramento é uma habilidade que possuímos, podendo a pessoa ser letrada de uma forma mais complexa ou até mesmo de uma intensidade menor. Esse processo varia de acordo com o contexto que ele está inserido.

## LETRAMENTO DIGITAL

O Letramento Digital consiste em saber fazer uso de recursos digitais e midiáticos, sendo beneficiário o próprio usuário. O mesmo deve saber o que busca na internet, usufruindo da capacidade de leitura e escrita

na esfera digital, quando requer encontrar informações e ter clareza das finalidades dessa informação, a fim de adquirir novos conhecimentos e aprendizagens sobre o conteúdo visualizado.

Para Mey (1998), a relevância do letramento, tanto do tipo usual quanto do tipo digital, vai muito além de se afirmar que é uma tecnologia de informação adquirida ativa ou passivamente. Enfatiza, também, que é muito mais do que saber ler e escrever ou navegar na internet. As pessoas precisam aprender a fazer uso da tecnologia como recurso benéfico que gera comodidade. Dessa forma seremos indivíduos letrados digitais, que usam todos os meios possíveis para navegar em ambientes virtuais com a finalidade de trabalhar, estudar, ler anúncios e até mesmo elaborar seus próprios ambientes de trabalho e publicação.

Essas novas possibilidades de inserção tecnológica, dispõem de uma ação de redesenhar a ação docente no contexto de escolas inovadoras e contemporâneas. Rojo (2012) afirma que

hoje dispomos de novas tecnologias e ferramentas de “leitura-escrita”, que, convocando novos letramentos, configuram os enunciados/textos em sua multisssemiose (multiplicidade de semioses ou linguagens), ou multimodalidade. [...] um conjunto de signos de outras modalidades de linguagem (imagem estática, imagem em movimento, som, fala) que o cercam, ou intercalam ou impregnam. (ROJO,2012, p.1)

De acordo com a Plataforma Eleva (2021), os jovens da geração atual estão acostumados a interagir com as inúmeras tecnologias digitais que estão à sua disposição, uma vez que entram em contato com essas ferramentas desde os primeiros anos de vida. No entanto, segundo essa colocação, principalmente quanto à interação com os meios tecnológicos, será que essa geração está preparada para fazer o uso adequado desses recursos para a construção da aprendizagem?

O uso das tecnologias por crianças e adolescentes, está diretamente associado a programas e jogos de diversão e entretenimento, porém é preciso explicitar que esses recursos são importantes meios didáticos para potencializar a aprendizagem.

### **Analfabetismo digital e letramento digital: os novos desafios educacionais**

Se uma das principais finalidades do ambiente escolar é educar os indivíduos para que os mesmos saibam se portar na sociedade a qual estão inseridos, é fundamental que os estudantes obtenham a capacidade de usar e interpretar de maneira correta as ferramentas digitais. Muitos indivíduos são alfabetizados digitalmente, estão sempre com as ferramentas tecnológicas na palma de suas mãos, acessam redes sociais, porém, possuem dificuldades quando necessitam utilizá-los para tarefas que exigem um maior complexidade. Nesse aspecto, ao tornar-se letrado digitalmente o sujeito consegue usufruir da tecnologia para além do simples entretenimento.

Essa dependência da tecnologia apresenta-se de maneira mais massiva se refletirmos nas gerações que já nasceram nesse período, que não experienciaram outra maneira de vislumbrar determinadas situações sem a intervenção das ferramentas tecnológicas. Assim, os adolescentes dessa geração necessitam saber manusear essas ferramentas e absorver todo o conteúdo ao qual estão expostos no mundo digital. Esses conteúdos vão muito além de simples códigos estáticos escritos; contam também com os códigos gráficos e dinâmicos. Dessa forma, se não conseguirem se guiar neste mundo rico de informação, os mesmos não conseguiram fazer uso de todo o potencial comunicativo da tecnologia de maneira efetiva.

Com o advento das novas ferramentas tecnológicas práticas e estilos de vida foram reformuladas, especialmente no âmbito educacional, segundo Perrenoud (2000) as escolas são um ambiente onde o ensino caminha de acordo com as mudanças da sociedade e sendo pautadas no compromisso com a formação integral



dos indivíduos essas instituições “ não podem ignorar o que se passa no mundo, principalmente as novas tecnologias, que transformam não só nossa maneira de se comunicar, mas também se trabalhar e pensar” (PERRENOUD, 2000, p.125).

Neste sentido, esses estabelecimentos encontram-se no dever de analisar seus métodos e práticas para encontrar modos de envolvê-los nas atividades pedagógicas, de maneira que consigam ser recursos para a prática de ensino e aprendizagem. Na contemporaneidade, o uso dessas ferramentas ocorre de maneira mais frequente, várias escolas dispõem de notebooks, sala de informática e aparelhos de datashow, sendo esses os mais recorrentes de encontrar. Essas são ferramentas que a depender do docente, podem ser utilizadas de forma a contribuir nas suas aulas. Segundo Moran (2000)

A educação escolar precisa compreender e incorporar mais as novas linguagens, desvendar os seus códigos, dominar as possibilidades de expressão e as possíveis manipulações. É importante educar para usos democráticos, mais progressistas e participativos das tecnologias, que facilitem a evolução dos indivíduos. O poder público pode propiciar o acesso de todos os alunos às tecnologias de comunicação como uma forma paliativa, mas necessária, de oferecer melhores oportunidades aos pobres, e também para contrabalançar o poder dos grupos empresariais e neutralizar tentativas ou projetos autoritários (MORAN, 2000, p.36).

É necessário ter a ciência de que o letramento digital não se restringe a aulas de informática, para que a formação seja efetiva, é preciso que o ambiente escolar disponha mais do que uma sala de informática, adquirindo também mídias atualizadas para que os docentes possam utilizar conteúdos de diferentes formatos durante as aulas tornando-as mais atrativas e assim auxiliar no desenvolvimento dos estudantes. Nesse processo salienta-se que:

As tecnologias na educação devem servir como “ferramentas”, necessárias, para a melhoria nas condições de ensino, facilitar a mediação do conhecimento, interação entre educador e aluno, elo de união fora do ambiente escolar, melhoria na qualidade do ensino e do conhecimento apresentado em sala de aula, entre outras possibilidades infinitas que a tecnologia pode oferecer à educação (SBROGIO, 2015).

Nesse sentido a didática utilizada pelo professor torna-se ampla, e o mesmo precisará despertar a sua criatividade e flexibilidade e principalmente habilidades com os recursos multimidiáticos, sendo de extrema relevância que estejam atualizados em questão das tecnologias, para que assim o ensino possa caminhar paralelamente com a realidade da sociedade a que está inserido.

Moran salienta que a realidade atual aponta que um expressivo número de docentes em sua formação profissional não receberam o preparo quanto a esse agir frente a essa nova era tecnológica, dessa forma é fundamental que a instituição invistam em processos de formação continuada para que os professores saibam e consigam envolver seus alunos diante do que se espera que os mesmos desenvolvam, em suas palavras “Aprendemos quando relacionamos, integramos. Uma parte importante da aprendizagem acontece quando conseguimos integrar todas as tecnologias, as telemáticas, as audiovisuais, as textuais, as orais, musicais, lúdicas, corporais (MORAN, 2000, p.32)”. Ressalta-se ainda que o docente deve ter ciência de que a presença da tecnologia não é sinônimo de aprendizagem, elas apenas vêm como ferramentas auxiliaadoras nesse processo e facilitadoras desta mediação.

Segundo Oliveira (2010) o professor deve ter consciência enquanto esta separação, e incluindo as tecnologias através da concepção em formar os estudantes diante do que os rodeia na sociedade. Salienta ainda que o letramento digital nas escolas é uma estratégia educativa essencial para que os sujeitos recebam uma formação condizente com as práticas e ferramentas contemporâneas. Tal processo contribui para o

desenvolvimento do jovem enquanto estudante e cidadão e o prepara também para usufruir os benefícios da tecnologia na vida adulta, na universidade e no mercado de trabalho.

O letramento para o uso das ferramentas digitais torna-se uma necessidade cada vez mais necessária no contexto escolar. Com isso, as instituições escolares não devem ficar omissas às tecnologias, deve-se observar o lado positivo de como trabalhá-la no ensino para propiciar melhores resultados nas aprendizagens. A escola sendo um ambiente de formação precisa ser aberta às possibilidades de ensino, ser flexível a novas formas e colocá-las em prática. As ferramentas digitais utilizadas adequadamente só tendem a agregar no contexto escolar, tornando um ensino mais produtivo, onde o aluno torna-se mais autônomo, crítico e reflexivo.

## CONCLUSÃO

A partir das informações expostas neste artigo podemos perceber que a cultura digital no cotidiano das sociedades atuais vem transformando radicalmente diversos de seus setores, modificando formas de pensar, de comunicar e de entender o processo de ensino e aprendizagem, e nos desafia a entender, como educadores, formas de aprendizagem múltiplas, seus limites e possibilidades. Assim, conclui-se que além da universalização do acesso, é fundamental promover processos de letramento digital de forma contínua, sistemática e, tanto orientada aos estudantes, como aos docentes, que possibilitam afirmar o direito à conectividade numa perspectiva educacional crítica reflexiva e criativa.

Conclui-se ainda que é necessário que as autoridades tenham consciência dos benefícios que o uso dos recursos digitais trazem no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes e invistam em formação continuada de professores voltada para metodologias de ensino que abordem a utilização das ferramentas digitais. É fundamental que haja uma reflexão tridimensional – pessoal, institucional e governamental, englobando docentes, instituições educacionais e governos, a fim de promover meios de inserção social digital por meio do desenvolvimento de políticas de apoio ao letramento digital da sociedade.

## REFERÊNCIAS

KLEIMAN, A. **Letramento e suas implicações para o ensino de língua materna**. Signo. Santa Cruz do Sul, v. 32, nº 53, p. 1-25, Dez, 2007. Disponível em: <http://onlineunisc.br/seer/index.php/signo/article/viewFile/242/196>. Acesso em 12 set. 2021.

MORAN, J. Manuel; MASSETO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**: Papirus, 2000.

SBROGIO, R. **Alfabetização e letramento digital: de alunos e professores**. São José do Rio Preto. 2015. Disponível em: <https://pt.calameo.com/read/000226210b33735aa15b4>. Acesso em: 11 set. 2021.

OLIVEIRA, V. H. F. de. **As novas tecnologias e a mediação do processo de ensino-aprendizagem na escola**. Caxias, 2010

PERRENOUD, P. **As dez novas competências para ensinar**. Trad. Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artmed, 2000.

ELEVA, Plataforma. **O que é letramento digital, como ele funciona e qual sua importância?**, 2021.  
<https://blog.elevaplataforma.com.br>. Acesso em 12 set. 2021

ROJO, R. (org). **Multiletramentos na escola**. São Paulo: Parábola, 2012.

SOARES, M. **Letramento**: Um tema em três gêneros. 2. ed.. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.



## O USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA GARANTIR O LETRAMENTO EM PERÍODO PANDÊMICO

Simone Soares Rissato Alves; Jordana Wruck Timm

**RESUMO:** Sob o atento olhar ao que vem ocorrendo na sociedade contemporânea e sob o “grito de alerta” dos professores, que ainda não estão adaptados para o uso das tecnologias digitais como instrumentos capazes de ressignificar os desafios advindos nas escolas com a pandemia e o distanciamento social, surge a necessidade de continuar o ensino escolar e o letramento, como instrumento de construção de cidadania. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo apresentar a necessidade reflexão, reestruturação e ressignificação das práticas pedagógicas para o letramento em tempo de pandemia a partir das tecnologias digitais. O artigo aqui estruturado foi construído sob uma pesquisa bibliográfica, em que a base de informação são os dados secundários, que permitiram a discussão do tripé letramento-práticas pedagógicas-tecnologias digitais, com a análise qualitativa nos dados apresentados. Concluiu-se que os professores precisam inovar em suas práticas pedagógicas para o letramento em tempo de pandemia a partir das tecnologias digitais, pois, se isso não ocorrer as escolas passarão a oferecer um ensino composto por um hiato de aprendizagem dos alunos, o que certamente irá prejudicar o bom andamento da construção de uma sociedade em que os indivíduos não são apenas alfabetizados, mas, e, acima de tudo, letrados.

**Palavras-chave:** Pandemia da COVID-19. Prática Docente. Tecnologias Digitais.

### INTRODUÇÃO

O letramento é um tema que sempre desperta interesse no contexto acadêmico e social, especialmente, quando sua realização vem carregada de desafios, como é o caso do momento contemporâneo vivenciado, em que o coronavírus SARS-COV-19 causador da pandemia da COVID-19 trouxe o distanciamento social e no campo escolar o distanciamento de professores e alunos.

A verdade é que o letramento tanto quanto a alfabetização são assuntos que emergem constantemente em estudos científicos, pois, são os elementos essenciais de um ensino escolar de qualidade, constituindo ambos os pilares de um aprendizado significativo e transformador. Assim, quando é preciso uma mudança radical nas práticas pedagógicas para a ensinagem resta aos professores a capacidade para o uso de diferentes ferramentas, como é o caso das tecnologias digitais, que hoje fazem parte do cotidiano de todas as atividades humanas.

Não há como negar que todo o processo de transformação das práticas pedagógicas é carregado de imprevisibilidade e, aqui adentra-se nas concepções de Certeau (2014), de que cotidianamente os professores precisam ressignificar sua criatividade, para vencer seus limites e trazer novas práticas, inclusive no que se relaciona ao amplo uso de tecnologias digitais como um novo caminho pedagógico a ser trilhado.

Sob o atento olhar ao que vem ocorrendo na sociedade contemporânea e sob o “grito de alerta” dos professores, que ainda não estão adaptados para o uso das tecnologias digitais como instrumentos capazes de encurtar ou dirimir os problemas advindos nas escolas com a pandemia e o distanciamento social, surge a necessidade de continuar o ensino escolar e o letramento, como instrumento de construção de cidadania.

No decorrer do presente artigo serão discutidos como as tecnologias digitais eram utilizadas pelos professores em sala de aula e, como deixaram de ser coadjuvantes no letramento e ganharam uma conotação de essencialidade. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo apresentar a necessidade inovação nas práticas pedagógicas para o letramento em tempo de pandemia a partir das tecnologias digitais.

O artigo aqui estruturado foi construído sob uma pesquisa bibliográfica, em que a base de informação são os dados secundários, que permitiram a discussão do tripé letramento-práticas pedagógicas-tecnologias digitais, com a análise qualitativa nos dados apresentados.

## **PRÁTICA PEDAGÓGICA E O USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA O LETRAMENTO EM TEMPO DE PANDEMIA**

É certo que as tecnologias digitais não chegaram agora na vida dos professores e alunos, porém, a realidade do uso desses instrumentos para a prática pedagógica do letramento e da alfabetização ainda estão distantes do que se pode considerar como adequado, seja pela dificuldade de acesso dos alunos às tecnologias, seja pela falta de prática dos professores em usar essas ferramentas, o que tornou a pandemia da COVID-19 um momento de quebra de paradigmas.

Ao analisar que a alfabetização constitui o alicerce para a edificação de uma sociedade grafocêntrica, isto é, em que o escrito, leitura e decodificação são a base da educação escolar, traz-se que essa escrita alfabetizadora tem uma prioridade diferente do processo de letramento, sendo que esse último tem o potencial de garantir os direitos e deveres do ser enquanto cidadão (FRANCO, 2012).

Entende-se que não há como discutir o letramento sem discorrer sobre a alfabetização, como bem pontua Soares (2016), alfabetizar é o primeiro passo a ser executado para que ocorra o letramento, isto porque são diferentes em sua essência, mas, se completam e, por isso, os professores precisam compreender a importância desses dois elementos fecundos da qualidade na educação. Ainda mais nesse momento de pandemia que os professores precisam ressignificar suas práticas pedagógicas para o letramento.

Segundo Freire (2015) o letramento tem relação direta com a convivência social, ou seja, envolve a capacidade de o indivíduo intervir no mundo em que se encontra inserido e reagir de forma a torná-lo menos opressor e possível de praticar o exercício da cidadania. Todavia, nesse período de pandemia a convivência social foi substituída por um processo de distanciamento e de convívio via tecnologia digital.

Em consonância ao que já pontuava Rojo (2009), há mais de uma década, o letramento na sociedade transforma-se e torna-se mais sofisticada continuamente, de forma especial, pelo avanço das tecnologias da informação. No entanto, as escolas não acompanham tal evolução/revolução o que dificulta as práticas pedagógicas e o próprio letramento, ainda mais, nesse momento pandêmico.

As dificuldades vivenciadas na contemporaneidade, em relação ao letramento, nesse momento de pandemia em que as tecnologias digitais são os instrumentos a serem utilizados para a prática pedagógica, ocorrem por diversos fatores e, na compreensão de Rocha et al. (2020), o fato de que a escola por décadas menosprezou a interlocução com o ciberespaço, fez com que o período pandêmico torna-se um momento de agregar as tecnologias digitais para uma prática ainda arraigada na escola presencial.

Não há aqui o interesse de desvalorizar as práticas pedagógicas dos professores para o letramento em tempos de pandemia da COVID-19. No entanto, é preciso observar as limitações que ocorrem com relação ao uso dessas tecnologias, muito embora, a realidade dos professores venha sendo de correr contra o tempo para uma prática mais tecnológica e motivadora.

As dificuldades vivenciadas no ambiente escolar podem ser observadas a partir do entendimento de Moran (2016), de que unicamente a disponibilidade de instrumentos tecnológicos na escola não garante que

os processos de ensino e de aprendizagem possam alcançar a qualidade desejada, inclusive, no que se refere ao letramento.

Nesse contexto, cabe trazer as limitações dos professores em suas práticas pedagógicas para o letramento, considerando não somente a fragilidade das escolas em oferecer as tecnologias digitais para os professores e alunos, como também, observar a dificuldade dos professores em utilizar as tecnologias digitais para trabalhar o letramento, tornando-se um “professor” capaz de vencer as dificuldades impostas pelo distanciamento social imposto pela pandemia da COVID-19, ultrapassando seus limites no que se relaciona a construção de uma prática motivadora e resolutive ao letramento.

Aqui, adentra-se na consideração de que o letramento já constituía uma limitação no campo escolar em todo o Brasil, sendo mais fácil a simples alfabetização, ou seja, a decodificação de letras. E, essa realidade, se apresentou ainda mais evidente, quando o letramento precisou tornar-se digital e os professores à margem da tecnologia no uso de suas práticas pedagógicas, precisaram adentrar nesses ciberespaços e se apropriar do letramento a partir das tecnologias digitais.

Considera-se relevante que os professores possam inovar em suas práticas pedagógicas para o letramento, utilizando de forma ampla e criativa as tecnologias digitais e, não apenas fazendo uso desses instrumentos como paliativo até que as aulas presenciais voltem.

Isso porque, segundo Davila (2020), somente com a apropriação das tecnologias digitais é possível que o professor possa construir um fazer pedagógico capaz de promover o letramento, ou seja, a atuação crítica e ativa dos estudantes desse novo mundo escolar, o ciberespaço.

Na concepção de Almeida e Alves (2020), discutir sobre a importância dos professores ter condição de apresentar uma prática pedagógica adequada para o letramento nesse período de pandemia, não significa priorizar ou valorizar a educação a distância em relação à educação presencial, mas, refletir a necessidade de uma construção pedagógica pertinente para que o letramento possa ser construído sob bases pedagógicas adequadas a essa nova realidade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisou-se que é essencial que seja construída uma prática pedagógica para o letramento, que tenha como base o aproveitamento das tecnologias digitais pelos professores, viabilizando a qualidade dos processos de ensino e aprendizagem e o enriquecimento do letramento, mesmo que sob a demanda pandêmica.

Concluiu-se que os professores precisam inovar em suas práticas pedagógicas para o letramento em tempo de pandemia a partir das tecnologias digitais, pois, se isso não ocorrer as escolas passarão a oferecer um ensino composto por um hiato de aprendizagem dos alunos, o que certamente irá prejudicar o bom andamento da construção de uma sociedade em que os indivíduos não são apenas alfabetizados, mas, e, acima de tudo, letrados.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. OI.; ALVES, L. R. G. Letramento digital em tempos de COVID-19: uma análise da educação no contexto atual. **Debates em Educação**. Maceió. 12(28):1-18, set./dez. 2020.

CERTEAU, M. de. **A invenção do cotidiano**: artes de fazer; tradução de Efhaim



Ferreira Alves. 22 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

DAVILA, E. M. M. Alfabetización digital en el aula. **Proceedings of the Digital World Learning Conference CIEV 2019**. 2020. Disponível em: <<http://twixar.me/xNfm>>. Acesso em: 26 ago. 2021.

FRANCO, R. R. **Ensino e alfabetização II**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a uma prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2015.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. In: MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas-São Paulo: Papirus, 2016.

ROCHA, R. M.; SANTANA, L. S. de; SILVA, A. J. da. Em tempos de pandemia é preciso falar sobre letramentos: a resignificação da prática docente ao uso das tecnologias digitais na escola. **Revista Interdisciplinar Parcerias Digitais**. 3:1-16, 2020. Disponível em: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/O%20USO%20DA%20TECNOLOGIAS%20PARA%20GARANTIR%20O%20LETRAMENTO%20EMPERIOD%20PANDEMICO%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/O%20USO%20DA%20TECNOLOGIAS%20PARA%20GARANTIR%20O%20LETRAMENTO%20EMPERIOD%20PANDEMICO%20(1).pdf). Acesso em: 25 ago. 2021.

ROJO, R. **Língua Portuguesa 2**. Ensino Fundamental. Brasília-Distrito Federal: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2009.

SOARES, M. **Letramento: um tema em três gêneros**. Belo Horizonte-Minas Gerais: Autentica, 2016.

2 0 2 1

SINTEC

Seminário Institucional de  
Iniciação Científica,  
Inovação e Tecnologia.

**CIÊNCIA 5.0**

Hiperconexões  
que transformam



**URI**