

CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO CAMPUS RIO POMBA: **Avanços Acadêmicos e** **os Impactos da Ciência** **para a Sociedade**



XII SIMPÓSIO DE CIÊNCIA,
INOVAÇÃO & TECNOLOGIA

ORGANIZADORES:

Wellington C. Almeida do Nascimento Benevenuto
Rafael Monteiro Araújo Teixeira
Larissa Mattos Trevizano
Franciano Benevenuto Caetano
Lenice Alves Moreira
Gloria Maria Brivio Quintão
Ana Carolina Souza Dutra
Israel Fortunato Gomes de Oliveira
Germano de Oliveira Menezes
Seila Cristina Santos da Costa
Alessandra Martins Coelho

1ª edição

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas
Gerais - *Campus* Rio Pomba
Diretoria de Pesquisa de Pós-Graduação

Ciência e tecnologia no Campus Rio Pomba: Avanços acadêmicos e os impactos da ciência para a sociedade

Organizadores:

Wellingta Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto

Rafael Monteiro Araújo Teixeira

Larissa Mattos Trevizano

Franciano Benevenuto Caetano

Lenice Alves Moreira

Gloria Maria Brivio Quintão

Israel Fortunato Gomes de Oliveira

Germano de Oliveira Menezes

Ana Carolina Souza Dutra

Seila Cristina Santos da Costa

Alessandra Martins Coelho

1ª Edição

IF Sudeste MG

Rio Pomba/MG

2021

Direitos de Publicação Reservados ao IF Sudeste MG
Impresso no Brasil – ISBN: 978-65-996404-0-7
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – *Campus* Rio Pomba
Reitor: André Diniz de Oliveira
Diretor Geral do Campus Rio Pomba: José Manoel Martins
Diretor de Pesquisa e Pós-Graduação: Larissa Mattos Trevizano
Gerente de Pesquisa: Franciano Benevenuto Caetano
Revisão Linguística: Maria Catarina Paiva Repolês e Josimar Gonçalves Ribeiro
Normalização Bibliográfica: Ana Carolina Souza Dutra
Editoração Eletrônica: Ana Carolina Souza Dutra
Capa: Fernanda Amaral Bernardino

Ficha Catalográfica elaborada pela Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba

Bibliotecária: Ana Carolina Souza Dutra CRB 6 / 2977

C569

Ciência e Tecnologia no Campus Rio Pomba: Avanços acadêmicos e os impactos da ciência para a sociedade. / organizadores Wellingta Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto *et al.* – Rio Pomba, IF Sudeste MG, 2021.

229 p. : il.

E-book.

ISBN: 978-65-996404-0-7

1. Pesquisa - Inovação 2. Educação tecnológica. 3. Sociedade. I. Teixeira, Rafael Monteiro Araújo II. Benevenuto, Wellingta Cristina Almeida do Nascimento. III. Trevizano, Larissa Mattos. IV. Caetano, Franciano Benevenuto. V. Moreira, Lenice Alves. VI. Quintão, Gloria Maria Brivio. VII. Dutra, Ana Carolina Souza. VIII. Oliveira, Israel Fortunato Gomes de. IX. Costa, Seila Cristina Santos da. X. Coelho, Alessandra Martins. XI. Título.

CDD:370.7



APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que a Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG) - campus Rio Pomba torna pública esta obra, cujo principal objetivo é divulgar as pesquisas realizadas no âmbito do referido campus. A edição deste ano, “Ciência e Tecnologia no Campus Rio Pomba: avanços acadêmicos e os impactos da ciência para a sociedade” é composta por capítulos oriundos de trabalhos submetidos, apresentados e selecionados no XII Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia, ocorrido em 2020.

A escolha dos capítulos foi baseada na avaliação do mérito científico obtido nas apresentações orais e de pôsteres, envolvendo todos os departamentos acadêmicos da unidade e os diferentes níveis de ensino: médio, graduação e pós-graduação (*Lato e Stricto Sensu*).

Os orientadores dos melhores trabalhos foram convidados a contribuir com um capítulo, colocando em perspectiva os resultados obtidos em suas pesquisas, o que possibilitou a elaboração de uma obra diversificada, com a participação de elevado número de autores, como estudantes, docentes e técnicos administrativos, além de parceiros de pesquisa pertencentes a outras instituições.

Os temas abrangidos envolvem as diversas linhas de pesquisa e formação pertencentes ao campus Rio Pomba, além de demonstrarem a dedicação dos pesquisadores na formação integral dos estudantes.

Agradecemos a toda equipe envolvida na organização desta obra, às agências de fomento FAPEMIG, CNPq e FINEP, que financiam nosso programa institucional de bolsas de iniciação científica, cursos de mestrado profissional e projetos de pesquisa e inovação tecnológica.

Os Organizadores



AUTORES

André Marcos da Silva

Gerente de Produção do Departamento Acadêmico de Agricultura e Ambiente do IF Sudeste MG - *Campus* Rio Pomba.

E-mail: andre.silva@ifsudestemg.edu.br

Amanda Medeiros Correia

Zootecnista e mestre em Nutrição e Produção Animal pelo IF Sudeste MG, *campus* Rio Pomba. Doutoranda em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

E-mail: amandamedeiroscorreia@yahoo.com.br

Alessandra Martins Coelho

Docente do Departamento Acadêmico da Ciência da Computação do IF Sudeste MG, - *Campus* Rio Pomba.

E-mail: alessandra.coelho@ifsudestemg.edu.br

Augusto Aloísio Benevenuto Júnior

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG- *Campus* Rio Pomba

E-mail: augusto.junior@ifsudestemg.edu.br

Aurélia Dornelas de Oliveira Martins

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG- *Campus* Rio Pomba

E-mail: aurelia.dornelas@ifsudestemg.edu.br

Beatriz Veltre Costa

Estudante do curso de Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba.

E-mail: beatrizveltregmail.com

Carlos Magno da Rocha Júnior

Zootecnista e mestre em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa e doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras.

E-mail: carlosmagno.rocha@yahoo.com.br

Daiana Cristina da Silva

Estudante do curso de Pós-Graduação em docência na educação profissional e tecnológica do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba.

E-mail: daiana.cristina19@hotmail.com

Davidson Lucas de Souza

Discente do curso de bacharelado em Ciência da Computação do Departamento Acadêmico de Ciência da Computação do IF Sudeste MG - *Campus* Rio Pomba

E-mail: davidson.lucas.souza@gmail.com

Eliane Mauricio Furtado Martins

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG *campus* Rio Pomba

E-mail: eliane.martins@ifsudestemg.edu.br



Eduardo Vicentin

Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Proteção de Plantas da Unesp, FCA, *Campus* Botucatu.

E-mail: evicentin@gmail.com

Eniete de Oliveira Campos Furtado

Mestre em Educação Profissional e Tecnológica - ProfEPT pelo IF Sudeste MG- *campus* Rio Pomba.

E-mail: eniete.furtado@ifsudestemg.edu.br

Francele Contarini Teodolino

Mestranda do Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas (UFSC)

E-mail: francelecontarini@hotmail.com

Felipe Almeida de Mello

Especialista em Docência na Educação Profissional e Tecnológica do IF Sudeste MG – *campus* Rio Pomba.

E-mail: prof.mat.felipe@gmail.com

Frederico Souzalima Caldoncelli Franco

Docente do Núcleo de Educação Física do Departamento Acadêmico de Educação do IF Sudeste MG *campus* Rio Pomba

E-mail: frederico.franco@ifsudestemg.edu.br

Francisco Frederico Pelinson Arantes

Docente do Departamento Acadêmico de Educação do IF Sudeste MG *Campus* Rio Pomba.

E-mail: frederico.arantes@ifsudestemg.edu.br

Gean Nunes Frade

Mestrando em Nutrição e Produção Animal pelo IF Sudeste MG, *campus* Rio Pomba.

E-mail: geanfrade92@gmail.com

Giulian Laura de Oliveira

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IF Sudeste MG *campus* Rio Pomba)

E-mail: giulianbq@gmail.com

Henri Cócaro

Docente do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais/*Campus* Rio Pomba/Departamento Acadêmico de Ciências Gerenciais

E-mail: henri.cocar@ifsudestemg.edu.br

Hernando José Rocha Franco

Docente do Departamento Acadêmico de Matemática, Física e Estatística do IF Sudeste MG *Campus* Rio Pomba

E-mail: hernando.franco@ifsudestemg.edu.br

Isaias Soares da Silva

Estudante do Curso Educação Física do IF Sudeste MG *campus* Rio Pomba

E-mail: isaiasoares73@gmail.com



João Eudes da Silva

Docente do Departamento Acadêmico de Ciências Gerenciais do IF Sudeste MG – *campus* Rio Pomba.

E-mail: joao.eudes@ifsudestemg.edu.br

Josiane Rodrigues Oliveira

Mestranda em Nutrição e Produção Animal do IF Sudeste MG, *campus* Rio Pomba.

E-mail: oliveirajosi@yahoo.com

Leonardo da Fonseca Barbosa

Docente do Departamento Acadêmico de Agricultura e Ambiente do IF Sudeste MG, *campus* Rio Pomba.

E-mail: leonardo.fonseca@ifsudestemg.edu.br

Maria Luiza Lage Pires

Estudante do Curso Técnico Integrado em Zootecnia do IF Sudeste MG *Campus* Rio Pomba.

E-mail: luizapires822@gmail.com

Mariana Soares Castro

Mestre em Educação Profissional e Tecnológica do IF Sudeste MG- *campus* Rio Pomba.

E-mail: mariana.soares@ifsudestemg.edu.br

Marjorye Polinati da Silva Vecchi

Docente do Departamento de Educação do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba.

E-mail: marjorye.vecchi@ifsudestemg.edu.br

Marcela Pereira Machado

Estudante do curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG, *campus* Rio Pomba

E-mail: marcelampereira@outlook.com

Márcia Aparecida Nunes

Docente do Departamento Acadêmico de Educação do IF Sudeste MG *Campus* Rio Pomba.

E-mail: marcia.nunes@ifsudestemg.edu.br

Márcia Maria de Carvalho

Docente do IF Sudeste MG *campus* Barbacena

E-mail: marcia.carvalho@ifsudestemg.edu.br

Matheus de Freitas Oliveira Baffa

Doutorando do curso de Bioengenharia da Universidade de São Paulo, *campus* Ribeirão Preto.

E-mail: mfreitas826@gmail.com

Maurilio Lopes Martins

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba.

E-mail: maurilio.martins@ifsudestemg.edu.br



Michelle Lucia Diniz Melo

Mestranda em Nutrição e Produção Animal pelo IF Sudeste MG, *campus* Rio Pomba.

E-mail: michelle.diniz@ufv.br

Nara Soares Costa

Mestre em Educação Profissional e Tecnológica IF Sudeste MG, *campus* Rio Pomba.

E-mail: nara.costa@ifsudestemg.edu.br

Nathalia de Matos Rodrigues

Estudante do Curso de bacharelado em Zootecnia pelo IF Sudeste MG, *campus* Rio Pomba.

E-mail: nathaliamatoszootecnista@gmail.com

Paula Reis de Miranda

Professora do Departamento Acadêmico de Matemática, Física e Estatística do IF Sudeste MG, *campus* Rio Pomba.

E-mail: paula.reis@ifsudestemg.edu.br

Patrícia Rodrigues Condé

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IF Sudeste MG - *Campus* Rio Pomba.

E-mail: patricia.conde@ifsudestemg.edu.br

Priscila de Souza Dias

Estudante de Bacharelado em Agroecologia, Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais-*Campus* Rio Pomba

E-mail: psdias-@hotmail.com

Ramon de Oliveira Rocha

Estudante do Curso Licenciatura em Matemática pelo IF Sudeste MG *Campus* Rio Pomba.

E-mail: ramonoliveira98@hotmail.com

Rafaela Carvalho Vargas

Discente do curso de bacharelado em Agroecologia do Departamento Acadêmico de Agricultura e Ambiente do IF Sudeste MG, *campus* Rio Pomba

E-mail: rafaelavargas339@gmail.com

Renate Krause Sakate

Docente do Departamento de Proteção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp - *Campus* Botucatu

E-mail: renate.krause@unesp.br

Rogério Bittencourt da Silva

Estudante do Curso de Licenciatura em Educação Física pelo IF Sudeste MG - *Campus* Rio Pomba

E-mail: rogerioefi2018@yahoo.com

Sarah Ferreira Santos

Cientista de alimentos e Mestre Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Email: sarahalimentos2015@gmail.com



Sérgio de Miranda Pena

Docente do Departamento de Zootecnia do IF Sudeste MG - *Campus* Rio Pomba.

E-mail: sergio.pena@ifsudestemg.edu.br

Thiago Rodrigo de Paula Assis

Docente do Departamento de Administração e Economia da Universidade Federal de Lavras (UFLA)

E-mail: thiagoassis@ufla.br

Vanessa Riani Olmi Silva

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG - *Campus* Rio Pomba.

E-mail: vanessa.riani@ifsudestemg.edu.br

Vinicius Venâncio Abritta Sartoro de Assis

Estudante do Curso Técnico Integrado em Meio Ambiente do IF Sudeste MG - *Campus* Rio Pomba.

E-mail: vincyassis.04@gmail.com

Vânia Maria Xavier

Docente do Departamento Acadêmico de Agricultura e Ambiente do IF Sudeste MG- *Campus* Rio Pomba.

E-mail: vania.xavier@ifsudestemg.edu.br

Wellingta Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG - *Campus* Rio Pomba

E-mail: wellingta.benevenuto@ifsudestemg.edu.br

Wilian dos Santos Bento

Licenciado em Educação Física pelo IF Sudeste MG - *Campus* Rio Pomba)

E-mail: wilianpezin_sjn@hotmail.com



SUMÁRIO

UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA SOBRE A IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE NEOPLASIAS NO SISTEMA NERVOSO CENTRAL EM IMAGENS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA POR VISÃO COMPUTACIONAL	7
FRUTAS MINIMAMENTE PROCESSADAS COMO CARREADORAS DE BACTÉRIAS PROBIÓTICAS	35
MAPEAMENTO DE TRABALHOS ENFOCANDO A INCLUSÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA A PARTIR DOS ANAIS DO SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DO IF SUDESTE MG	50
A EXPERIMENTAÇÃO E O LÚDICO COMO INSTRUMENTOS FACILITADORES DA APRENDIZAGEM EM QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO.....	69
TREINAMENTO PLIOMÉTRICO É UM MÉTODO EFICIENTE PARA MELHORAR O DESEMPENHO FÍSICO	86
SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL E O PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR: UMA AVALIAÇÃO COM ESTUDANTES DE UMA CIDADE DE PEQUENO PORTE	106
MOSCAS-BRANCAS (<i>BEMISIA TABACI</i>) EM MINAS GERAIS: ANÁLISE PARA IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES CRÍPTICAS E ENDOSSIMBIONTES ASSOCIADOS	123
DESAFIOS DA FORMAÇÃO CONTINUADA DOCENTE NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA.....	136
INTEGRAÇÃO NA REDE FEDERAL: UM ESTUDO SOBRE AS PERCEPÇÕES DOS TAES DO IF SUDESTE MG - <i>CAMPUS</i> RIO POMBA.....	157
SALAME ELABORADO COM ADIÇÃO DE KEFIR: UMA ALTERNATIVA PARA A PRODUÇÃO ARTESANAL.....	175
RECICLAGEM ANIMAL: UMA MANEIRA DE MITIGAR IMPACTOS AMBIENTAIS POR MEIO DA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS COM RESÍDUOS DA INDÚSTRIA CÁRNICA	190
UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DIFERENCIÁVEIS PARA OTIMIZAÇÃO IRRESTRITA.....	214



UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA SOBRE A IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE NEOPLASIAS NO SISTEMA NERVOSO CENTRAL EM IMAGENS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA POR VISÃO COMPUTACIONAL

Alessandra Martins Coelho
Davidson Lucas de Souza
Matheus de Freitas Oliveira Baffa

1 Introdução

A Visão Computacional (VC) é o ramo da Computação Gráfica que busca entender e interpretar o que está representado em uma imagem digital, tentando imitar a visão humana. Assume-se como entrada uma imagem digital, tendo como retorno classes que representam objetos com alto nível de abstração, como carros, pessoas, aviões, entre outros (LEEDS *et al.*, 2013). Tais técnicas têm ganhado muito espaço na literatura, na indústria e em uma vasta gama de aplicações, desde gestão de qualidade até controle de carros autônomos.

Ferramentas que usam VC e processamento de imagens médicas para o diagnóstico de doenças foram inicialmente propostas nos anos 50 (YANASE; TRIANTAPHYLLOU, 2019). Essas ferramentas podem ser divididas entre os Sistemas de Apoio ao Diagnóstico (*Computer-Aided Diagnosis - CAD*), Sistemas de Visualização Científica e Sistemas de Busca Baseada em Conteúdo (*Content-based Image Retrieval - CBIR*) (CASTELLINO, 2005).

Os primeiros sistemas CAD eram modelos que recebiam os sintomas do paciente junto a testes de laboratório para retornar um diagnóstico como saída (YANASE; TRIANTAPHYLLOU, 2019). Subsequentemente, foram usados para detectar tipos comuns de tumores, como os pulmonares em radiografia e tomografia computadorizada do tórax (SANTOS *et al.*, 2019). Hoje em dia, os sistemas CAD são usados para diagnosticar uma significativa variedade de doenças, por exemplo, *Alzheimer*, em imagens de medicina nuclear (FAROOQ *et al.*, 2017), câncer de mama (BAFFA; LATTARI, 2018), alterações nos rins (SUDHARSON; KOKIL, 2021) e na vesícula biliar (CHEN *et al.*, 2020).

Com o aumento do interesse em pesquisas relacionadas à Visão Computacional, várias abordagens vêm sendo propostas ao longo do tempo para auxiliar no diagnóstico preciso e precoce de câncer do Sistema Nervoso Central (SNC). Tais sistemas contribuem com uma maior fidelidade e reduzem o fator



subjetivo que se mostra um grande obstáculo para um diagnóstico preciso (HOULT; BHAKAR, 1997).

Dessa forma, o presente trabalho apresenta uma revisão bibliográfica e narrativa do atual estado da arte em classificação de tumores do SNC, utilizando técnicas de VC. Busca-se encontrar, nesta análise, as técnicas comumente empregadas na literatura, bem como questões em aberto.

2 O Problema do Câncer do Sistema Nervoso Central e o Desenvolvimento de Sistemas CAD

Tumores do SNC correspondem a um grupo de malignidades que acometem os órgãos responsáveis pelo controle e processamento de sinais no corpo localizados na região craniana. Esses tumores são divididos em primários e metástase, sendo os primários aqueles que se originam dentro do SNC; e os metastáticos, aqueles que vêm de outras regiões do corpo via corrente sanguínea ou canal linfático. A classificação mais usada considera a célula de origem do neoplasmo (Louis *et al.*, 2016).

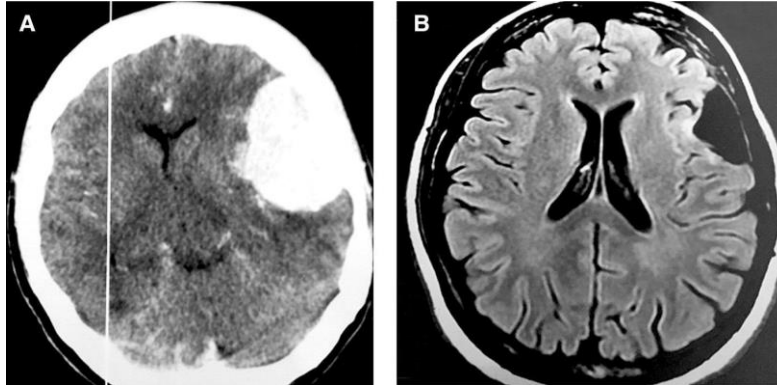
A incidência mundial de novos casos, segundo Bondy (2008), vem sendo em torno de 3,7 por 100.000 para homens e 2,6 por 100.000 para mulheres, sendo maior em países desenvolvidos, com respectivamente, 5,6 e 4,1 por 100.000 entre homens e mulheres; contra 3,0 por 100.000 e 4,1 por 100.000 em países em desenvolvimento. No Brasil, a incidência estimada em 2020, conforme o Instituto Nacional do Câncer (INCA, 2021), foi de 11.090 novos casos (5.870 homens e 5.220 mulheres).

O diagnóstico precoce do câncer do SNC é fundamental para um melhor prognóstico e pode proporcionar ao paciente maiores expectativas de cura e uma maior qualidade de vida. A detecção precoce é realizada por meio da utilização de exames clínicos e exames por imagem em pacientes que apresentam sintomas característicos da doença, tais como a perda de funções neurológicas, dores de cabeça, convulsões, dificuldade de equilíbrio e visão turva (INCA, 2021).

Atualmente, os exames de imagem possibilitam uma visualização da massa tumoral no córtex. Na Figura 1, encontram-se exemplos de imagens dos dois exames mais comumente utilizados no diagnóstico do câncer de SNC, Tomografia Computadorizada (*Computed Tomography* - CT), representada em **Figura 1** (a) e

Imagens de Ressonância Magnética (*Magnetic Resonance Imaging* - MRI, Figura 1 (b)).

Figura 1 - Exemplos de exames para detecção de tumores no SNC.

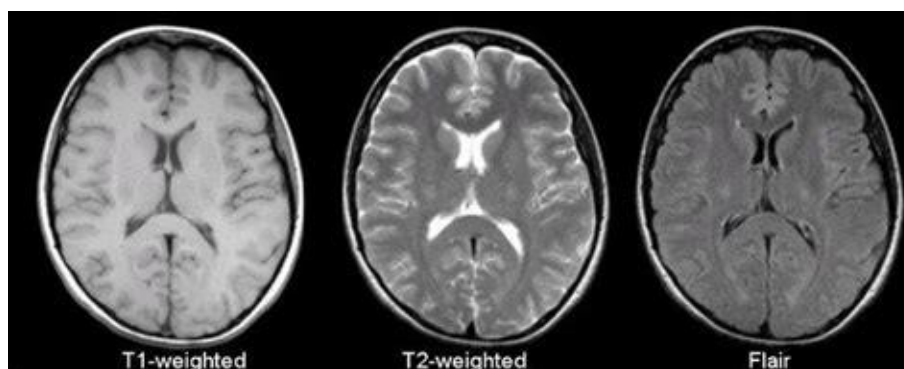


Fonte: TREVIZOL *et al.*, 2019, p. 91

A Figura 1 é apresentada em (A) uma imagem de tomografia computadorizada de um paciente diagnosticado com meningioma, e em (B) a imagem de ressonância magnética desse mesmo paciente, porém, com o tumor removido.

Dependendo da maneira como as MRI são obtidas, elas apresentam diferentes modalidades, conhecidas como T1, T2 e FLAIR (*Fluid Attenuated Inversion Recovery*). As imagens em T1 apresentam tecidos secos, como ossos e tendões em maior resolução, enquanto T2 e FLAIR apresentam os tecidos moles em maior detalhe, como gorduras e as meninges. A Figura 2 contém uma imagem com as três modalidades de MRI. Pode-se observar nessa imagem o Corte Axial de uma MRI em um cérebro sem nenhuma patologia.

Figura 2 - Diferentes modalidades de MRI



Fonte: QUORA¹

O método de diagnóstico tradicional baseado na observação e na análise por uma pessoa, sofre de alguns problemas intrínsecos, dado o fator humano presente. A inexperiência, a fadiga, ou mesmo fatores do ambiente podem levar a diagnósticos imprecisos, ou mesmo incorretos.

Uma alternativa ao Sistema de Diagnóstico Clássico são os sistemas CADs baseados em Aprendizado de Máquina, que são capazes de reduzir muitos fatores aptos a levar à imprecisão no diagnóstico, como ruído na imagem ou inexperiência do radiologista (HUANG *et al.*, 2020).

Um sistema CAD é composto por três etapas, sendo elas: (i) a segmentação da Região de Interesse (*Region of Interest – ROI*), (ii) a extração de características e (iii) a detecção de padrões (CONCI; AZEVEDO; LETA, 2008). A segmentação da imagem é uma etapa importante, pois reduz a quantidade de informação e delimita a ROI, em que o problema será investigado. A extração de características representa o conteúdo semântico da imagem sob a observação de um determinado aspecto (por exemplo, cor, textura e forma). Já a detecção de padrões é realizada utilizando algoritmos de Aprendizado de Máquina que, utilizando os descritores criados na etapa de extração de características, cria modelos de classificação capazes de identificar o diagnóstico do paciente (GAMA; COELHO; BAFFA, 2020).

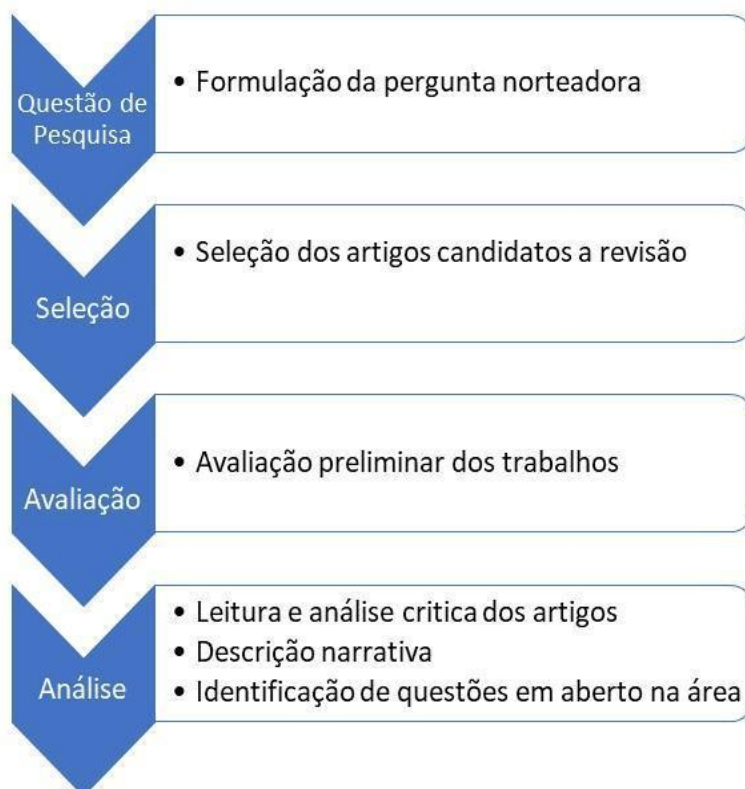
¹Disponível em : <https://qph.fs.quoracdn.net/main-qimg-f3973995fc615e9797c4f04c98def774-c>. Acesso 10 maio 2021

3 O Processo de Revisão Sistemática e Narrativa

O processo de revisão sistemática empregado nesta pesquisa é baseado na metodologia proposta por Felizardo *et al.* (2017), a qual separa a revisão sistemática da literatura em três etapas: (i) planejamento dos objetivos e estabelecimento da pergunta norteadora da busca; (ii) condução e execução da busca, identificando estudos primários, validando e excluindo trabalhos não relacionados diretamente ao problema específico a ser tratado; e (iii) apresentação clara e objetiva dos resultados.

Para fins didáticos, o presente trabalho também busca realizar uma revisão narrativa descrevendo os trabalhos encontrados na etapa sistemática para promover maior compreensão, interpretação e questionamento acerca do problema estudado.

Figura 3 - Esquema visual do processo de revisão sistemática e narrativa da literatura utilizado nesta pesquisa



Fonte: Elaboração própria.

Conforme pode-se observar, na Figura 3 encontra-se o fluxograma do processo de revisão sistemática e narrativa empregados nesta pesquisa.

3.1 Questão de Pesquisa

A fim de compreender a extensão do problema e o atual estado da arte em desenvolvimento de sistemas para o auxílio ao diagnóstico do câncer do SNC, esta pesquisa teve como objetivo analisar trabalhos sobre classificação de exames de ressonância magnética. Foram realizadas as seguintes perguntas norteadoras:

- Quais os tipos de problema de classificação foram abordados pelos autores? (Classificação Binária / Classificação Multiclasse).
- Quais as principais técnicas utilizadas e seus respectivos resultados quantitativos?
- Quais técnicas ainda não foram abordadas e qual a consequência do desenvolvimento delas?

3.2 Seleção

A coleta dos artigos realizou-se por meio dos seguintes termos na língua inglesa: “*diagnosis of brain tumors*” + “CAD” + “*magnetic resonance images*” e, na língua portuguesa, “imagens de ressonância magnética” + “tumor(es) cerebral(is)” + “CAD” no recorte temporal de 2015 a 2021.

Esses termos foram utilizados na busca dos artigos que compuseram a avaliação preliminar. Foram encontrados nas bases de dados do Google Acadêmico 33 trabalhos, sendo 12 em português, 18 no *IEEE Xplore*, 11 no *Science Direct* e 23 trabalhos na base de dados *Springer*, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de artigos analisados inicialmente.

Base de Dados	Total de Artigos Coletados	Total de Artigos Selecionados
Google Acadêmico ²	33	7
IEEE Xplore ³	18	2
<i>Science Direct</i> ⁴	11	6
<i>Springer</i> ⁵	23	7

Fonte: Elaboração própria.

² Google Scholar. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/>

³ IEEE Xplore. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

⁴ Science Direct. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/>

⁵ Springer Link. Disponível em: <https://link.springer.com/>



3.3 Avaliação

Nesta fase foram descartados, com base no título e resumo, os trabalhos duplicados (Google Acadêmico), os não avaliados por pares e os sem a fase de segmentação, extração de características, ou classificação de tumores utilizando MRI.

3.4 Análise

Na fase de análise, foi realizada uma leitura criteriosa dos artigos a fim de observar se eles poderiam contribuir para encontrar as respostas descritas na subseção 3.1. A partir da análise, foi realizada a descrição narrativa dos trabalhos e, posteriormente, a análise comparativa e discussão.

4 Descrição Narrativa da Literatura

Esta seção traz informações acerca dos trabalhos selecionados na fase de análise. As subseções a seguir trazem os trabalhos em ordem cronológica e agrupados conforme a abordagem utilizada.

4.1 Abordagem Binária

Um classificador binário é aquele que irá classificar as imagens entre duas classes distintas, normalmente saudável e com câncer. Esse tipo de problema é mais simples, uma vez que o algoritmo de aprendizado de máquina detecta padrões referentes à caracterização de apenas duas classes.

Dandil, Çakiroglu e Eksil (2015) descrevem um sistema para detecção de tumores cerebrais em estágio inicial. As fases da pesquisa incluíram: (i) pré-processamento e realce de imagem; (ii) recorte do crânio do restante da imagem (iii) segmentação; (iv) extração de características; (v) seleção de características; e (vi) classificação dos tumores entre benignos e malignos.

O sistema utilizou a técnica de *Fuzzy C-Mean* para processar a imagem, Características Estatísticas de Primeira Ordem (*First Statistical Features - FIF*), descrição de características (*Shape features -SF*) geométricas e morfológicas, e Matriz de Coocorrência de Nível de Cinza (*Gray-level co-occurrence matrix - GLCM*) para a extração de 110 características da ROI. A fim de reduzir o número de características, foi usada a Análise de Componente Principal (*Principal Component*



Analysis - PCA) para redução da dimensionalidade do vetor de características e aumentar a precisão da classificação.

Uma Máquina de Vetor de Suporte (*Support Vector Machine* - SVM) foi empregada na fase de classificação, detectando áreas com alguma patologia e classificando-as como maligna ou benigna. A base de dados usada foi criada a partir de resultados patológicos de 67 pacientes, totalizando 376 MRI dos tipos T1 e T2 (248 malignas e 128 benignas), disponibilizadas pelo Hospital Estadual Dr. Nafiz Körez Sincan (Turquia) e Medpix, Departamento de Radiologia e Ciências Radiológicas⁶. Todas as aplicações propostas foram realizadas com o *software* MATLAB. Conforme os resultados, o sistema proposto conseguiu reconhecer tumores cerebrais com 91,49% de acurácia, 90,79% de sensibilidade e 94,74% de especificidade.

Arakeri e Reddy (2015) propõem um sistema para caracterizar tumores no cérebro em MRI, fazendo a distinção entre benigno e maligno. O processo se inicia com o pré-processamento das imagens para melhorar a qualidade das mesmas. O ruído foi eliminado com a aplicação do filtro de mediana 3x3, resultando na suavização das bordas da imagem. Para melhorar a perceptibilidade do tumor e de outras estruturas no cérebro, foi usado um filtro *Unsharp* 3x3 construído a partir do negativo do filtro Laplaciano 2D. Em seguida, o contraste da imagem foi aprimorado aplicando a equalização do histograma.

A fim de segmentar o tumor cerebral em cada RMI, foi criado um algoritmo de segmentação combinando decomposição de Wavelet e técnicas de agrupamento FCM modificado (MFCM). Nessa etapa, foram realizadas a remoção do crânio, identificando a presença de tumor, separação entre tumor e edema. No caso de RMI do tipo T1, o agente de contraste não só aumenta o tumor, mas também os vasos sanguíneos no cérebro, dificultando a segmentação do tumor cerebral, enquanto o tumor cerebral e o edema aparecem como áreas de alta intensidade na RMI do tipo T2. Assim, foi aplicado o algoritmo de segmentação proposto nas imagens T2 para localizar o tumor e, em seguida, considerou-se os pixels correspondentes na imagem T1 como a região do tumor. Foram extraídas características 2D e 3D do tumor para avaliar sua eficácia na diferenciação entre tumor benigno e maligno. A imagem do tumor cerebral foi decomposta em três níveis usando Transformada Wavelet de Haar e um conjunto de

⁶Não foi possível verificar se a base de dados usada está disponível, pois não foi possível ter acesso pelo link disponibilizado no artigo. <http://rad.usuhs.edu/medpix>



recursos 2D e 3D, como forma, textura, e as características de contorno foram extraídas de coeficientes aproximados e detalhados em cada nível de decomposição. Dado um conjunto de fatias, a fatia contendo a maior área transversal do tumor foi escolhida como uma fatia representativa do tumor, uma vez que contém o máximo possível de informações do mesmo. Ao todo foram extraídas 216 características (padrões de forma, textura, energia, borda).

Com o intuito melhorar a precisão da classificação, um subconjunto de características ótimo foi selecionado a partir do vetor de características original (algoritmo de Ganho de Informação (*Information Gain* - IG) e Análise de Componentes Independentes (*Independent Component Analysis* - ICA). O classificador é uma junção de três técnicas: Redes Neurais Artificiais (*Artificial Neural Network* - ANN), KNN e SVM. O sistema foi implementado usando o MATLAB. Os testes foram conduzidos em MRI dos tipos T1 e T2 de 550 pacientes (280 diagnosticadas como tumor benigno e 270 como tumor maligno), disponibilizadas pelo Hospital do Câncer Shirdi Sai, na Índia. O sistema obteve 100% de sensibilidade, 98,21% de especificidade e 99,09% de acurácia.

Uma proposta para aplicar um Modelo de Mistura de Gaussianas em MRI para detecção de glioblastomas foi apresentada por Chaddad (2015). Tais tumores são caracterizados pelo crescimento desordenado de necroses das células da glia, grupo de células responsáveis pelo suporte mecânico e nutrição dos neurônios. A segmentação foi feita por multilinearização, que seleciona as áreas de tumor, descartando as regiões saudáveis. Para a extração de características, foram calculados Ajuste de Curva de Modelos de Mistura Gaussiana no histograma em tons de cinza da MRI. Tais características foram utilizadas para treinar e avaliar três modelos diferentes: *Naïve Bayes* (NB), SVM e Rede Neural Probabilística (*Probabilistic Neural Network* - PNN). Para testes, os autores utilizaram uma base disponibilizada em *Cancer Imaging Archive*⁷ contendo dados de 17 pacientes, composta por imagens nas três principais modalidades de MRI (T1, T2 e Flair), além de uma combinação linear das características obtidas em cada modalidade, totalizando quatro conjuntos de características. Os resultados de acurácia foram de

⁷ Disponível em: <http://www.cancerimagingarchive.net/>



97,05%, 97,05%, 94,11% e 70,58%; utilizando NB 64,70%, 67,64%, 66,66% e 94,11% com SVM e 70,58%, 94,11% e 86,27% com PNN.

Kumar e Chattejee (2016) utilizam um método para classificação de tumores entre benigno e maligno em MRI, que emprega um classificador baseado em SVM. Foram calculadas características utilizando GLCM. Para reduzir a complexidade do classificador, uma etapa de redução foi aplicada utilizando PCA e Transformada Discreta de Wavelet (*Discrete Wavelet Transform* - DWT). A análise qualitativa foi efetuada testando-se o sistema com 25 imagens de tumores benignos, e também com 15 imagens de tumores malignos obtidas de Osirix⁸, alcançando para imagens de tumores benignos a acurácia de 60%, sensibilidade de 49% e especificidade 51%. Já para as imagens de tumores malignos, a acurácia foi de 50%, sensibilidade de 40% e especificidade de 60%.

Abdalla e Esmail (2018) apresentaram um método para detecção de tumores em MRI, baseado em Redes Neurais Artificiais (ANN). Primeiramente, as imagens são segmentadas, utilizando-se de limiarização. A segunda etapa consiste em extrair características estatísticas com base nas equações de *Haralik*. Finalmente, a classificação é feita por uma ANN do tipo *Feed-Forward Backpropagation*.

Durante os experimentos foi utilizado um banco com 239 MRI de pacientes sadios e com tumor, obtidas do site Whole Brain Atlas⁹. Cada imagem tem 256×256 *pixels* e escala de nível de cinza de oito bits. As imagens foram baixadas no formato gif e convertidas para o formato PNG antes de serem usadas. O sistema proposto alcançou uma acurácia média de 99% e sensibilidade de 97,9%.

Em Samanta e Khan (2018), foi apresentado um método que distingue entre imagens saudáveis e não saudáveis. O método inicia-se com a segmentação das imagens utilizando o algoritmo de clusterização k-means, que remove as demais áreas do cérebro restando apenas o tumor. Após a segmentação, extraem-se características do tumor, utilizando GLCM. Tais características são utilizadas por uma SVM para executar a classificação final. Os experimentos foram realizados utilizando-se 64 imagens, sendo 22 saudáveis e 42 com tumor entre benignos e malignos, disponibilizadas pela *Harvard Medical School*. A base foi dividida em 50% para treino

⁸ Disponível em: <https://www.osirix-viewer.com/>

⁹ Disponível em: <http://www.med.harvard.edu/aanlib/home.html>



e 50% para teste. Os resultados alcançaram, em média, acurácia de 99,28%, sensibilidade de 100% e especificidade de 98,90%.

Chatterjee e Das (2019) utilizam o algoritmo de Sistema de Inferência Neuro-Difuso Adaptativo (ANFIS) para detectar tumores no cérebro e classificar as imagens entre benignas e malignas. As MRI são primeiramente filtradas, utilizando Filtro de Mediana, Filtro Unsharp e Filtro Wiener. Um algoritmo baseado em Morfologia Matemática é utilizado para remoção do crânio e meninges (*Skull Striping*). Para a segmentação dos tumores, as imagens têm o seu histograma equalizado e, em seguida, um algoritmo de Clusterização agrupa os *pixels* em quatro clusters: CSF (*Céfalo Spinal Fluid*), WM (*White Matter*), GM (*Grey Matter*) e tumor. Características de forma e textura são extraídas do tumor, bem como do agrupamento CSF. Por ambos terem grande presença de líquidos, estes apresentam aspectos semelhantes nas MRI. Após normalizadas, as características foram utilizadas para treinar um classificador ANFIS a fim de identificar se o tumor é benigno ou maligno. A metodologia proposta foi avaliada utilizando os bancos de imagens dos desafios BRATS 12 e BRATS 13¹⁰, sendo formado de 30 imagens para treino e 15 para testes. O método proposto foi criado em MATLAB. Como resultados, obtiveram 75,13% de precisão, 73,12% de *recall*, 98,02% de acurácia e 0,02 % de Erro Quadrático Médio (MSE).

O método de Ayadi (2019) utiliza Transformada Wavelet Discreta (*Discrete Wavelet Transform - DWT*) em junção com Histograma de Intensidade (IH) e Histograma de Gradientes Orientados (*Histogram Oriented Gradient - HOG*), GLCM e Características Estatísticas de Primeira Ordem como características. Tais características são agrupadas utilizando uma Bolsa de Palavras Visuais (*Bag Of Visual Words - BOVW*), que representa a imagem como uma lista de dicionários, relacionando a região da imagem a um certo conjunto de características. Conforme os autores, tal método reduz o custo de processamento sem perda significativa na performance. Para avaliação do sistema, três bases de dados obtidas no registro da *Harvard Medical School* (DS-66, DS-160, DS-255) foram utilizadas, contendo 66, 160 e 255 MRI. O método obteve Sensibilidade, Especificidade, Precisão e Acurácia de 100% para as duas primeiras bases de dados. Já os resultados para a terceira base

¹⁰ Disponível em: <https://braintumorsegmentation.org/>



de dados, para as mesmas métricas foram, respectivamente, de 100%, 97,14%, 99,55% e 99,61%.

Amsaveni, Singh e Dheeba (2019) propõem um método de diagnóstico por imagem que consegue classificar uma MRI em saudável ou com câncer. O sistema emprega as técnicas de características de Gabor, um tipo de característica baseada em textura. Para classificação, é empregada uma SVM. Os testes foram conduzidos em uma base de dados de 50 imagens obtendo uma acurácia de 94,33% e sensibilidade de 95,21%.

Elkorany e Elsharkawy (2020) implementam um classificador baseado em ANN, otimizado com o uso de Otimizador Multiverso (MVO), Otimizador *Moth-Flame* (*Moth-Flame Optimizer* - MFO) e Algoritmo de *Salp Swarm* (*Salp-Swarm Algorithm* - SSA). Tais técnicas auxiliam na seleção de parâmetros ótimos para a ANN, melhorando a acurácia e reduzindo recursos computacionais. Os experimentos foram conduzidos com cada método de otimização junto da ANN, utilizando características Estatísticas de Primeira Ordem e GLCM para treino e teste da ANN. Como base de dados, foram utilizadas as bases Harvard e BRATS 2015¹¹. O melhor resultado foi alcançado com a combinação MVO-ANN, obtendo uma Taxa de Classificação (CA) de 99,23% com o uso da base de dados de Harvard e 98,75% com o uso da base de dados BRATS 2015.

Paul e Sivarani (2020) também utilizam BOVW para melhorar os resultados e reduzir a complexidade. A segmentação é feita por clusterização, utilizando k-Mediana visando a separar a área do tumor do tecido saudável. A classificação usada visou a classificar as imagens em saudáveis ou com câncer. Nessa fase, foram usados SVM e BOVW. Os testes apresentaram uma acurácia de 95,0%, sensibilidade 91,79% e especificidade 94,7% para a SVM e acurácia de 96,0%, sensibilidade de 90,0% e especificidade de 100% para a BOVW.

Yin, Wang e Abza(2020) introduzem um sistema baseado em uma versão modificada do Algoritmo de *Whale*. Esse algoritmo é desenvolvido com base na observação de baleias jubarte, e a maneira como elas se alimentam. O sistema inicia com a padronização das imagens removendo ruídos por meio de um Filtro de Mediana. A segmentação é feita por meio de Limiarização e Morfologia Matemática.

¹¹ Disponível em: <http://www.braintumorsegmentation.org/>

Para seleção de características, foram utilizadas as 19 mais comuns na literatura, como Contraste, Área e Correlação e, em seguida, a seleção foi otimizada por meio do Algoritmo de *Whale*, que seleciona apenas as mais importantes, descartando as demais. A classificação é feita por um *Perceptron* de Múltiplas Camadas. O sistema foi treinado e testado em uma base de 204 imagens, alcançando uma acurácia de 96,5%.

Bhatele e Bhadauria (2020) desenvolveram um método híbrido para classificação de Gliomas entre *High* e *Low Grade*. Para segmentação, um algoritmo de Limiarização irá remover as regiões que não fazem parte do cérebro, como o crânio e as meninges. Então, a imagem é representada por um conjunto de características como Padrões Binários Locais (*Local Binary Pattern - LBP*), DWT e Matriz de Comprimento de Execução de Nível de Cinza (*Gray-Level Run Length Matrix - GLRLM*). Finalmente, tais características são aplicadas a um classificador formado por dois modelos combinados: *XGBoost* e Floresta Aleatória. Experimentos foram executados utilizando uma base composta pelas bases BRATS 2013 e BRATS 2015 alcançando acurácia média de 99,25%

Alhassan e Zainon (2020) introduzem um sistema para detectar tumores no cérebro utilizando o Algoritmo BAT e Redes de Cápsulas Aprimoradas (*Enhanced Capsule Networks, ECN*). A MRI é segmentada por meio de clusterização, onde os *pixels* são agrupados de acordo com a região a que pertencem (Tumor ou Saudável). A clusterização é feita por meio de *C-Ordered Means*, porém o mesmo requer a seleção manual de pelo menos um *pixel* de cada região. Para otimizar a seleção dos *pixels* iniciais, o algoritmo de BAT foi utilizado para encontrar o ponto ótimo de cada grupo. Finalmente, a ECN classifica as regiões formadas na clusterização entre saudável e com câncer. Durante os testes, o sistema alcançou acurácia média de 95,81% em uma base de 253 imagens.

Ghahfarrokhi e Khodadadi (2020) fazem uma série de experimentos com diferentes classificadores para distinguir entre exames saudáveis ou com câncer. Os classificadores testados foram: SVM, KNN e PN. Várias características também foram testadas, principalmente características baseadas na Teoria do Caos¹², como Exponente de Lyapunov (*Lyapunov Exponent - LE*), Entropia Aproximada

¹² Um ramo da matemática que lida com sistemas dinâmicos e complexos.



(*Approximated Entropy* - ApEn) e Dimensão Fractal; bem como DWT. Como base de dados, um conjunto com 3064 MRI foi utilizado. O melhor resultado foi obtido com a PN alcançando acurácia de 98,9%, especificidade de 96,7% e sensibilidade de 96,5%.

Em Huang *et al.* (2020) a simetria do cérebro é explorada para criar um sistema eficiente que não fosse afetado por padrões naturais do órgão. Para tanto, foram empregados os algoritmos Mapa de Características Diferenciais e Compressão e Excitação para formar uma Rede Neural de Recurso Diferencial. Ela usa as mudanças de padrões em blocos específicos para encontrar regiões que se diferem do tecido saudável. Como o cérebro tem um eixo de simetria, características do órgão estão presentes em ambos os lados, já o tumor, não apresenta tal simetria. O sistema foi testado em duas bases de dados de MRI contendo 10,678 e 895 imagens, alcançando acurácia de 99,2% e 98%, respectivamente.

Chen *et al.* (2021) implementam um método para detecção de tumores no SNC, além de segmentá-los e classificá-los entre maligno ou benigno. Para tanto, um método de cinco etapas foi proposto: na primeira etapa, as imagens são padronizadas, removendo-se ruídos e padronizando o contraste a partir de um Filtro de Médias Não-Local, bem como do melhoramento de contraste com Equalização de Histograma Aprimorado; na segunda etapa, são calculadas as características de GLCM, que são alimentadas a uma SVM, cuja finalidade é classificar as MRI entre saudáveis ou com câncer, ficando a cargo de um Filtro de Kalman Estendido (*Extended Kalman Filter* - EKF) a classificação entre maligno e benigno. Uma etapa de cross-validation foi utilizada para medir a acurácia do classificador. E finalmente, uma combinação de Clusterização k-means e Crescimento de Região (*Region Growth*) é usada para segmentar o tumor. Durante os experimentos conduzidos pelos autores, foi obtida uma acurácia de 96,05%, especificidade de 94,15% e sensibilidade de 96,44% com o uso da SVM. Já o EKF alcançou um resultado ligeiramente melhor, com acurácia de 98,02%, especificidade de 95,39%, e sensibilidade de 97,04%.

4.2 Abordagem Multiclasse

Diferente da abordagem binária, que apresenta somente se um exame é de um paciente doente ou saudável, a abordagem multiclasse busca responder quais são os tipos da doença detectadas. Essa detecção é realizada através da detecção de padrões que permitem identificar de forma única, cada tipo de câncer trabalhado.



Abd-Ellah (2016) propõe um sistema para detectar regiões com alterações no tecido cerebral e classificá-las em maligna ou benigna. Para tanto, foi usado um sistema empregando algoritmo de k-means e Transformada Wavelet Discreta para segmentação, seguido de Análise de Componentes Principais para detecção de características e kernel SVM para detecção e redução de características. O sistema conseguiu uma acurácia de 100% ao classificar a base de teste com 120 imagens.

Balasooriya e Nawarathna (2017) utilizam uma CNN para classificar tumores no cérebro entre os principais tipos. A CNN foi treinada e testada utilizando uma base de 65.427 imagens obtidas do *Cancer Imaging Archive*, e obteve uma acurácia de 99,68%.

Tiwari *et al.* (2017) propõem um sistema para auxiliar radiologistas inexperientes a classificar entre três tipos de tecido: Meningioma, Astrocitoma e tecido saudável. Para isso, uma base de dados contendo regiões de interesse com 20x20 *pixels* de tamanho, selecionadas por radiologistas a partir de um conjunto de MRI, foi usada em uma RNA treinada para identificar entre as três classes acima citadas. Dentre os vários testes efetuados, o melhor foi retornado por um sistema com uma RNA, associado ao algoritmo Análise de Componentes Principais para extração de características, alcançando 93,34% de acurácia.

Mabrouk, Marzouk e Afify (2018) utilizam FCM para segmentar as imagens, separando os pixels em agrupamentos, cada um representando uma região diferente do cérebro. A classificação é feita por uma SVM. Para avaliação de desempenho, um conjunto de 27 MRI foram obtidas no Hospital da Palestina no Egito. Todavia, não foram apresentados resultados quantitativos.

Ismael e Abdel-Qader (2018) propõem um sistema para classificação de tumores no cérebro em regiões segmentadas manualmente por um especialista. Para tanto, uma ANN é empregada para classificação, bem como DWT e Filtro de Gabor para calcular as características. O sistema é capaz de distinguir entre imagens saudáveis e três tipos de tumores (Meningioma, Glioma e Tumor na Pituitária). Experimentos com uma base constituída de 3.064 MRI mostram uma acurácia de 91,9%, especificidade de 96%, e 96,29 % de 95,66% para Meningioma, Glioma e Pituitária, respectivamente.

Deepak e Ameer (2019) utilizam o método de Aprendizagem por Transferência (*Transfer Learning* - TF) para classificar o tipo de tumor presente em uma MRI, dentre

os três principais. Tal método consiste em utilizar um sistema previamente treinado com um conjunto de dados, sendo usado para aprender sobre um novo conjunto de dados. O sistema é formado por uma Rede Neural Convolutiva (CNN) GoogLeNet, seguida de um classificador que, neste estudo, foram utilizados SVM e KNN para análise comparativa. Os experimentos foram realizados na base de dados *figshare* com 3.064 MRI. A combinação de CNN com SVM alcançou uma acurácia de 97,8%, enquanto a CNN com KNN alcançou uma acurácia de 98,0%.

Ghasemi (2020) utiliza uma técnica chamada Aprendizagem de Dicionário para classificar MRI do cérebro, entre dez tipos de tumores, como Glioblastoma e Astrocitoma. Tal método consiste em criar dicionários que mapeiam características de determinada classe. Neste trabalho, é utilizado a Lógica Difusa Tipo-2 para agrupar as imagens conforme as suas características. Portanto, imagens sem tumor formam um grupo, Glioblastoma, outro, e assim por diante. Durante a classificação, a imagem é representada com a mesma lógica e, então, verifica-se qual o melhor agrupamento para a mesma, sendo cada grupo uma entrada no Dicionário. O sistema foi treinado e testado com as bases *Molecular Brain Neoplasia Data* (REMBRANDT)¹³ e *The Cancer Genome Atlas Low-Grade Glioma* (TCGA-LGG)¹⁴, cada uma contendo uma média de 500 imagens para cada classe. Os testes com a primeira base de dados resultaram em 99,04% de acurácia, 99,33% de especificidade e 97,95% de sensibilidade. Para a segunda base de dados, os valores obtidos para acurácia, especificidade e sensibilidade foram de 99,21%, 99,52% e 97,68%, respectivamente.

Um classificador baseado em Redes Neurais Convolucionais (*Convolutional Neural Network* - CNN) e Transformações de Comprimento de Onda (*Wavelength Transformations*) foi proposto em Sarhan *et al.* (2020). Transformações de Comprimento de Onda são um tipo de transformação sem perdas, que retorna a uma imagem com certas características realçadas, como cor e contraste. Isso é feito analisando o comprimento de onda de cada região, seguido por uma série de passos matemáticos. Após processada a imagem, essa é classificada por uma Rede Neural Convolutiva. O Sistema apresentou até 99,3% de acurácia em testes feitos com imagens da base *figshare*, utilizando 70% para treino e 30% para teste.

¹³ Disponível em: <https://wiki.cancerimagingarchive.net/display/Public/REMBRANDT>

¹⁴ Disponível em: <https://wiki.cancerimagingarchive.net/display/Public/TCGA-LGG>



4.3 Abordagem Binária e Multiclasse

Em Amarapur (2018) foi proposto um sistema capaz de detectar e classificar tumores no cérebro. O trabalho inicia com um pré-processamento usando DWT para remoção de ruídos e padronização. As MRI são, então, segmentadas com Agrupamento Espacial Difuso, uma técnica de clusterização para agrupar os *pixels* do tecido saudável aos da região do tumor. Então, a imagem é representada por uma série de características, sendo que no trabalho foram utilizados GLCM e Textura de Gabor. A classificação foi realizada por uma ANN, que classificava as imagens entre saudáveis ou, havendo um tumor, entre benigno ou maligno. Os experimentos utilizaram a base BRATS 2013 com 60 MRI, e obteve uma acurácia máxima de 92,5%.

5 Análise Comparativa e Discussão

Várias metodologias foram propostas na literatura para a solução do problema de classificação, segmentação e extração de características, com objetivo de desenvolver um sistema CAD para o auxílio ao diagnóstico do câncer do SNC. Após a leitura crítica dos artigos, notou-se que o método mais comum se dá pela geração das MRI e pelo uso de classificadores alimentados por imagens previamente processadas e segmentadas.

De modo geral, a primeira parte dos trabalhos consistem em gerar as MRI, que são obtidas através do princípio da ressonância magnética nuclear em átomos de hidrogênio. O aparelho de MRI submete o paciente a um campo magnético muito intenso, cerca de 40 mil vezes o campo da terra e, então, dispara feixes de radiofrequência no paciente, o que faz os átomos entrarem em ressonância. Cada núcleo tem uma frequência de ressonância específica, determinada por diversas variáveis, como o tipo de ligação, qual o átomo vizinho e a distância do núcleo em relação à fonte. O resultado é uma série de cortes que apresentam em detalhes o tecido intracraniano (HOULT; BHAKAR, 1997).

O processamento das MRI reduz ruídos e imprecisões para aumentar a acurácia e reprodutibilidade do experimento. Já a segmentação é feita para reduzir a quantidade de informação, a qual serão extraídas as características e detectados os padrões, uma vez que essas devem ser realizadas sob uma ROI.

A literatura contempla trabalhos que abordam o problema de classificação do câncer do SNC de duas formas: (I) pela abordagem binária, entre saudável ou com câncer; e (II) pela abordagem multiclasse, entre os tipos de neoplasia. A abordagem binária é relativamente mais simples em relação à abordagem multiclasse, uma vez que precisa encontrar padrões não esperados capazes de classificar um exame por imagem entre saudável ou com câncer, enquanto a abordagem multiclasse precisa realizar uma etapa extra de detecção de padrões entre os subtipos da doença. No Quadro 1, é apresentado um compilado dos trabalhos selecionados que fazem parte do recorte temporal de 2015 a 2021, classificados quanto à abordagem utilizada. Também é demonstrado o tamanho da base de dados utilizada.

Quadro 1 - Tipos de abordagens e tamanho das bases de dados utilizadas.

Trabalho	Tipo de Abordagem (Binária / Multiclasse)	Tamanho da Base de Dados de imagens de MRI
ARAKERI; REDDY, 2015	Binária	550 imagens
DANDIL, ÇAKIROĞLU, EKŞI, 2015	Binária	376 imagens
CHADDAD, 2015	Binária	Imagens de 17 pacientes
ABD-ELLAH, 2016	Binária	120 imagens
KUMAR; CHATTEIJEE, 2016	Binária	40 imagens
HAMED <i>et al.</i> , 2020	Multiclasse	3064 imagens
BALASOORIYA; NAWARATHNA, 2017	Multiclasse	65427 imagens
TIWARI <i>et al.</i> , 2017	Multiclasse	428 imagens
ABDALLA; ESMAIL, 2018	Binária	Não informado
SAMANTA; KHAN, 2018	Binária	64 imagens
AMARAPUR, 2018	Binária e Multiclasse	60 imagens
ISMAEL; ABDEL-QADER, 2018	Multiclasse	3064, de 233 pacientes
MABROUK,; MARZOUK; AFIFY, 2018	Multiclasse	27 imagens
AMSAVENI <i>et al.</i> , 2019	Binária	50 imagens
CHATTERJEE; DAS, 2019	Binária	30 imagens
DEEPAK; AMEER, 2019	Multiclasse	3064, de 233 pacientes
AYADI, 2019	Binária	Três bases de dados com 66, 160 e 255 imagens

ELKORANY; ELSHARKAWY, 2020	Binária	Não informado
PAUL; SIVARANI, 2020	Binária	100 imagens
YIN, WANG, ABZA, 2020	Binária	204 imagens
GHASEMI, 2020	Multiclasse	Não informado
GHAHFARROKHI; KHODADADI, 2020	Binário	3064, de 233 pacientes
BHATELE; BHADAURIA, 2020	Binária	Imagens de 10 pacientes
ALHASSAN; ZAINON, 2020	Binária	253 imagens
SARHAN <i>et al.</i> , 2020	Multiclasse	510 imagens
HUANG <i>et al.</i> , 2020	Binária	Duas bases de dados com 10,678 e 895 imagens
GOYAL <i>et al.</i> , 2020	Binária	40 imagens
CHEN, 2021	Binária	Imagens de 120 pacientes

Fonte: Elaboração própria.

No Quadro 2, são apresentadas informações acerca das matrizes de características, os métodos utilizados e a respectiva acurácia dos 27 trabalhos selecionados no período de 2015 a 2021. Para fins comparativos, a acurácia obtida nos testes é a única medida comum entre os trabalhos listados.

Pode-se observar que 66% dos trabalhos analisados utilizam técnicas tradicionais de extração de características e aprendizado de máquina, como a SVM e a RNA. De modo geral, as metodologias encontradas apresentam bons resultados em classificações binárias e multiclasse, embora o processo de extração e seleção manual de características, em que as mesmas são escolhidas pelos pesquisadores durante o desenvolvimento do sistema, seja mais lento por ser um método empírico e requerer vários testes experimentais para se obter o conjunto ótimo de características.

Dos trabalhos analisados, apenas Balasooriya e Nawarathna (2017) e Sarhan *et al.* (2020) aplicam técnicas de aprendizado profundo, que consiste no uso de múltiplas técnicas de abstração para representar dados complexos (DENG; YU, 2014).

Quadro 2 - Matriz de características, classificadores e suas respectivas taxas de acerto.

Trabalho	Características	Classificador	Acurácia
----------	-----------------	---------------	----------



ARAKERI e REDDY, 2015	Textura, forma e bordas	SVM, ANN e KNN	99,09 %
DANDIL; ÇAKIROĞLU; EKŞI, 2015	Primeiras características estatísticas (FIF), forma e GLCM	SVM	91,49%
CHADDAD, 2015	Modelos de Mistura Gaussiana	NB e PNN	70,58% com NB e 86,27% com PNN
ABD-ELLA, 2016	Transformada discreta de Wavelet	SVM	100,00%
KUMAR; CHATTEIJEE, 2016	GLCM, textura e cor	SVM	95,00%
HAMED et al., 2016	Cor	SVM, KNN e Rede de Padrão	98,90%
BALASOORIYA; NAWARATHNA, 2017	Forma	CNNs	99,46%
TIWARI et al., 2017	Cor para busca de simetria	Taxa de simetria	91,16%
ABDALLA; ESMAIL, 2018	Características de Haralick calculadas na Matriz de Dependência Espacial em Tons de Cinza (SGLD) das imagens	Backpropagation Feed-Foward ANN	99,00%
SAMANTA; KHAN, 2018	GLCM	SVM	99,28%
AMARAPUR, 2018	Textura usando filtro de Gabor	ANN	92,50%
ISMAEL; ABDEL- QADER, 2018	Transformada Wavelet Discreta2D (DWT), filtros de Gabor e filtros estatísticos de primeira e segunda ordem	Back-Propagation Neural Network	91,90%
MABROUK; MARZOUK; AFIFY, 2018	Textura, cor	SVM	Não apresentou análise quantitativa
Amsaveni, Singh e Dheeba, 2019	Gabor texture	SVM	94,33%
CHATTERJEE; DAS, 2019	GLCM e Laws Texture Features	Type-II fuzzy inference system e ANFIS	72,06%
DEEPAK; AMEER, 2019	Uma GoogLeNet modificada	SVM e KNN	98,00%
AYADI, 2019	Cor	SVM	100%, 100%, e 99.61%



ELKORANY; ELSHARKAWY, 2020	Estatística e textura (GLCM)	ANN	99,23%
PAUL; SIVARANI, 2020	GLCM	SVM e Bag of Visual Words (BOVW)	95,0%
YIN; WANG; ABZA, 2020	Textura, Forma e Estatísticas	Perceptron de várias camadas baseado em IWOA	Não apresentou análise quantitativa
GHASEMI, 2020	Cor	Type-2 fuzzy dictionary learning	Não apresentou análise quantitativa
GHAHFARROKHI; KHODADADI, 2020	GLCM e DWT	SVM, KNN e Rede de Padrões	98,9%
BHATELE; BHADAURIA, 2020	Padrões Binários Locais(LBP) e Matriz de comprimento de execução de nível de cinza(GLRLM)	XGBoost híbrido com Conjunto de Florestas Aleatórias (RFE)	96,00%
ALHASSAN; ZAINON, 2020	Cor	Enhanced Capsule Networks (ECN)	94,83%
SARHAN et al., 2020	Cor	CNN	99,30%
HUANG et al., 2020	Cor	Redes Neurais	97.2% e 97.6%
GOYAL et al., 2020	Cor para busca de simetria	Taxa de simetria	Validado por especialistas
CHEN, 2021	Filtro de Kalman estendido	SVM	96,05%

Fonte: Elaboração própria.

Conforme demonstrado no Quadro 2, os métodos enumerados possuem uma alta acurácia. Todavia, apenas (BALASOORIYA; NAWARATHNA, 2017), (ISMAEL; ABDEL-QADER, 2018), (DEEPAK; AMEER, 2019), (GHAHFARROKHI; KHODADADI, 2020) e (HUANG *et al.*, 2020) possuem bases maiores que 1000 imagens, o que reduz a generalidade do sistema, tornando-o dependente das imagens utilizadas. Dentre os bancos de imagens mais utilizados estão o *Harvard Medical School*¹⁵, *Figshare*¹⁶ e o desafio anual *BRATS*. Métodos de validação mais complexos, como Validação Cruzada, podem melhorar a fidelidade dos resultados. Além disso, a seleção das características ainda é pouco padronizada e manual, todavia, novas abordagens (TOMASZEWSKI; GILLIES, 2021) sugerem que a extração de múltiplas características gera um sistema resistente a ruídos e mais

¹⁵ Disponível em <http://med.harvard.edu/AANLIB/>

¹⁶ Disponível em <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.1512427.v5>



generalizado. Dentre os trabalhos, as ferramentas e bibliotecas utilizadas não foram descritas, apesar de serem informações úteis para fins de reprodutibilidade.

Devido ao rápido progresso nas tecnologias de processamento e armazenamento de grandes quantidades de dados, as técnicas de aprendizado profundo (*Deep Learning*) têm impulsionado diversas áreas de pesquisa e resolvido problemas de forma mais eficaz (LITJENS *et al.*, 2017). Em pesquisas na área de informática biomédica, diversos métodos baseados em aprendizado profundo têm obtido performance superior ao estado da arte (LEKADIR *et al.*, 2016; WOLTERINK *et al.*, 2016; LITJENS *et al.*, 2017), e problemas com soluções pouco eficientes têm sido aprimorados (LIU *et al.*, 2017). A partir deste estudo, nota-se a possibilidade de implementar novos sistemas CAD para auxílio no diagnóstico precoce do câncer de SNC utilizando técnicas de aprendizado profundo, tais como a utilização de Redes Neurais Convolucionais Altamente Profundas, bem como a aplicação de Redes Neurais Profundas Totalmente Conectadas em conjunto com técnicas de extração de múltiplas características.

6 Considerações Finais

Os tumores do SNC são um dos mais agressivos e mortais tipos de câncer existentes. Dentre os fatores que corroboram com esse quadro está a dificuldade do diagnóstico, sendo esse comumente realizado apenas em estágios avançados da doença. Um sistema que melhore o diagnóstico é primordial para diminuir a mortalidade e garantir melhor recuperação para os doentes.

Neste estudo, observou-se que a metodologia mais explorada na literatura tem como principal resultado uma imagem em duas dimensões contendo a região do tumor e algumas medições básicas, como o tamanho e a localização do mesmo. Contudo, uma visualização tridimensional do cérebro com um bom sistema de referenciamento, pode ser de grande valia para um médico que esteja estudando a patologia, auxiliando na tomada de decisão sobre tratamentos, bem como auxiliando em operações cirúrgicas. Para tanto, um eventual sistema que detecte a patologia e faça medidas precisas no espaço é algo que se faz necessário.

A partir deste estudo, nota-se a possibilidade de implementar novos sistemas CAD para auxílio ao diagnóstico precoce do câncer de SNC utilizando técnicas de



aprendizado profundo e de Redes Neurais Profundas Totalmente Conectadas. Além disso, o processo de seleção das características ainda é pouco padronizado e manual, diminuindo a performance e a generalidade do sistema. Novas abordagens sugerem que a extração de múltiplas características gera um sistema mais resistente a ruídos e eficiente.

Referências

ABD-ELLAH, Mahmoud Khaled *et al.* Design and Implementation of a Computer-aided Diagnosis System for Brain Tumor Classification. *In: 28th International Conference on Microelectronics (ICM)*, 2016, Giza, Egito. IEEE, 2017, p. 73-76. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7847911/references#references>. Acesso em: 10 maio 2021.

ABDALLA, Hussna Elnoor Mohammed; ESMAIL, M. Y. Brain Tumor Detection by using Artificial Neural Network. *In: 2018 International Conference on Computer, Control, Electrical, and Electronics Engineering (ICCCEEE)*. IEEE, 2018. p. 1-6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8515763>. Acesso em: 10 maio 2021.

ALHASSAN, Afnan M.; ZAINON, Wan Mohd Nazmee Wan. BAT Algorithm With fuzzy C-Ordered Means (BAFCOM) Clustering Segmentation and Enhanced Capsule Networks (ECN) for Brain Cancer MRI Images Classification. *IEEE Access*, v. 8, p. 201741-201751, 2020. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9247957>. Acesso em: 10 maio 2021.

AMARAPUR, Basavaraj. Computer based diagnosis system for tumor detection & Classification: a hybrid approach. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, v. 118, n. 7, p. 33-43, 2018. Disponível em: <https://www.acadpubl.eu/jsi/2018-118-7-9/articles/7/5.pdf>. Acesso em: 12 ago 2020.

ARAKERI, Megha P.; REDDY, G. Ram Mohana. Computer-aided diagnosis system for tissue characterization of brain tumor on magnetic resonance images. *Signal, Image and Video Processing*, v. 9, n. 2, p. 409-425, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11760-013-0456-z>. Acesso em: 12 ago 2021.

AYADI, Wadhah et al. A hybrid feature extraction approach for brain MRI classification based on Bag-of-words. *Biomedical Signal Processing and Control*, v. 48, p. 144-152, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1746809418302738>. Acesso em: 10 maio 2021.

BAFFA, Matheus de Freitas Oliveira; LATTARI, Lucas Grassano. Convolutional neural networks for static and dynamic breast infrared imaging classification. *In: 2018 31st SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images (SIBGRAPI)*.



IEEE, 2018. p. 174-181. Disponível em:

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8614326>. Acesso em: 05 jun 2020.

BALASOORIYA, Narmada M.; NAWARATHNA, Ruwan D. A sophisticated convolutional neural network model for brain tumor classification. *In: 2017 IEEE International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)*. IEEE, 2017. p. 1-5. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8300364>. Acesso em: 10 maio 2021.

BHATELE, Kirti Raj; BHADAURIA, Sarita Singh. Glioma Segmentation and Classification System Based on Proposed Texture Features Extraction Method and Hybrid Ensemble Learning. *Traitement du Signal*, v. 37, n. 6, p. 989-1001, 2020. Disponível em:

<https://web.b.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authType=crawler&jrnl=07650019&AN=148030863&h=62qXdW6t6AAQectuz3NmVJeE83QVpCK5ZYtgJdlpytiPtACEIqJ34m9p%2brN%2f%2f0y%2bKnUCNI9I4c%2fVnY2Br4mJYA%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCriNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authType%3dcrawler%26jrnl%3d07650019%26AN%3d148030863>. Acesso em: 10 maio 2021.

BONDY, Melissa L. *et al.* Brain Tumor Epidemiology: Consensus From The Brain Tumor Epidemiology Consortium. *Cancer*, v. 113, n. S7, p. 1953-1968, 2008. Disponível em:

<https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cncr.23741>. Acesso em: 02 set 2020.

CASTELLINO, Ronald A. Computer aided detection (CAD): an overview. *Cancer Imaging*, v. 5, n. 1, p. 17, 2005. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1665219/>. Acesso em: 10 maio 2021.

CHADDAD, Ahmad. Automated Feature Extraction In Brain Tumor By Magnetic Resonance Imaging Using Gaussian Mixture Models. *International Journal of Biomedical Imaging*, v. 2015, 2015. Disponível em:

<https://dl.acm.org/doi/abs/10.1155/2015/868031>. Acesso em: 10 maio 2021.

CHATTERJEE, Subhashis; DAS, Ananya. A novel systematic approach to diagnose brain tumor using integrated type-II fuzzy logic and ANFIS (adaptive neuro-fuzzy inference system) model. *Soft Computing*, p. 1-24, 2019. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00500-019-04635-7>.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00500-019-04635-7>

CHEN, Baoshi et al. A novel extended Kalman filter with support vector machine based method for the automatic diagnosis and segmentation of brain tumors.

Computer Methods and Programs in Biomedicine, v. 200, p. 105797, 2021.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169260720316308>. Acesso em: 10 maio 2021.

CHEN, Tao et al. Computer-aided diagnosis of gallbladder polyps based on high resolution ultrasonography. *Computer methods and programs in biomedicine*, v. 185, p. 105118, 2020. Disponível em:



<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169260719307084>. Acesso em: 10 maio 2021.

CONCI, Aura; AZEVEDO, Eduardo; LETA, Fabiana R. **Computação Gráfica–Teoria e Prática**, v. 2. Rio de Janeiro, 2008.

DEEPAK, S.; AMEER, P. M. Brain tumor classification using deep CNN features via transfer learning. **Computers in biology and medicine**, v. 111, p. 103345, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010482519302148>. Acesso em: 10 maio 2021.

DENG, Li; YU, Dong. Deep learning: methods and applications. **Foundations and trends in signal processing**, v. 7, n. 3–4, p. 197-387, 2014. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1561/20000000039>. Acesso em: 10 maio 2021.

ELKORANY, Ahmed S.; ELSHARKAWY, Zeinab F. Automated optimized classification techniques for magnetic resonance brain images. **Multimedia Tools and Applications**, v. 79, n. 37, p. 27791-27814, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-020-09306-6>. Acesso em: 10 maio 2021.

FAROOQ, Ammarah *et al.* A deep CNN based multi-class classification of Alzheimer's disease using MRI. *In: 2017 IEEE International Conference on Imaging systems and techniques (IST)*. IEEE, 2017. p. 1-6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8261460/>. Acesso em: 10 maio 2021.

FELIZARDO, K. R.; NAKAGAWA, E. Y.; FABBRI, S. C. P. F., FERRARI, F. C.. **Revisão sistemática da literatura em Engenharia de Software: teoria e prática**. Elsevier, Rio de Janeiro, 1ª edição, 2017. Disponível em: <https://www.scribd.com/document/387133513/Revisao-Sistemica-Da-Literatura-Em-Engenharia-de-Software-Teoria-e-Pratica-Elisa-Yumi-Nakagawa>. Acesso em: 10 maio 2021.

GAMA, Ítalo; COELHO, Alessandra; BAFFA, Matheus. Fundus Eye Images Classification for Diabetic Retinopathy Detection Using Very Deep Convolutional Neural Network. *In: WORKSHOP DE VISÃO COMPUTACIONAL*, 16., 2020. **Anais do XVI Workshop de Visão Computacional**. SBC, 2020. p. 24-29. Disponível em: <https://scholar.archive.org/work/6d5bokifj5hq3emp45te64lboe/access/wayback/https://sol.sbc.org.br/index.php/wvc/article/download/13497/13345>. Acesso em: 10 maio 2021.

GHAHFARROKHI, Sepehr Salem; KHODADADI, Hamed. Human brain tumor diagnosis using the combination of the complexity measures and texture features through magnetic resonance image. **Biomedical Signal Processing and Control**, v. 61, p. 102025, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1746809420301816>. Acesso em: 10 maio 2021.

GHASEMI, Majid *et al.* T2-fdl: A robust sparse representation method using adaptive type-2 fuzzy dictionary learning for medical image classification. **Expert Systems with Applications**, v. 158, p. 113500, 2020. Disponível em:



<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417420303249>. Acesso em: 10 maio 2021.

GOYAL, Soniya; SHEKHAR, Sudhanshu; BISWAS, K. K. Automatic Detection of Brain Abnormalities and Tumor Segmentation in MRI Sequence. **Indian Institute of Technology**, India, 2011. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.259.1935&rep=rep1&type=pdf> Acessado em: 06 nov. 2021.

HOULT, David I.; BHAKAR, Balram. NMR signal reception: Virtual photons and coherent spontaneous emission. **Concepts in Magnetic Resonance: An Educational Journal**, v. 9, n. 5, p. 277-297, 1997. Disponível em: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(SICI\)1099-0534\(1997\)9:5%3C277::AID-CMR1%3E3.0.CO;2-W](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1099-0534(1997)9:5%3C277::AID-CMR1%3E3.0.CO;2-W). Acesso em: 10 maio 2021.

HUANG, Zheng *et al.* A Computer-aided Diagnosis System For Brain Magnetic Resonance Imaging Images Using A Novel Differential Feature Neural Network. **Computers in Biology and Medicine**, p. 103818, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010482520301840>. Acesso em: 10 maio 2021.

INCA, Instituto Nacional do Câncer. **Câncer do sistema nervoso central**. 2021. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/tipos-de-cancer/cancer-do-sistema-nervoso-central>. Acessado em: 06 mai. 2021.

ISMAEL, Mustafa R.; ABDEL-QADER, Ikhlas. Brain tumor classification via statistical features and back-propagation neural network. *In: 2018 IEEE international conference on electro/information technology (EIT)*. IEEE, 2018. p. 0252-0257. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8500308/>. Acesso em: 10 maio 2021.

KUMAR, PM Sanjeev; CHATTEIJEE, Subarna. Computer aided diagnostic for cancer detection using MRI images of brain (Brain tumor detection and classification system). *In: 2016 IEEE Annual India Conference (INDICON)*. IEEE, 2016. p. 1-6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7838875/>. Acesso em: 10 maio 2021.

LEEDS, Daniel D. *et al.* Comparing Visual Representations Across Human Fmri And Computational Vision. **Journal of vision**, v. 13, n. 13, p. 25-25, 2013. Disponível em: <https://jov.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2193844>. Acesso em: 10 maio 2021.

LEKADIR, Karim *et al.* A convolutional neural network for automatic characterization of plaque composition in carotid ultrasound. **IEEE journal of biomedical and health informatics**, v. 21, n. 1, p. 48-55, 2016. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7752798/>. Acesso em: 10 maio 2021.

LITJENS, Geert *et al.* A survey on deep learning in medical image analysis. **Medical image analysis**, v. 42, p. 60-88, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361841517301135>. Acesso em: 10 maio 2021.



LIU, Lu et al. Deep learning based optimization in wireless network. *In: 2017 IEEE international conference on communications (ICC)*. IEEE, 2017. p. 1-6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7996587/>. Acesso em: 10 maio 2021.

LOUIS, David N. *et al.* The 2016 World Health Organization Classification Of Tumors Of The Central Nervous System: A Summary. **Acta neuropathologica**, v. 131, n. 6, p. 803-820, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00401-016-1545-1>. Acesso em: 10 maio 2021.

MABROUK, Mai S.; MARZOUK, Samir Y.; AFIFY, Heba M. An Efficient Computer Aided Detection for 3D Neurostructural Reconstruction of Magnetic Resonance Images. *In: 2018 9th Cairo International Biomedical Engineering Conference (CIBEC)*. IEEE, 2018. p. 21-24. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8641798/>. Acesso em: 10 maio 2021.

PAUL, Jasmine; SIVARANI, T. S. Computer aided diagnosis of brain tumor using novel classification techniques. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, p. 1-11, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12652-020-02429-6>. Acesso em: 10 maio 2021.

SAMANTA, Atanu K.; KHAN, Asim Ali. Computer aided diagnostic system for automatic detection of brain tumor through MRI using clustering based segmentation technique and SVM classifier. *In: International conference on advanced machine learning technologies and applications*. Springer, Cham, 2018. p. 343-351. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-74690-6_34. Acesso em: 10 maio 2021.

SANTOS, Marcel Koenigkam *et al.* Artificial Intelligence, Machine Learning, Computer-aided Diagnosis, And Radiomics: Advances In Imaging Towards To Precision Medicine. **Radiologia Brasileira**, v. 52, n. 6, p. 387-396, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rb/a/8668GxBGMLncZY3W3n8nktr/?format=html&lang=en>. Acesso em: 10 maio 2021.

SARHAN, Ahmad M. *et al.* Brain Tumor Classification in Magnetic Resonance Images Using Deep Learning and Wavelet Transform. **Journal of Biomedical Science and Engineering**, v. 13, n. 06, p. 102, 2020. Disponível em: https://www.scirp.org/html/2-9102661_100953.htm. Acesso em: 10 maio 2021.

SOUZA, D. L., COELHO, A. M., BAFFA, M. F. O.. **Brain Tumor Classification on Multi-Modality MRI Using Radiomics Features**. 2021. No Prelo.

SUDHARSON, S.; KOKIL, Priyanka. Computer-aided diagnosis system for the classification of multi-class kidney abnormalities in the noisy ultrasound images. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, p. 106071, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169260721001462>. Acesso em: 10 maio 2021.

TIWARI, Puneet et al. Computer aided diagnosis system-a decision support system for clinical diagnosis of brain tumours. **International Journal of Computational**



Intelligence Systems, v. 10, n. 1, p. 104-119, 2017. Disponível em:
<https://www.atlantis-press.com/journals/ijcis/25865495/view>. Acesso em: 10 maio 2021.

TOMASZEWSKI, Michal R.; GILLIES, Robert J. The biological meaning of radiomic features. **Radiology**, v. 298, n. 3, p. 505-516, 2021. Disponível em:
<https://pubs.rsna.org/doi/abs/10.1148/radiol.2021202553>. Acesso em: 10 maio 2021.

TREVIZOL, Alisson P. *et al.* New-onset psychiatric symptoms following intracranial meningioma in a patient with schizophrenia: a case study. **Brazilian Journal of Psychiatry**, v. 41, n. 1, p. 91-92, 2019. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbp/a/xWwSGSTTFKdqt8gwtpTbjZpF/?format=html&lang=en>. Acesso em: 10 maio 2021.

WANG, Zhengjia *et al.* Rapid And Automatic Detection Of Brain Tumors In Mr Images. *In: Medical Imaging 2004: Physiology, Function, and Structure from Medical Images*. International Society for Optics and Photonics, 2004. p. 602-612. Disponível em: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/5369/0000/Rapid-and-automatic-detection-of-brain-tumors-in-MR-images/10.1117/12.538035.short>. Acesso em: 10 maio 2021.

WOLTERINK, Jelmer M. *et al.* Automatic coronary artery calcium scoring in cardiac CT angiography using paired convolutional neural networks. **Medical image analysis**, v. 34, p. 123-136, 2016. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361841516300226>. Acesso em: 10 maio 2021.

YANASE, Juri; TRIANTAPHYLLOU, Evangelos. A systematic survey of computer-aided diagnosis in medicine: Past and present developments. **Expert Systems with Applications**, v. 138, p. 112821, 2019. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417419305238>. Acesso em: 10 maio 2021.

YIN, Bo; WANG, Chao; ABZA, Francis. New brain tumor classification method based on an improved version of whale optimization algorithm. **Biomedical Signal Processing and Control**, v. 56, p. 101728, 2020. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S174680941930309X>. Acesso em: 10 maio 2021.



FRUTAS MINIMAMENTE PROCESSADAS COMO CARREADORAS DE BACTÉRIAS PROBIÓTICAS

Beatriz Veltre Costa
Eliane Maurício Furtado Martins
Marcela Pereira Machado
Maurílio Lopes Martins
Patrícia Rodrigues Condé
Sarah Ferreira Santos

1 Introdução

O mercado de produtos minimamente processados e prontos para o consumo, bem como o de alimentos funcionais, tem ganhado destaque na sociedade, devido ao estilo de vida caracterizado pelo tempo reduzido para a preparação de alimentos e a crescente demanda dos consumidores por produtos frescos e de consumo rápido (DÁVILA-AVIÑA *et al.*, 2020).

Para um alimento ser considerado funcional, este deve apresentar uma ou mais funções específicas no organismo (HENRIQUE *et al.*, 2018) e, entre esses produtos, destacam-se os probióticos, microrganismos vivos que, quando administrados em quantidade adequada, conferem benefícios à saúde do hospedeiro (FAO/WHO, 2001).

A ingestão de alimentos contendo probióticos tem sido atribuída a alguns efeitos benéficos à saúde, como regulação da microbiota intestinal, imunostimulação, aumento da tolerância à lactose, eliminação de carcinógenos, aumento da biodisponibilidade de nutrientes, redução de patógenos intestinais, redução da incidência de tumores de cólon, entre outros (GRANATO *et al.*, 2010).

No entanto, a maioria dos produtos ofertados nos supermercados com bactérias probióticas é de origem láctea, o que limita o consumo por uma parte da população. Nematollahi *et al.* (2016) constataram que problemas relacionados à alergia e intolerância aos derivados lácteos, ao alto teor de colesterol presente nesses produtos, além de aspectos culturais como veganismo ou vegetarianismo e crenças religiosas, entre outros fatores, colaboram com o aumento da demanda pela incorporação de bactérias probióticas em produtos não lácteos.

Dessa forma, docentes do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - *campus* Rio Pomba, com o auxílio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa



de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), têm desenvolvido estudos com o intuito de avaliar a viabilidade de diferentes produtos vegetais como carreadores de culturas probióticas.

Uma matriz alimentícia que tem sido amplamente pesquisada como um veículo alternativo desses microrganismos são as frutas e, segundo Martins *et al.* (2013), produtos probióticos à base de frutas e hortaliças, já estão disponíveis nos mercados americano e europeu na forma de sucos fermentados, vegetais minimamente processados, purê de vegetais e frutas secas, e têm conquistado os consumidores devido ao apelo saudável desses alimentos. Assim, levando em consideração a importância de novas matrizes não lácteas, este capítulo tem como objetivo expor informações sobre o desenvolvimento de frutas minimamente processadas adicionadas de culturas probióticas.

2 Probióticos

Os consumidores estão cada vez mais preocupados com sua qualidade de vida, o que vem refletindo diretamente na incorporação de hábitos mais saudáveis em sua rotina. Com isso, a demanda por alimentos funcionais tem aumentado devido aos benefícios exercidos sobre as funções específicas no organismo, além de fornecer um efeito nutricional adequado (GUIMARÃES *et al.*, 2020).

Novos alimentos com alegações funcionais são desenvolvidos pelas indústrias de alimentos e, entre os principais ingredientes utilizados na elaboração desses produtos, encontram-se os probióticos, que são microrganismos vivos que conferem benefícios à saúde do hospedeiro, quando administrados em quantidades adequadas (FAO/WHO, 2001). No entanto, não existe uma norma sobre a quantidade mínima a ser consumida que garanta sua funcionalidade (MARTINS, 2012). Segundo a FAO (2001), um alimento probiótico deve apresentar uma contagem de células viáveis de, pelo menos, 10^6 a 10^7 UFC.g⁻¹, sendo recomendado uma ingestão diária de 10^8 a 10^9 UFC por dia (BRASIL, 2008; BANSAL *et al.*, 2016). Valores inferiores podem ser aceitos desde que comprovada a eficácia do produto (BRASIL, 2008).

Os probióticos mantêm e restauram a homeostase do intestino, controlam infecções intestinais, estimulam a motilidade intestinal, melhoram a absorção de determinados nutrientes, aliviam os sintomas de intolerância à lactose, reduzem os



níveis de colesterol, possuem efeito anticarcinogênico, auxiliam na manutenção do equilíbrio na composição da microbiota intestinal e estimulam o sistema imunológico na produção de anticorpos (COLLADO *et al.*, 2009; LEE; LIONG; CHOI, 2015).

Estudos têm demonstrado que os alimentos funcionais com bactérias probióticas fornecem ação protetora a agentes patogênicos e benefícios nutricionais (HOSSAINI; PIVELAR, 2017). Essa defesa pode ser relacionada com a competição por receptores de células hospedeiras e com a produção ou liberação de substâncias antimicrobianas, como ácido lático, peptídeos e peróxido de hidrogênio (KHANEGHAH *et al.*, 2019).

Apesar do desenvolvimento desses produtos ser um desafio, uma vez que a concentração dos microrganismos no alimento sofre influência da composição da matriz alimentar e de condições de processamento como, temperatura em que o alimento é exposto, condições de envase, materiais da embalagem, condições de armazenamento, entre outros (PERRICONE *et al.*, 2015), o mercado mundial de probióticos tem aumentado, devido ao espaço que esses produtos vêm ganhando nas prateleiras dos supermercados, em consequência da conscientização e preocupação dos consumidores com a alimentação.

Segundo Fenster *et al.* (2019), os probióticos podem ser incorporados em suplementos dietéticos e outras matrizes alimentares "secas" que devem ter até 24 meses de estabilidade à temperatura ambiente.

Várias abordagens são realizadas para melhorar e sustentar a viabilidade das células microbianas, como seleção de estirpes adequadas, tecnologias de imobilização, desenvolvimento de simbióticos, etc. (TERPOU *et al.*, 2019).

3 Principais gêneros de bactérias probióticas

Os principais microrganismos probióticos utilizados no mercado pertencem aos gêneros *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, que abrigam muitas espécies estabelecidas no mercado de probióticos por seu histórico de segurança e uso (DOUILLARD; VOS, 2019).

As espécies do gênero *Bifidobacterium* estão presentes naturalmente no trato gastrointestinal, cavidade oral e vaginal dos seres humanos e são descritas como Gram-positivas, não esporuladas, anaeróbias e possuem pH ótimo de



desenvolvimento entre 6,5 e 7,0 (BIAVATI *et al.*, 2000). Seu potencial probiótico é reconhecido desde o início de sua descoberta em função de taxas reduzidas de diarreia em bebês amamentados, devido à maior presença dessas bactérias no intestino, quando comparado com crianças que foram alimentadas com mamadeira (QUIGLEY, 2017).

Esse gênero é constituído por mais de 35 espécies, das quais as mais utilizadas em produtos alimentícios são *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium breve* e *Bifidobacterium adolescentis* (FERREIRA, 2003).

Em contrapartida, *Lactobacillus* é o principal gênero dentro do grupo das bactérias lácticas, sendo considerado microrganismo importante para a indústria de alimentos por ser usado em muitas fermentações (MARTINS, 2012). Essas bactérias são descritas como um grupo heterogêneo de bastonetes regulares, Gram-positivos, não esporulados e catalase negativa (FERREIRA, 2003). Possuem temperatura ótima de crescimento entre 35°C a 40°C, são acidúricos com pH ótimo entre 4,5 e 6,4 e taxa de crescimento frequentemente reduzida quando o pH atinge 3,6 a 4,0 (SHAH, 2007).

Diversas espécies de *Lactobacillus* foram isoladas do organismo humano, sendo as mais utilizadas em alimentos: *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum* e *Bifidobacterium lactis* (MARTINS *et al.*, 2013).

4 Frutas como matriz alimentícia para adição das culturas probióticas

Os primeiros alimentos probióticos comercializados no mundo foram o iogurte e o leite fermentado. Desde então, esses têm sido veículos importantes para a distribuição das culturas probióticas em termos de diversidade e vendas, uma vez que são vistos como alimentos saudáveis (VINDEROLA; BURNS; REINHEIMER, 2017).

Produtos lácteos são promissores para a adição de bactérias probióticas por apresentarem excelentes condições para a manutenção da viabilidade desses microrganismos. Entretanto, tem aumentado o número de pessoas que não podem consumir esses produtos, devido a problemas de intolerância à lactose, alergia à proteína do leite e ao conteúdo elevado de colesterol presente (SHORI, 2015). Aliado a isso, a sociedade vem substituindo o uso de proteína animal por refeições à base



de plantas, que intensificou ainda mais com a pandemia do coronavírus (HORTIFRUTI, 2021).

Para atender tais necessidades, produtos não lácteos têm sido estudados como alternativa para o desenvolvimento de novos produtos funcionais probióticos e, com isso, as frutas têm ganhado destaque, já que as mesmas são altamente nutritivas, o que contribui para o crescimento desses microrganismos (MARTINS *et al.*, 2013; CAMPOS *et al.*, 2018). Fibras, carboidratos, vitamina C, vitaminas do complexo B, provitamina A, minerais e fitoquímicos fazem parte das características intrínsecas das frutas e são importantes na atuação desses produtos como carreadores de probióticos (CAMPOS *et al.*, 2020).

No entanto, há alguns fatores que podem limitar a sobrevivência desses microrganismos, principalmente a sua acidez que está relacionada com o alto nível de ácidos orgânicos e oxigênio dissolvido (VINDEROLA; BURNS; REINHEIMER, 2017). Por isso, os estudos com novas matrizes alimentares e estirpes probióticas são necessários para avaliar a viabilidade das novas matrizes.

Pesquisas realizadas no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – *campus* Rio Pomba no período de 2010 a 2020, com o intuito de avaliar o potencial da adição de probióticos em diferentes produtos de frutas e hortaliças, apresentaram resultados promissores. Esses estudos já comprovaram que matrizes vegetais, como frutas minimamente processada (MARTINS *et al.*, 2016; RIBEIRO *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2020), suco misto de abacaxi com juçara (CAMPOS *et al.*, 2018), suco misto de juçara e manga (MOREIRA *et al.*, 2017), suco de jabuticaba (OLIVEIRA *et al.*, 2017), antepasto de vegetais (CAMPOS *et al.*, 2019) e balas de gelatina com polpas de frutas (MIRANDA *et al.*, 2020), podem veicular bactérias probióticas.

5 Panorama da produção de frutas no país

Segundo a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados, o Brasil possui mais de 2,5 milhões de hectares cultivados em todo o seu território, com uma estimativa de produção de 43 milhões de toneladas (ABRAFRUTAS, 2019).



O mercado interno brasileiro absorve grande parte dessa produção, uma vez que apenas 3% do que é produzido é destinado à exportação (ABRAFRUTAS, 2019). Entretanto, o consumo per capita dos brasileiros é aproximadamente 58 quilos por ano, o que ainda é baixo, uma vez que a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda uma ingestão de 140 quilos por pessoa (CARVALHO; KIST; BELING, 2019), o equivalente a 400g por dia.

Estima-se que a ingestão insuficiente de frutas e hortaliças seja responsável por cerca de 14% das mortes de câncer gastrointestinal em todo o mundo, 11% de doença cardíaca isquêmica e 9% de acidente vascular cerebral. Além desses dados, em 2017, cerca de 3,9 milhões de mortes em todo mundo foram atribuídas a essa deficiência nutricional (FAO, 2020).

Apesar do comportamento alimentar da população ser moldado por fatores físicos, biológicos, psicológicos, históricos e culturais, e não ser possível examinar todos os fatores que influenciam o consumo de frutas, há alguns que podem ser citados, como a disponibilidade, acessibilidade, falta de conhecimento sobre os benefícios, políticas nacionais, entre outras (FAO, 2020).

Como forma de aumentar a disponibilidade de frutas e seu consumo pela população, os produtores têm investido em tecnologias no campo para potencializar a produtividade do país. No entanto, aliado a isso, é preciso aplicar técnicas com o intuito de reduzir perdas e desperdícios pós-colheita (CAVALLARI; BRITO; LEITE, 2018). Uma opção para tais problemas é a produção de alimentos minimamente processados, que são partes de frutas e hortaliças que passaram pelas etapas de lavagem, sanitização, corte e/ou fatiamento, embalagem e armazenamento sob refrigeração, o que proporciona a oferta de produtos com qualidade, segurança e com aspectos semelhantes aos alimentos frescos (MARTINS, 2012).

A realização desse processo permite aproveitar vegetais que não possuem valor comercial na forma *in natura* em função de tamanho ou pequenas injúrias e inconformidades (GUTERRES, 2019), como também, incentivar o consumo desses alimentos que, muitas vezes, requer várias operações antes de serem ingeridos, como por exemplo, lavagem, sanitização, descascamento e corte.

6 Processamento mínimo e inoculação de bactérias probióticas em frutas

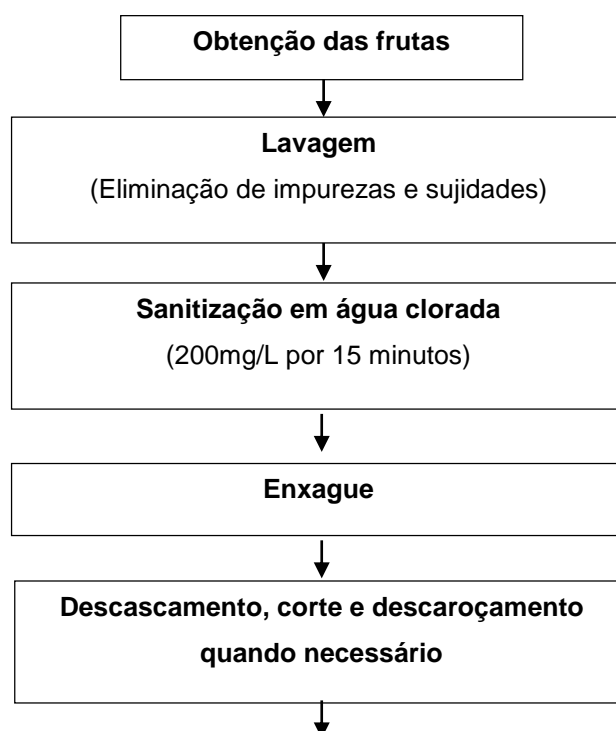
Com o aumento da procura por alimentos práticos para o consumo e ao mesmo tempo nutritivos, o mercado de produtos minimamente processados tem ganhado destaque nos últimos tempos (MENEZES, 2018), em função da oferta de produtos com qualidade e características de frutos frescos.

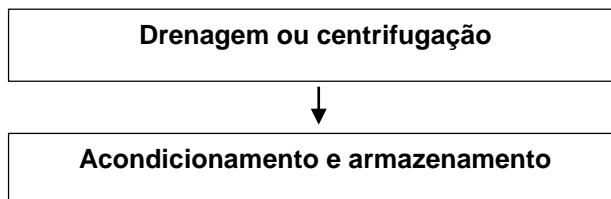
Nesse contexto, a elaboração de saladas e mix de frutas é uma alternativa viável para a cadeia de processamento mínimo como forma de incentivar a ingestão desses alimentos pela praticidade oferecida ao consumidor que adquire uma variedade de frutas prontas para o consumo.

As frutas destinadas ao processamento mínimo devem ser obtidas no estágio de maturação adequado e em ótimas condições sanitárias para que se obtenha um produto final de qualidade. Aliado a isso, é preciso adotar as técnicas de Boas Práticas de Fabricação para minimizar os riscos e reduzir e/ou eliminar os perigos físicos e biológicos.

Nesse sentido, o processamento é composto por algumas etapas para garantir a qualidade, como lavagem em água potável, sanitização em água clorada, descascamento e corte, drenagem, acondicionamento em embalagens adequadas e armazenamento sob refrigeração (FIGURA 1).

Figura 1- Fluxograma geral do processamento mínimo de frutas.





Fonte: Elaboração própria.

Uma opção para agregar maior funcionalidade a esses produtos e atender a uma nova demanda dos consumidores que buscam funcionalidade é a adição de bactérias probióticas às frutas processadas. Estudos têm sido realizados com o intuito de avaliar o potencial probiótico desses alimentos (Tabela 1) e os resultados são motivadores.

Röbke *et al.* (2010) constataram ótimas contagens de *L. rhamnosus* em maçãs minimamente processadas e verificaram que as propriedades físico-químicas se mantiveram ao longo dos 10 dias de armazenamento, o que também foi observado no estudo de Ribeiro *et al.* (2020), que avaliou pêssegos minimamente processados com culturas probióticas e demonstrou a capacidade dessas frutas em carrear microrganismos probióticos e manter as características durante sua vida útil.

Tabela 1 - Estudos de viabilidade de bactérias probióticas em frutas minimamente processadas.

Matriz alimentícia	Bactéria probiótica	Viabilidade (UFC/g)	Tempo (dias)	Referência
Maçã	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG	>10 ⁸	10	Röbke <i>et al.</i> (2010)
Abacaxi, banana, goiaba, maçã, mamão e manga	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	>10 ⁸	5	Martins (2012)
	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	>10 ⁷		
	<i>Lactobacillus plantarum</i>	>10 ⁷		
Melão	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	>10 ⁸	5	Oliveira <i>et al.</i> (2014)
Abacaxi	<i>Lactobacillus plantarum</i>	>10 ⁷	8	Chiara <i>et al.</i> (2014)
	<i>Lactobacillus fermentum</i>	>10 ⁶		
Melão	<i>Lactobacillus plantarum</i> B2 e <i>Lactobacillus fermentum</i>	>10 ⁷	11	Russo <i>et al.</i> (2015)



Cenoura e goiaba	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus paracasei</i>	>10 ⁶	12	Rodrigues (2017)
Pera	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	>10 ⁷	9	Iglesias <i>et al.</i> (2018)
Maçã	<i>Bifidobacterium animalis subsp.</i> <i>lactis</i> BB-12	>10 ⁶	7	Rahmdel <i>et al.</i> (2019)
Pêssego	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Lactobacillus plantarum</i>	> 10 ⁸ >10 ⁷ >10 ⁷	5	Ribeiro <i>et al.</i> (2020)
Maçã	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> e <i>Bifidobacterium animalis subsp.</i> <i>Lactis</i>	>10 ⁹	8	Alvarez <i>et al.</i> (2021)
Mirtilo	<i>Lactobacillus casei</i> e <i>Bifidobacterium animalis subsp.</i> <i>Lactis</i>	>10 ⁶	14	Bambace, Alvarez e Moreira (2021)

Fonte: Elaboração própria.

Martins (2012) avaliou a viabilidade e a adesão de *L. rhamnosus*, *L. plantarum* e *L. acidophilus* em abacaxi, banana, goiaba, maçã, mamão e manga, verificando uma maior adesão desses microrganismos na banana, maçã e goiaba. Além disso, a autora constatou que a adição de *L. rhamnosus* e *L. plantarum* não alterou a textura das frutas utilizadas.

Já Oliveira *et al.* (2014) verificaram alteração no pH e acidez ao longo do período de estocagem de melões acrescidos com *L. rhamnosus*, houve uma redução da firmeza ao longo do tempo. Entretanto, a microscopia eletrônica de varredura revelou a adesão do probiótico na superfície da fruta e, apesar de algumas alterações físico-químicas, o melão apresenta-se como um potencial veículo do probiótico.

Russo *et al.* (2015), estudaram a adição de *L. plantarum* B2 e *Lactobacillus fermentum* PBCC11.5 em melão minimamente processado por imersão em solução e



constataram contagens superiores a 10^7 UFC/g de ambos os probióticos ao longo dos 11 dias de armazenamento.

Em 2019, por meio de projeto de Iniciação Científica vinculado ao programa de Mestrado profissional, pesquisadores e estudantes do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do *campus* Rio Pomba, avaliaram a viabilidade da utilização de saladas de frutas minimamente processadas contendo goiaba, manga, melão e uva como carreadora de *L. rhamnosus* e *L. plantarum* por durante cinco dias, e verificaram concentrações acima de 10^5 UFC/g ao longo do período analisado, atendendo à literatura internacional que relata a necessidade de contagens acima de 10^6 UFC por porção do alimento. Considerando o consumo de 100g do produto por porção, serão ingeridas, aproximadamente, 10^7 UFC de células.

Portanto, a partir desses estudos, é possível notar que diferentes frutas se apresentam como um veículo potencial para as bactérias probióticas, contribuindo para o desenvolvimento de novos produtos.

7 Conclusão

As frutas têm ganhado destaque em função de seus nutrientes, que permitem o desenvolvimento de microrganismos probióticos, e pelo fato de sua cadeia produtiva ser de suma importância para o agronegócio do país. Com a grande diversidade de frutas no Brasil, o processamento visa agregar valor aos produtos elaborados e, portanto, a elaboração de saladas de frutas representa uma nova opção de consumo de alimentos saudáveis contendo probióticos para a população que consome produtos lácteos e não lácteos. Ressalta-se a importância da manutenção refrigerada do produto durante o transporte, distribuição e comercialização.

É de suma importância a realização de estudos de viabilidade com novas culturas probióticas a fim de testar novas matrizes e desenvolver novos produtos probióticos não lácteos.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *campus* Rio Pomba e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).



Referências Bibliográficas

- ABRAFRUTAS. Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. **Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo**. ABRAFRUTAS, 2019. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2019/03/brasil-e-o-terceiro-maior-produtor-de-frutas-do-mundo-diz-abrafrutas/>. Acesso em 16 abr. 2021.
- ALVAREZ, M.V.; BAMBECE, M.F.; QUINTANA, G.; GOMEZ-ZAVAGLIA, A.; MOREIRA, M.D.R. Prebiotic-alginate edible coating on fresh-cut apple as a new carrier for probiotic lactobacilli and bifidobacteria. **LWT**. v.137, p. 110483, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110483>.
- BAMBACE, M. F.; ALVAREZ, M. V.; MOREIRA, M.R. Ready-to-eat blueberries as fruit-based alternative to deliver probiotic microorganisms and prebiotic compounds. **Food Science and Technology**, v. 142, 111009, 2021.
- BANSAL, S.; MANGAL, M.; SAHRMA, S.K.; YADV, D.N.; GUPTA, R.K. Optimization of process conditions for developing yoghurt like probiotic product from peanut. **LWT – Food Science and Technology**, v. 73, p. 6-12, 2016.
- BIAVATI, B.; VESCOVO, M.; TORRIANI, S.; BOTTAZZI, V. Bifidobacteria: history, ecology, physiology and applications. **Annals of Microbiology**, v. 50, p. 117-131, 2000.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos com alegações de propriedades funcionais e/ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos: IX lista de alegações de propriedades funcional aprovada, 2008. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/395734/Guia+para+Comprova%C3%A7%C3%A3o+da+Seguran%C3%A7a+de+Alimentos+e+Ingredientes/f3429948-03db-4c02-ae9c-ee60a593ad9c>. Acesso em 16 abr. 2021.
- CAMPOS, P.A.; CAMPOS, R.C.D.A.B.; MARTINS, M.L.; MARTINS, A.D.D.O.; MARTINS, E.M.F. Produtos de origem vegetal contendo bactérias probióticas com ênfase em vegetais fermentados. In: BENEVENUTO, W.C.A.D.N.; MARTINS, M.L.; JÚNIOR, A.A.B.; MARTINS, E.M.F.; MARTINS, J.M.; SILVA, M.H.L.; SILVA, V.R.O.; MARTINS, A.D.D.O. (Org.). **Contribuições para a Área de Alimentos: Experiências do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campus Rio Pomba**. 1.ed. Rio Pomba: IF SUDESTE MG, 2020. cap. 3, p. 37 -71.
- CAMPOS, P.A.; MARTINS, E.M.F.; MARTINS, M.L.; MARTINS, A.D.O.; JÚNIOR, B.R.C.L.; SILVA, R.R.; TREVIZANO, L.M. In vitro resistance of *Lactobacillus plantarum* LP299v or *Lactobacillus rhamnosus* GG carried by vegetable appetizer. **Food Science and Technology**, v. 116, p. 1-7, 2019.
- CAMPOS, R.C.A.B.; MARTINS, E.M.F.; PIRES, B.A.; PELUZIO, M.C.G.; CAMPOS, A.N.R.; RAMOS, A.M.; LEITE-JÚNIOR, B.R.C.; MARTINS, A.D.O.; SILVA, R.R.; MARTINS, M.L. In vitro and in vivo resistance of *Lactobacillus rhamnosus* GG carried



by a mixed pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill) and jussara (*Euterpe edulis* Martius) juice to the gastrointestinal tract. **Food Research International**, 2018. Artigo in press.

CARVALHO, C.D.; KIST, B.B.; BELING, R.R. **Anuário brasileiro de Horti&Fruti** 2020. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2019. 96 p.

CAVALLARI, L.G.; BRITO, P.R.O.D.; LEITE, V.D.C. Deficiências do manejo pós-colheita de frutas e hortaliças no Brasil. *In: 7ª Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatu*, 7, 2018, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu, 29 de outubro a 01 de novembro, 2018.

CHIARA, M.L.V.D.; VERNILE, A.; AMODIO, M.L.; ARENA, M.P.; CAPOZZI, V.; MASSA, S.; SPANO, G. Fresh-cut pineapple as a new carrier of probiotic lactic acid bacteria. **Biomed Research International**, v. 2014, 2014, 309183.

COLLADO, M.C.; ISOLAURI, E.; SALMINEN, S.; SANZ, Y. The impact of probiotic on gut health. **Current Drug Metabolism**, v. 10, p. 68–78, 2009.

DÁVILA-AVIÑA, J.E.; RÍOS-LÓPEZ, A.; AGUAYO-ACOSTA, A.; SOLÍS-SOTO, L.Y. Probiotics in fresh-cut produce. *In: SIDDQUI, M.W. (Ed.). Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Technologies and Mechanisms for Safety Control*. EBook: 2020. Chapter 10, p. 205 - 223.

DOUILLARD, F.P.; VOS, W.M. Biotechnology of health-promoting bacteria. **Biotechnology Advances**, v. 37, 2019 [107369].

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fruit and vegetables - your dietary essentials: the international year of fruits and vegetables 2021**. Background paper, Rome, 2020.

FAO/WHO. Food and Agriculture Organization of United Nations/World Health Organization. **Evaluation of Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria**. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Córdoba, Argentina, 2001.

FENSTER, K.; FREEBURG, B.; HOLLARD, C.; WONG, C.; LAURSEN, R.R.; OUWEHAND, A.C. The Production and Delivery of Probiotics: A Review of a Practical Approach. **Microorganisms**, p. 1-17, 2019.

FERREIRA, C.L.L.F. Grupo de Bactérias Lácticas – Caracterização e Aplicação Tecnológicas de Bactérias Probióticas. *In: Prebióticos e Probióticos: atualização e prospecção*. Viçosa: UFV, 2003. p.07-33.

GRANATO, D.; BRANCO, G. F.; NAZZARO, F.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F. Functional foods and non dairy probiotic food development: trends, concepts and products. **Comprehensive Reviews in food science and food safety**, v. 9, n. 3, p. 291-302, 2010.



GUIMARÃES, J. T.; BALTHAZAR, C. F.; SILVA, R.; ROCHA, R.S.; GRAÇA, J.S.; ESMERINO, E. A.; SILVA, M. C.; SANT'ANA, A. S.; DUARTE, M. C. K. H.; FREITAS, M. Q.; CRUZ, A. G. Impact of probiotics and prebiotics on food texture. **Food Science and Technology**, v. 33, p.38 – 44, 2020.

GUTERRES, F.M. **Análise da viabilidade econômico-financeira para implantação de uma micro agroindústria de vegetais minimamente processados no município de Alegrete/RS**. 2019. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia Econômica) - Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2019.

HENRIQUE, V.A.; NUNES, C.D.R.; AZEVEDO, F.T.; PEREIRA, S.M.D.F.; BARBOSA, J.B.; TALMA, S.V. **Alimentos funcionais: aspectos nutricionais na qualidade de vida**. Aracaju: IFS, 2018. E-book.

HORTIFRUTI BRASIL. **2021, O ano das frutas e vegetais**. Piracicaba: CEPEA - ESALQ/USP, n° 208, 2021. 36p.

HOSSAINI, H.; PILEVAR, Z. Effects of starter cultures on the properties of meat products: A review. **Annual Research & Review in Biology**. v.17, p. 1–17, 2017.

IGLESIAS, M. B.; ECHEVERRÍA, G.; VIÑAS, I.; LÓPEZ, M. L.; ABADIAS, M. Biopreservation of fresh-cut pear using *Lactobacillus rhamnosus* GG and effect on quality and volatile compounds. **LWT-Food Science and Technology**, v. 87, p. 581-588, 2018.

KHANEGHAH, A.M.; ABHARI, K.; ES, I.; SOARES, M.B.; OLIVEIRA, R.B.A.; HOSSEINI, H.; REZAEI, M.; BALTHAZAR, C.F.; SILVA, R.; CRUZ, A.G.; RANADHEERA, C.S.; SANT'ANA, A.S. Interactions between probiotics and pathogenic microorganisms in hosts and foods: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 95, p. 205 - 2018, 2019.

LEE, B.H.; LIONG, M.T; CHOI, S. Probiotics in Health and Diseases. *In*: RAI, V.R.; BAI, J.A. (Ed.). **Beneficial Microbes in fermented and Funcional Foods**. 1. ed. Miami, CRC Press, 2014. chapter 9, p. 167-183.

MARTINS, E. M. F.; RAMOS, A. M.; VANZELA, E. S. L.; STRINGHETA, P. C.; DE OLIVEIRA PINTO, C. L.; MARTINS, J. M. Products of vegetable origin: A new alternative for the consumption of probiotic bacteria. **Food Research International**, v. 51, n.2, p. 764-770, 2013.

MARTINS, E.M.F. **Viabilidade do uso de salada de frutas minimamente processada como veículo de micro-organismos probióticos**. 2012. 84 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

MARTINS, E.M.F.; RAMOS, A.M.; MARTINS, M.L.; LEITE JÚNIOR, B.R.C. Fruitsalad as a new vehicle for probiotic bacteria. **Food Science and Technology**, v. 36, n. 3, p. 540-548, 2016.



- MENEZES, V.A.D. **Avaliação histórica da aquisição de vegetais minimamente processados por restaurantes de uma universidade pública.** 2018. 26 f. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- MIRANDA, J.S.; COSTA, B.V.; OLIVEIRA, I.V.; LIMA, D.C.N.D.; MARTINS, E.M.F.; JÚNIOR, B.R.D.C.L.; BENEVENUTO, W.C.A.D.N.; QUEIROZ, I.C.D.; SILVA, R.D.; MARTINS, M.L. Probiotic jelly candies enriched with native Atlantic Forest fruits and *Bacillus coagulans* GBI-30 6086. **Food Science and Technology**, v. 126, p. 1-6, 2020.
- MOREIRA, R. M.; MARTINS, M. L.; JUNIOR, B. R. C. L.; MARTINS, E. M. F.; RAMOS, A. M.; CRISTIANINI, M.; CAMPOS, A. N. R.; STRINGHETA P. C.; SILVA V. R. O; CANUTO, J. W. ; OLIVEIRA, D. C. de; PEREIRA, D. C. S. Development of a juçara and Ubá mango juice mixture with added *Lactobacillus rhamnosus* GG processed by high pressure. **Food Science and Technology**, v. 77, p. 259–268, 2017.
- NEMATOLLAHI, A.; SOHRABVANDI, S.; MORTAZAVIAN, A. M.; JAZAERI, S. Viability of probiotic bacteria and some chemical and sensory characteristics in cornelian cherry juice during cold storage. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 21, p. 59-53, 2016.
- OLIVEIRA, D. C. de; MARTINS, E. M. F.; MARTINS, M. L.; MARTINS, G. B.; BINOTI, M. L.; CAMPOS, A. N. R ; RAMOS, A. M.; SILVA, M. H. L.; STRINGHETA, P. C. Blanching effect on the bioactive compounds and on the viability of *Lactobacillus rhamnosus* GG before and after in vitro simulation of the digestive system in jabuticaba juice. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 1277-1294, 2017.
- OLIVEIRA, P.M.D.; JÚNIOR, B.R.D.C.L.; MARTINS, M.L.; MARTINS, E.M.F.; RAMOS, A.M. Minimally processed yellow melon enriched with probiotic bacteria. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 5, p. 2415-2426, 2014.
- PERRICONE, M.; BEVILACQUA, A.; ALTIERI, C.; SINIGAGLIA, M.; CORBO, M.R. Challenges for the production of probiotic fruit juices. **Beverages**, v.1, p. 95-103, 2015.
- QUIGLEY, E.M.M. Bifidobacteria as Probiotic Organisms: Na Introduction. *In*: FLOCH, M.H.; RINGEL, Y.; WALKER, W.A (ed.). **The Microbiota in Gastrointestinal Pathophysiology: Implications for Human Health, Prebiotics, Probiotics and Dysbiosis.** Ebook, 2017. chapter 12, p. 125-126.
- RAHMDEL, S.; JAHED-KHANIKI, G.; ABDOLLAHZADEH, S. M.; SHEKARFOROUSH, S. S. MAZLOOMI, S. M. Development of fresh-cut apple slices enriched with probiotic strain *Bifidobacterium animalis subsp. Lactis* BB-12. **International Journal of Probiotics & Prebiotics**, v. 14, n. 1, p. 37-44, 2019.



RIBEIRO, L.R.; MATIAS, T.G.; DIAS, T.D.M.C.; CAMPOS, R.C.D.A.B.; MARTINS, M.L. JÚNIOR, B.R.D.C.L.; RAMOS, A.M.; MARTINS, E.M.F. Minimally processed peach as enriched with probiotic bacteria. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 67683 - 67698, 2020.

RÖßLE, C.; AUTY, M.A.E.; BRUNTON, N.; GORMLEY, R.T.; BUTLER, F. Evaluation of fresh-cut apple slices enriched with probiotic bacteria. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 11, n.1, p. 203-209, 2010.

RODRIGUES, M. Z. **Obtenção de revestimentos comestíveis a base de pectina como veículo para micro-organismos probióticos e aplicação em cenoura e goiaba minimamente processadas**. 2017. 100 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2017.

RUSSO, P.; PEÑA, N.; CHIARA, M.L.V.D.; AMODIO, M.L.; COLELLI, G.; SPANO, G. Probiotic lactic acid bacteria for the production of multifunctional fresh-cut cantaloupe. **Food Research International**, v. 77, n.4, p. 765-772, 2015.

SANTOS, S.F.; COSTA, B.V.; MACHADO, M.P.; MARTINS, E.M.F.; MARTINS, M.L.; BENEVENUTO, W.C.A.D.N. **Pesquisadores do IF Sudeste MG estudam a adição de microrganismos probióticos em salada de frutas**. *Jornal da Fruta*, jan/ 2020. Disponível em: <https://www.revistadafruta.com.br/artigos-tecnicos/pesquisadores-do-if-sudeste-mg-estudam-a-adicao-de-microrganismos-probioticos-em-salada-de-frutas,328117.html>. Acesso em: 16 de abr de 2021.

SHAH, N. P. Functional cultures and health benefits. **International Dairy Journal**, v. 17, p. 1262–1277, 2007.

SHORI, A.B. The potential applications of probiotics on dairy and non-dairy foods focusing on viability during storage. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 4, n.4, p. 423-431, 2015.

TERPOU, A.; PAPADAKI, A.; LAPPA, I.K.; KACHRIMANIDOU, V.; BOSNEA, L.A.; KOPSAHELIS, N. Probiotics in Food Systems: Significance and Emerging Strategies Towards Improved Viability and Delivery of Enhanced Beneficial Value. **Nutrients**, v. 11, p.1591, 2019.

VINDEROLA, G.; BURNS, P.; REINHEIMER, J. Probiotics in Nondairy Products. *In*: MARIOTTI, F. (ed.) **Vegetarian and Plant-Based Diets in Health and Disease Prevention**. Ebook, 2017. capther. 44, p. 809-835.



MAPEAMENTO DE TRABALHOS ENFOCANDO A INCLUSÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA A PARTIR DOS ANAIS DO SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DO IF SUDESTE MG

Felipe Almeida de Mello
João Eudes da Silva

1 Introdução

A diversidade humana é uma questão que não pode ser vista como um assunto restrito, exclusivo à sociedade civil, tampouco negligenciada pelas instituições de ensino, promotoras de pesquisa, inovação e tecnologia. Ademais, segundo o último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010, havia quase 45,6 milhões de pessoas no Brasil com algum tipo de deficiência (ou mais de uma), o que representa quase 24% da população. A partir desse dado, evidencia-se a importância de concretização das políticas públicas inclusivas, já estabelecidas até o momento, e a urgência na produção de conhecimento com o propósito de desenvolver e melhorar a qualidade de vida desses cidadãos que compõem quase um quarto da população brasileira.

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, Lei nº 13.146/15, considera no seu art. 2º, pessoa com deficiência como

aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual a interação com uma ou mais barreiras pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas (BRASIL, 2015, não paginado.).

Assim, pode-se inferir que as barreiras citadas como entrave, obstáculo, atitude ou comportamento discriminatórios (BRASIL, 2015), que limitam ou impeçam a participação ativa da pessoa com deficiência, devam ser reestruturadas e repensadas de tal forma que esses cidadãos possam gozar dos direitos consagrados na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (BRASIL, 1988).

Destarte, parte-se da hipótese de que, para propiciar qualidade de vida, direito à liberdade de expressão ao movimento, à acessibilidade, ao acesso à informação, à circulação com segurança, entre outros, é imperativo a transposição de barreiras e entraves. Por conseguinte, cabe às instituições de ensino e pesquisa o desenvolvimento de tecnologias, sistemas, recursos, inovações e métodos que possam garantir a igualdade de oportunidades em todas as áreas da sociedade



(saúde, educação, lazer, trabalho, etc.) e, conjuntamente, a partir da conscientização coletiva, intervir na minimização de qualquer espécie de discriminação em relação à pessoa com deficiência (PcD).

Nesse contexto, as instituições de ensino, representadas aqui pelos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, têm papel preponderante. Os Institutos Federais, pertencentes à Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (EPCT), foram criados por meio da Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, e expandiram-se para todo território nacional. A Rede Federal, em 2019, já contava com 38 Institutos Federais, dois Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFET), a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 22 escolas técnicas vinculadas às universidades federais e o Colégio Pedro II. Considerando os respectivos *campi* associados a essas instituições federais, somam-se, ao todo, 661 unidades distribuídas entre as 27 unidades federadas do país (BRASIL, 2018).

Conforme preconiza a referida lei de criação dos Institutos Federais, a Rede Federal de EPCT tem como características e finalidades estimular e realizar a pesquisa aplicada, adaptar soluções técnicas e tecnológicas às demandas sociais, desenvolver programas de extensão, divulgar inovações tecnológicas e científicas (BRASIL, 2008), dentre outras. E, subjacente a essa missão, tem como objetivo estimular o desenvolvimento de soluções tecnológicas e inovadoras estendendo os benefícios à comunidade (BRASIL, 2008).

Posto isso, colocam-se as seguintes questões que precedem a investigação e que o presente trabalho buscou responder:

Há produção científica e tecnológica com enfoque na melhoria da qualidade de vida da PcD? Em caso afirmativo, qual é o quantitativo dessa produção, quais são esses trabalhos, no contexto da Rede Federal de EPCT para a melhoria contínua das condições de vida e garantia dos direitos da PcD?

Ressalta-se, entretanto que, devido à magnitude e extensão da Rede Federal de EPCT, o presente trabalho delimitou seu estudo no âmbito do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG), que atualmente é constituído por dez *campi*.

A escolha dos anais do Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão (Simepe) como fonte de pesquisa se deve ao fato da importância do referido Congresso para a divulgação de trabalhos científicos, tecnológicos e inovadores, produzidos a partir dos



eixos de ensino, pesquisa e extensão de todos os *campi* do IF Sudeste MG que, por sua vez, abrangem cursos de nível técnico, graduação e pós-graduação *lato e stricto sensu*, de distintas áreas do conhecimento.

Desta forma, pretende-se com a pesquisa, sensibilizar a academia e seus atores para a causa, estimulando a continuação da promoção de estudos científicos, tecnológicos e inovadores destinados à PcD e promovendo sua divulgação no meio acadêmico e junto à sociedade.

O trabalho apresenta como objetivo geral promover o mapeamento dos trabalhos científicos, técnicos e tecnológicos desenvolvidos no âmbito do IF Sudeste MG destinados à melhoria da qualidade de vida das pessoas com deficiência e, como objetivos específicos, divulgar informações relativas ao quantitativo dos trabalhos publicados nos quatro anais do Simepe e apresentar os trabalhos categorizados nos eixos de ensino, pesquisa e extensão.

Desse modo, com o fim de encontrar respostas para as questões levantadas, foram investigadas as produções científicas, técnicas e tecnológicas destinadas à melhoria da qualidade de vida das pessoas com deficiência a partir de um mapeamento dos resumos publicados nos anais do Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão (Simepe) do IF Sudeste MG que ocorreram no período entre 2015 e 2019, totalizando quatro anais.

Na próxima seção será apresentado o referencial teórico que versa sobre os direitos estabelecidos em lei para as pessoas com deficiência.

2 A busca pela igualdade

O movimento pela reivindicação dos direitos da PcD possui uma história de enfrentamento de preconceitos no mundo todo, o que não seria diferente no Brasil. Esse movimento buscou oportunizar aos cidadãos debaterem sobre seus direitos, a fim de que as barreiras, quer sejam espaciais, físicas, legislativas ou quaisquer outras, possam ser transpostas, garantindo a inclusão desses sujeitos na sociedade (LANNA JÚNIOR, 2010). A reivindicação por direitos da PcD busca instaurar-se por meio de práticas sociais e formas de inclusão, que a sociedade valorize e respeite, pois sabe-se que “os grupos sociais têm o direito a serem iguais quando a diferença os inferioriza, e o direito a ser diferentes quando a igualdade os descaracteriza”



(SANTOS, 1996, p. 30). Sendo assim, a Organização das Nações Unidas (ONU), em 1981, instituiu o ano da PcD para lembrar ao mundo a importância de se criar planos de governo e programas que oportunizem e respeitem a inclusão desses sujeitos na sociedade.

O Brasil, desde a Constituição de 1988, procura acompanhar as discussões no mundo para assegurar juridicamente o direito à cidadania das pessoas com deficiência, promulgando leis, regulamentos e políticas públicas inclusivas.

Portanto, há quatro décadas que a ONU inaugurou esse movimento em prol das políticas públicas voltadas às PcD, promovendo discussões em todo o globo e, a partir da cooperação internacional, assegurar-lhes seu direito fundamental à vida (ONU, 2006)¹.

Um passo importante na legislação internacional foi dado a partir da Convenção da Guatemala, de 28 de maio de 1999, que enfatiza o fim de toda forma de discriminação contra as pessoas com deficiência e garantia dos mesmos direitos humanos que os demais cidadãos.

No ano de 2006, foi instituída a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência. A Convenção representa um instrumento internacional de direitos humanos das Nações Unidas cuja finalidade é proteger os direitos e a dignidade das pessoas com deficiência. O texto da convenção foi aprovado pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 13 de dezembro de 2006, e promulgado pelo Brasil em 25 de agosto de 2009. O acordo, a partir do texto da Convenção, tem como dever promover, proteger e assegurar o exercício pleno dos direitos humanos das pessoas com deficiência perante a lei.

Os direitos inerentes a todos os cidadãos vêm sendo paulatinamente garantidos às pessoas com deficiência, pelo menos do ponto de vista do arcabouço jurídico. Isso porque, mesmo com a Lei 7.853/89 que preconizava o pleno exercício dos direitos individuais e sociais, ainda se faziam, e ainda se fazem necessárias muitas discussões acerca de como assegurar e garantir tais direitos. Não se pode negar que houve ganhos significativos às PcD, como o direito à aprendizagem e socialização em ambientes escolares que ofertam ensino na modalidade regular, a

¹ Texto da Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities.html#Fulltext>. Acesso em: 07 jun. 2020.



disponibilização de professores e profissionais da educação capacitados para atendê-los, além da garantia e promoção da acessibilidade em transportes públicos e demais setores da vida contemporânea.

Entretanto, após décadas de discussões para, de fato, chegar-se à garantia e promoção das políticas públicas inclusivas, há dirigentes de cúpula na atual gestão deste país que têm retardado sobremaneira essas políticas. Como exemplo, pode-se citar a assinatura do Decreto nº 10.502, de 30 de setembro de 2020 (BRASIL, 2020), que, em linhas gerais, institui o retorno das PcD ao ensino especial, ou seja, exclui esses cidadãos do convívio com os demais, negando os pressupostos da educação inclusiva.

A luta pelos direitos e garantias legais da PcD foi, e continua sendo, aos poucos construída por etapas e lutas sociais. Destaca-se um avanço significativo na área educacional relacionada à inclusão de pessoas com deficiência no sistema de ensino e adaptações para garantir um ensino de qualidade, mesmo com alguns retrocessos como descrito anteriormente.

Apresenta-se para a discussão a Lei brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/15), também conhecida como Estatuto da Pessoa com Deficiência, visto que é um documento legislativo recente e amplo ao tratar dos direitos às PcD.

A referida lei tem como base legal a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, realizada em 2006 e Protocolo Facultativo. Esse estatuto define medidas que promovem a inclusão, a acessibilidade e garantia de direitos fundamentais - já regulamentados em outras legislações - para exercício da cidadania a pessoas com deficiência.

A Lei nº 13.146/15, logo no seu art. 1º, esclarece que foi instituída para “assegurar e promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão e cidadania” (BRASIL, 2015, não paginado.). Como visto, o Estatuto tem por finalidade regulamentar um princípio básico de direitos humanos, o princípio da igualdade, assegurado a todos os indivíduos. Por meio da referida lei, buscam-se condições para que esse princípio seja oportunizado às pessoas com deficiência, a partir da promoção de novas diretrizes como a inserção do desenho universal – “concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados por todas as pessoas, sem



necessidade de adaptação ou de projeto específico” (BRASIL, 2015, não paginado.), ampliação de direitos em diversas áreas - saúde, educação, moradia, trabalho, previdência social, cultura, lazer, esporte, turismo, transporte, informação e comunicação, dentre outras - e alterações em incisos de legislações anteriores.

O Estatuto da Pessoa com Deficiência pode ser considerado inovador, já que em seu art. 3º, define e conceitua vinte termos para que não haja dúvida interpretação, ou seja, a própria legislação, já traz conceitos para serem aplicados efetivamente nas garantias e direitos previstos em lei. Vale ressaltar que o Estatuto diferencia pessoa com deficiência (art. 2º) e pessoa com mobilidade reduzida².

Dessa forma, enuncia-se dois termos que no entendimento da análise e discussão dos resultados da pesquisa se fazem importantes: acessibilidade e tecnologia assistiva:

I – acessibilidade: possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias (BRASIL, 2015, não paginado.);

A partir da acessibilidade, busca-se a independência do sujeito, o direito de ocupar diferentes espaços sem que haja barreiras que os impeça, o direito de utilizar e prestar serviços, locomover-se em todos os ambientes, desfrutar do desenvolvimento tecnológico com autonomia e segurança.

III – tecnologia assistiva ou ajuda técnica: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (BRASIL, 2015, não paginado.).

As tecnologias assistivas englobam a ciência, inovação e tecnologia como promotoras de recursos materiais que vêm contribuir para ampliar ou proporcionar qualidade de vida às PcD.

Portanto, para promover acessibilidade às pessoas com deficiência, respeitando seus direitos e promovendo a igualdade, a tríade ciência, inovação e tecnologia caracteriza-se como fonte geradora e difusora de possibilidades inclusivas.

² Aquela que tenha, por qualquer motivo, dificuldade de movimentação, permanente ou temporária, gerando redução efetiva da mobilidade, da flexibilidade, da coordenação motora ou da percepção, incluindo idoso, gestante, lactante, pessoa com criança de colo e obeso (BRASIL, 2015, não p.)



Assim, as instituições de ensino têm papel fundamental no incentivo à pesquisa e na promoção de tecnologias assistivas a PcD.

3 IF Sudeste MG: campi, cursos e políticas voltadas às PcD

Nos últimos doze anos, a Rede Federal de EPCT se expandiu por todo país, a partir da promulgação da Lei nº 11.892/08 (BRASIL, 2008). Assim, no ano de 2008, é criado o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, a partir da integração da Escola Agrotécnica Federal de Barbacena, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Rio Pomba e do Colégio Técnico Universitário, esse último, então vinculado à Universidade Federal de Juiz de Fora. O IF Sudeste MG passou a ser composto pelos três *campi* e pela reitoria, sediada em Juiz de Fora, em Minas Gerais (BRASIL, 2008).

Ao longo dos doze anos, a Instituição expandiu-se e, atualmente, o IF Sudeste MG conta com dez unidades, divididas em sete *campi*, a saber: Barbacena, Juiz de Fora, Manhuaçu, Muriaé, Rio Pomba, Santos Dumont e São João del-Rei, e três *campi* avançados: Bom Sucesso, Cataguases e Ubá. A abrangência geográfica da Instituição demonstra o compromisso com a oferta de educação profissional e tecnológica para as mais diversas comunidades e, conseqüentemente, amplia-se o acesso e difusão do conhecimento produzido.

Seguindo a verticalização do ensino, preconizada na Lei de criação dos Institutos, o IF Sudeste MG oferta cursos em distintos níveis e modalidades de ensino, a saber: técnico (integrado, concomitante, subsequente e o Projeja³); graduação (bacharelado, licenciatura e tecnólogo) e pós-graduação (*lato sensu*, MBA⁴ e *stricto sensu*), nas categorias de ensino presencial, semipresencial e a distância, além de cursos e programas de formação inicial e continuada (FIC), totalizando 139 cursos em 2019.

Em relação às políticas institucionais inclusivas, destaca-se o “Guia orientador: ações inclusivas para atendimento ao público-alvo da educação especial no IF

³ Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos.

⁴ *Master in Business Administration*



Sudeste MG”, documento desenvolvido durante a pesquisa de mestrado de uma servidora da Instituição com a finalidade de “possibilitar uma mudança na realidade institucional, oferecendo subsídios para a institucionalização de uma política educacional inclusiva” (OLIVEIRA, 2017, p. 131).

O referido Guia tornou-se, em 2017, uma referência às políticas públicas inclusivas do IF Sudeste MG, sendo divulgado e implementado progressivamente em todos os *campi*. Como a presente pesquisa trata de promover um mapeamento das publicações que envolvem o desenvolvimento de inovações e de tecnologias assistivas em prol da acessibilidade e igualdade de direitos por pessoas com deficiência, elencou-se as ações contidas no Guia que versam sobre o tema proposto.

Seguem algumas ações estabelecidas no Guia para incentivar o desenvolvimento de projetos e ações nos eixos de pesquisa, ensino e extensão.

Fomentar ações e projetos de cunho inclusivo em toda a instituição;
Assessorar a elaboração de projetos na área da educação inclusiva;
[...] Apoiar e incentivar os trabalhos sobre temas inclusivos realizados no *campus*, sob qualquer estratégia, seja através de projetos de pesquisa, de ensino ou de extensão;
[...] Também, deve incentivar, por meio dos setores de pesquisa e extensão da instituição, o desenvolvimento de projetos que visem o desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias de apoio para as pessoas com deficiências ou outros transtornos, e o compartilhamento dos trabalhos desenvolvidos na área da educação especial e inclusiva com a comunidade externa (OLIVEIRA, 2017, p. 46).

A partir do Guia, percebe-se que há uma evidente preocupação no desenvolvimento de ciência, inovação e tecnologia que possibilitem a melhoria contínua da qualidade de vida das pessoas com deficiência e o incentivo à divulgação de tais trabalhos à comunidade externa.

Na próxima seção, apresenta-se a metodologia que buscou delinear e caracterizar essa investigação.

4 Metodologia

A presente pesquisa, de cunho bibliográfico, tem por finalidade mapear a produção científica, técnica e tecnológica no âmbito do IF Sudeste MG sobre as contribuições inovadoras, nos eixos de ensino, pesquisa e extensão, às pessoas com deficiência.

A investigação pauta-se na metodologia de pesquisa denominada “estado da arte” ou “estado do conhecimento”, cujo caráter bibliográfico tem por premissa mapear



e discutir sobre produções científicas em distintas áreas do conhecimento (FERREIRA, 2002). Segundo Ferreira (2002, p. 258), a metodologia do “estado da arte” apresenta “caráter inventariante e descritivo da produção acadêmica e científica sobre o tema que busca investigar, à luz de categorias e facetas que se caracterizam enquanto tais em cada trabalho e no conjunto deles”.

Dessa forma, busca-se responder as seguintes questões: “Há produção científica e tecnológica com enfoque na melhoria da qualidade de vida da PcD? Em caso afirmativo, qual é o quantitativo dessa produção, quais são esses trabalhos, no contexto da Rede Federal para a melhoria contínua das condições de vida e garantia dos direitos da PcD?”.

Para tanto, a coleta de dados foi realizada nos anais do Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão (Simepe) do IF Sudeste MG. A escolha dos anais, do referido Simpósio como fonte de investigação, deve-se ao fato deste ser o maior evento da Instituição que propõe, dentre suas finalidades, divulgar trabalhos acadêmicos de todos os níveis de ensino e das diversas áreas do conhecimento, realizados no âmbito do ensino, da pesquisa e da extensão.

O Simepe é o maior evento institucional para o qual todos os *campi* do IF Sudeste MG são convidados a submeterem trabalhos dentro dos eixos ensino, pesquisa e extensão. Trata-se de um Congresso que teve início do ano de 2014 e a cada ano um dos *campi* sedia o evento. A pesquisa, ação ou projeto desenvolvido pode tratar sobre qualquer área do conhecimento. Os trabalhos são submetidos em formato de resumo simples, que deve conter entre 250 a 500 palavras.

O Simepe ainda não está aberto à participação da comunidade externa. Além da submissão e apresentação de trabalhos de forma oral ou em pôster, o evento conta com palestras, apresentações culturais e minicursos realizados por docentes, técnicos administrativos em educação e discentes da Instituição. A fim de enriquecer o evento, geralmente são convidados especialistas externos para ministrarem as palestras temáticas. Este Simpósio ocorre anualmente, sendo sediado, a cada ano, por um *campus* diferente.

Até a presente data, há quatro anais publicados, totalizando mais de 1.300 resumos. Ressalta-se que em 2018, o evento não foi realizado por questões de contingenciamento orçamentário, resultante de corte de recursos do Governo Federal.



Em 2020, em função da pandemia causada pelo vírus SarS-Cov-19, o evento também não pôde ser realizado.

Assim, a busca foi realizada a partir dos anais dos anos de 2015 (II Simepe), 2016 (III Simepe), 2017 (IV Simepe) e 2019 (V Simepe). De posse dos anais disponibilizados em páginas de *Internet*⁵, realizou-se a leitura de cada resumo, excluindo aqueles que não evidenciavam o tema da pesquisa que envolve pessoas com deficiência, acessibilidade e tecnologia assistiva.

Após a primeira leitura e seleção do material, realizou-se uma nova análise com o objetivo de extrair informações e agrupá-las nos eixos de ensino pesquisa e extensão por ano de publicação.

Na próxima seção, são apresentadas informações a respeito do quantitativo de trabalhos publicados, um quadro com os trabalhos publicados e alguns resultados de sua análise.

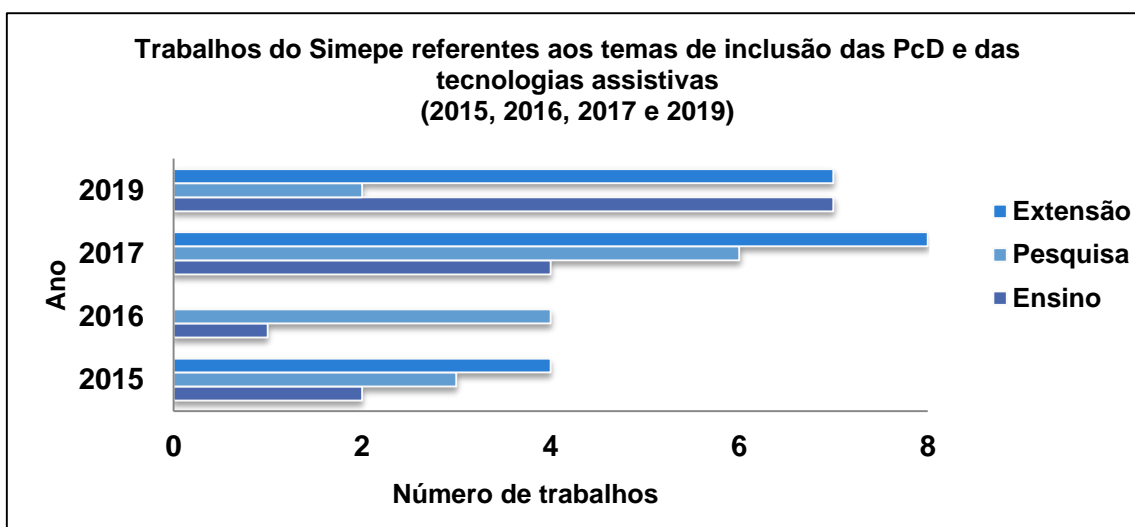
5 Resultados e discussão

As pesquisas e inovações realizadas nos institutos federais devem ser amplamente divulgadas para apresentar à população soluções técnicas e tecnológicas das demandas sociais.

De um total de 1357 resumos presentes nos quatro anais avaliados – 2015, 2016, 2017 e 2019 – foram contabilizados um total de 48 textos que contemplam ações, projetos e pesquisas que tratam de temas referentes às áreas de inclusão das PcD e tecnologias assistivas. Eles estão distribuídos nos eixos de ensino, pesquisa e extensão, como segue apresentado no Gráfico 1.

⁵ Anais do II Simepe, disponível em <http://simepe.ifsudestemg.edu.br/p/ii-simepe.html>. Anais do III, IV e V Simepe, disponível em: <http://simepe.ifsudestemg.edu.br/p/anais.html>.

Gráfico 1 - Quantitativo dos resumos sobre inclusão nos anais do Simepe



Fonte: Elaborado pelos autores.

Destaca-se, que o eixo de extensão, mesmo com um quantitativo de trabalhos publicados igual ou superior aos demais eixos, não apresentou, para o ano de 2016, nenhum trabalho no Simepe.

Para os três eixos, nos quatro anos avaliados, observa-se uma significativa variabilidade do número de trabalhos sob os temas em estudo, submetidos ao Simepe. Desse modo, não se pode afirmar que vem ocorrendo um aumento sistemático do número de trabalhos submetidos, voltados exclusivamente aos temas das PcD, sua acessibilidade, e das tecnologias assistivas.

Entretanto, quanto à distribuição de trabalhos divulgados por ano, observa-se que a partir do IV Simepe (2017), os trabalhos voltados às áreas de inclusão, PcD e tecnologias assistivas totalizaram 18 trabalhos, ou seja, um aumento significativo referente ao Simpósio anterior. Este fato, talvez, possa estar relacionado à constituição das políticas públicas inclusivas, a partir do Guia (OLIVEIRA, 2017), que buscou incentivar as ações, projetos e pesquisas na área da inclusão. Porém, não se pode afirmar com precisão que há uma relação entre as publicações e a criação do Guia. Para isso, seria necessária uma investigação com a contribuição dos autores dos trabalhos publicados.

Observa-se que, de um quantitativo total de 48, o que representa 3,54% de todos os 1357 resumos publicados nos quatro anais do Simepe, os trabalhos vinculados à inclusão das PcD e submetidos àquele Congresso encontram-se, assim distribuídos entre os eixos ensino, pesquisa e extensão: ensino (14), pesquisa (15) e



extensão (19). Já os trabalhos presentes nos quatro anais, conforme cada ano, são: 2015 (9), 2016 (5), 2017 (18) e 2019 (16).

Em seguida, apresenta-se o Quadro 1, que sintetiza os resumos encontrados nos quatro anais do Simepe que, por sua vez, versam sobre o tema deste trabalho. Os resumos encontram-se agrupados por Simpósio e separados por eixo (ensino, pesquisa e extensão), contendo título do resumo e nome de seus autores.

Quadro 1 - Relação de trabalhos (resumos) e autores agrupados por ano e eixo.

II Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão – ano 2015	
Eixo: Ensino	
Título do resumo	Autores do resumo
Acessibilizando os processos seletivos de ingresso do IF Sudeste MG: relato de experiência.	Wanessa Moreira Oliveira; Ediclea Marcarenhas Fernandes.
Projeto “Matemática para além da Visão”: incluindo alunos com deficiência visual com ajuda do Multiplano.	Paula Reis de Miranda; Felipe Almeida de Mello; Rosângela Candela Soares; Maria Luz D’Alma Olher.
Eixo: Extensão	
Título do resumo	Autores do resumo
Aplicativo móvel assistivo para deficientes visuais baseado em visão computacional para detecção de objetos.	Richardson William Tobias Rosa; Rafael José de Alencar Almeida; Marco de Moura Gromato; Valéria Bergamini Leite.
IFLibras – Glossário on-line de termos de Física em Libras.	José Honório Glanzmann; Diana Esther Tuyarot; Leandro Tavares; Raphael Santiago da Silva; Aluísio Cardoso da Silva; Wellington Antônio da Silva; Frederico Portilho.
TEATRIF Del-Rei: vivências de inclusão.	Claúdio Dinali Lombelo; Aparecida Neli Ferreira; Rosana Machado de Souza.
Teatro no <i>campus</i> : extensão APAE e EJA.	Cristina Nayara Pereira; Gilson Soares Toledo.
Eixo: Pesquisa	
Título do resumo	Autores do resumo
Estudo e diretrizes para os espaços de convivência acessíveis no <i>campus</i> Juiz de Fora.	Cassiano Miranda Hammes; Bruno Silva Miranda; Erika Guedes Magalhães.
Projeto web semântica e acessibilidade web.	Igor Campos Moraes; Fernando Dias Oliveira; Lúcia Helena Magalhães.
VoiceLibras: uma ferramenta de apoio a pessoas portadoras de necessidade auditivas.	Raissa Fonseca Alves; Gabriel Rodrigues Souza; Eugênia Cristina Müller Giancoli Jabour; Filippe C. Jabour.
III Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão – ano 2016	
Eixo: Ensino	
Título do resumo	Autores do resumo



Orientação educacional e Napne: uma parceria na busca pela organização das práticas pedagógicas no trabalho com alunos portadores de necessidades específicas.

Rosângela Cancela Soares; Rosana Vidigal Santiago Cappelle; Maria Luz D'Alma Reis Olher; Renata Silva Lima Mota.

Eixo: Pesquisa

Título do resumo

Autores do resumo

Desafios e possibilidades de aprendizagem matemática por um aluno cego.

Felipe Almeida de Mello; Paula Reis de Miranda; Jaciene Lara de Paula Caetano; Liliene Martinez Antonow.

Estudo dos gráficos das funções quadráticas com o corpo e o espaço: uma ferramenta de ensino para educandos cegos.

Jaciene Lara de Paula Caetano; Paula Reis de Miranda; Felipe Almeida de Mello.

Módulo ultrassônico para detecção de obstáculos em bengala automatizada.

Allan Landau de Carvalho Hilgemberg; Filipe Coury Jabour Neto; Eugênia Cristina Müller Giancoli Jabour; Lucas Arneiro Vieira.

Transpondo fronteiras: a moda em prol da deficiência.

Gilsane Vasconcelos da Silva; Érika Rodrigues Coleho Martins.

IV Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão – ano 2017

Eixo: Ensino

Título do resumo

Autores do resumo

A (re)humanização do espaço urbano: um estudo sobre a mobilidade e acessibilidade pelos portadores de necessidades especiais (PNE'S) na cidade de Santos Dumont – MG.

Danilo da Silva Marques; Platinir Eder Mendonça; Sarah Munck Vieira; Lisleandra Machado.

A inclusão na perspectiva da diversidade: uma ação educativa para alunos com surdez no IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba/MG.

Rosângela Cancela Soares; Rosana Vidigal Capelli; Rafaela Vargas.

Desafios sobre uma nova cultura: ensinando matemática para alunos surdos.

Thiago França Nascimento; Roberto Alves Dutra; Thamires Alves Barbosa.

Produção de recursos didáticos para estudantes com deficiência visual – IF Sudeste MG.

Gabriela Santos Leite.

Eixo: Extensão

Título do resumo

Autores do resumo

Dia D Alegria: promoção de lazer e bem-estar para pessoas com necessidades específicas.

Jacqueline Rodrigues Gonçalves da Costa; Paula Beatriz Domingos Faria; Natali da Silva Mazzo Rezende.

IFLibras: glossário on-line de termos de Informática e Física em Língua Brasileira de Sinais – Libras.

Ilza Maria Oliveira Netto; Matheus Barbosa Silveira; Raphael Santiago da Silva; Mirella de Oliveira Pena Araújo.

Inclusão Digital e a comunidade surda.

José Honório Glanzmann; Marco Antônio Pereira Araújo; Letícia Regina Honório; Ilza Maria Oliveira Netto.

Libras como primeira língua no IF Sudeste – MG, *campus* Muriaé-MG.

Victoria de Souza e Silva; Gustavo de Jesus Fernandes; Juliana Rodrigues Amaral Souza; Thobias Godinho de Castro.



Minicurso de Libras: educação inclusiva para professores em atividade na rede pública de ensino. Bianca Garcia Fontes; Diana Esther Tuyarot; Carmem Silva Martins Leite; Mirella de Oliveira Pena Araújo.

Moda inclusiva e arte como mecanismos de cognição, bem-estar e autoestima para pessoas com deficiências intelectuais. Loren Evelyn Gonçalves; Clarissa Alves de Novaes.

O ensino interdisciplinar e o aluno surdo. Carmem Silva Martins Leite; Diana Esther Tuyarot; José Eduardo Ferreira da Silva; Thiago Martins Oliveira; Renata Silva de Paula; Lucas de Oliveira da Silva; Renan Mendes Borges.

Oficinas de esporte e lazer na Apae – Rio Pomba – MG. Luana Santos; Guilherme Tavares Oliveira; Priscila Gonçalves Soares.

Eixo: Pesquisa

Título do resumo

Autores do resumo

Bengala eletrônica: um projeto de acessibilidade e inclusão. Juliana Rodrigues Amaral Souza; Lucas Ribeiro Lima; Gustavo Azevedo Xavier; Heitor Cavalari Zanela.

Mathapp: um aplicativo para auxílio no processo de ensino e aprendizagem da matemática básica para deficientes auditivos. Pedro Henrique Oliveira Silva; Hernano José Rocha Franco; Natan Junio Cristiano Silva; Larissa Pacheco Santos.

Percepção dos docentes em relação à inclusão de deficientes visuais no ensino superior. Jaciene Lara de Paula Caetano; Felipe Almeida de Mello; Paula Reis de Miranda.

Possibilidades de construção de um currículo de estatística para educandos cegos. Felipe Almeida de Mello; Jaciene Lara de Paula Caetano; Paula Reis de Miranda.

Rede neural aplicada ao reconhecimento biométrico e tradução Libras/Português. Allan Landau de Carvalho Hilgemberg; Filipe Andrade La-Gatta.

Vai dar praia? Uma análise da acessibilidade do projeto Praia para todos. Nuno Álvares Felizardo Júnior; Irene RagueneTroccoli.

V Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão – ano 2019

Eixo: Ensino

Título do resumo

Autores do resumo

A compreensão das ações de inclusão de pessoas com deficiência no IF Sudeste MG: uma análise. Sandro Vieira Teófilo; Eliana Lúcia Ferreira.

Desenvolvimento de um protótipo para comunicação entre o cego e um aparelho de micro-ondas. Mayara Amanda da Silva; José Honorário Glanzmann; Silvana Terezinha Faceroli.

Inclusão no contexto educacional dos alunos do Ensino Médio integrado do IF Sudeste MG – *campus* Rio Pomba: um desafio entre o ideal e o real. Manuela Belo Lucena; Rosângela Cancela Soares; Paula Reis de Miranda.

Mulher, deficiência e educação física escolar: entre a prática e o silêncio. Irismar Gonçalves Almeida da Encarnação; Kátia Josyane Seguetto.

O uso de recursos táteis para discente cego na disciplina de Cálculo Integral e Diferencial I. Graziela Aparecida do Nascimento Rodrigues Pereira; Maria Vitória Garcia de Castro; Rosângela Cancela Soares.

Português como L2 para discentes surdos – possibilidades e desafios. Eloar Martins; Graziela Ap. do Nascimento Rodrigues Pereira; Ivana Oliveira Netto, Júnior



César de Oliveira Barbosa; Marcela Zambolim de Moura; Nathália Ap. de Souza Guimarães; Rosângela Cancela Soares.

Projeto de monitoria sobre o Lab. de Matemática em uma perspectiva pedagógica e inclusiva: experiência no *campus* de Santos Dumont.

Beatris Cristina Possato; Tiago Oliveira; Juliana Vitoreli do Nascimento; Deise Reis.

Eixo: Extensão

Título do resumo

Autores do resumo

Acessibilidade para idosos e deficientes: mapeamento de vagas em estacionamento.

Sandro Roberto Fernandes; Ícaro Bernard Silva de Almeida; Jonas Silva Gomes.

Bem-estar subjetivo em participantes do programa Mulheres Mil, na cidade de Barbacena – MG.

Milena Amendro Faria; Guilherme Lima Vieira; Heloísa Bernardes Caetano; Sthéfane Oliveira; Lívia Maria Ferreira Armendane.

Curso de extensão em metodologias e estratégias de ensino/aprendizagem para estudantes com deficiência visual.

Gabriela Santos Leite; Ilza Maria de Oliveira Netto; Christiane Sales Ferreira; Diego Augusto dos Santos; Karina Machado Silva.

IF Libras: glossário on-line de termos de Informática e Física em Libras.

José Honório Glanzmann; Ilza Maria de Oliveira Netto; Christiane de Sales Ferreira; Raphael Santiago da Silva; Mirella de Oliveira Pena Araújo; Erliandro Feliz Silva.

IF Vivência Inclusiva 2018.

André Luís Martin de Araújo; Fernando Alves Martins; Sabrina Karoline Barbosa.

Inclusão digital – Turmas de alunos surdos do *campus* Juiz de Fora.

Marco Antônio Pereira Araújo; José Honório Glanzmann; Ilza Maria de Oliveira Netto; Jussara Silva Costa.

“Matemática em mãos”: produção e aplicação de materiais táteis e visuais na área de geometria analítica.

Gabriela Santos; Ilza Netto; Christiane Sales; Diego Augusto; Karina Machado.

Eixo: Pesquisa

Título do resumo

Autores do resumo

SUFI: um protótipo de tecnologia assistiva para obter informações de texto e áudio de materiais didáticos instrucionais

Bianca Portes de Castro; Gustavo Henrique da Rocha Reis.

Um estado da arte sobre inclusão escolar na Rede Federal

Paula Reis de Miranda; Samuel Rodrigues Condé Mota; Talita Amaral Cunha.

Foi possível identificar, em 31 resumos (64,5%), o financiamento de pesquisas e ações por agências de fomento e pelo próprio Instituto, o que impulsiona e contribui para o desenvolvimento de projetos científicos, técnicos e tecnológicos.

Um dos resumos apresenta o projeto de ensino “Matemática para Além da Visão”, do *campus* Rio Pomba. O projeto teve seu início no ano de 2015, e prosseguiu nos anos de 2016 e 2017. Esse projeto acompanhou e auxiliou um estudante cego do curso superior de Administração, durante a oferta das disciplinas de Fundamentos de Cálculo e Cálculo Diferencial e Integral. Paralelamente ao projeto, a professora



orientadora e os bolsistas, então licenciandos em Matemática, deram início a duas iniciações científicas (2016 e 2017) que buscavam elucidar as possibilidades e dificuldades no ensino de matemática a estudantes cegos. Em relação à pesquisa desenvolvida, seus resultados foram apresentados em dois anais do Simepe (2016 e 2017), como a verificação de métodos que auxiliam no ensino de matemática a estudantes cegos, além da criação de produtos educacionais táteis para o mesmo fim. Além de publicação dos resultados exitosos da pesquisa nos anais do Simepe, também pode-se verificar, a partir da leitura de um dos resumos, a publicação da pesquisa em uma revista científica (MELLO; CAETANO; MIRANDA, 2017).

As pesquisas, projetos e ações de cunho inclusivo, realizados no âmbito do IF Sudeste MG, promovem meios para a integração das pessoas com deficiência na sociedade em diversas áreas e, conseqüentemente, a melhoria na sua qualidade de vida.

Um exemplo disso, é um dos trabalhos que apresentava um projeto extensionista (2018) do *campus* Juiz de Fora, com a oferta de um curso básico de Informática para surdos com aulas e conteúdo em Libras, buscando a inclusão desses sujeitos no mundo digital.

Outro exemplo de projeto que objetivou a melhoria de qualidade de vida das pessoas com deficiência foi apresentado por um grupo de pesquisadores (docentes e discentes) do *campus* Muriaé, que idealizou e desenvolveu o protótipo de uma bengala eletrônica que identifica um obstáculo e avisa ao condutor por meio de um tremor, possibilitando que tanto pessoas cegas como surdocegas possam utilizar a tecnologia assistiva.

Segundo o Estatuto da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015), para que haja o efetivo exercício das liberdades fundamentais e dos direitos por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania, se faz necessária a transposição de barreiras urbanísticas, arquitetônicas, atitudinais, tecnológicas, nos transportes, nas comunicações e nas informações.

Para que aconteça a transposição dessas barreiras, a ciência, a inovação e a tecnologia têm papel fundamental, visto que a partir de pesquisas, do aperfeiçoamento de técnicas e tecnologias, do desenvolvimento de inovações e, conseqüentemente, o acesso dessas pesquisas pela sociedade civil, é possível vislumbrar uma sociedade igualitária.



Em virtude das pesquisas, ações e projetos apontados nas áreas de atendimento à PcD, percebe-se que a Instituição contribui de maneira significativa com as demandas de uma sociedade inclusiva. Portanto, é imperativo divulgar amplamente esses trabalhos dentro e fora da instituição, uma vez que a partir da sua divulgação, a sociedade pode se apropriar das conquistas, utilizá-las em prol do avanço e garantia de direitos às pessoas com e sem deficiência.

6 Considerações Finais

Conforme as questões de investigação colocadas na Seção 4. Metodologia, foi possível constatar que há uma produção significativa de trabalhos inclusivos publicados nos anais do Simepe, um dos maiores eventos científicos no âmbito do IF Sudeste MG.

Os trabalhos científicos, técnicos e tecnológicos desenvolvidos na instituição de ensino da Rede Federal vinculados à inclusão, foram mapeados e demonstraram que a produção científica do Instituto contribui, consideravelmente, com a transposição de barreiras e entraves para o alcance dos direitos fundamentais à PcD.

Adiante, percebeu-se que pesquisadores, docentes e discentes se empenham continuamente na busca por inovações, aperfeiçoamento de técnicas e desenvolvimento de tecnologias assistivas que assegurem às pessoas com deficiência viver com dignidade e participar plenamente da vida em sociedade. Porém, para que isso se efetive, é necessária a divulgação dos trabalhos e, conseqüentemente, a sua aplicação pela sociedade civil nos distintos ambientes e esferas da vida em comunidade.

Esta investigação revela à comunidade acadêmica e aos dirigentes do IF Sudeste MG, parte dos projetos, pesquisas e ações inclusivas que demonstram a responsabilidade social da Instituição com a integração das pessoas com deficiência na sociedade contemporânea, pautando-se na ciência, inovação e tecnologia como promotoras do desenvolvimento social e da garantia efetiva de direitos. Ademais, acredita-se que ela possa contribuir com o planejamento de novas estratégias e políticas inclusivas para impulsionar o desenvolvimento de projetos inclusivos, reafirmando a importância da Rede Federal de EPCT no Brasil.



Todavia, há que reconhecer uma limitação neste trabalho, visto que o levantamento realizado não esgotou a totalidade dos projetos, pesquisas e ações realizados na área da inclusão dentro do Instituto, já que muitos trabalhos são divulgados em outros veículos de comunicação acadêmicos, a saber: revistas científicas, livros, eventos externos, dentre outros. Nesse sentido, abre-se a possibilidade para a realização futura de outras pesquisas mais abrangentes que visem divulgar as contribuições da Instituição às pessoas com deficiência.

Por fim, pode-se perceber que, após as ações de movimentos sociais na luta a favor dos direitos das pessoas com deficiência, lentamente as reivindicações vêm sendo incorporadas em leis, tornando-se uma conquista para todos os brasileiros. Todavia, para que os direitos estabelecidos se tornem realidade, é essencial viabilizar continuamente a promoção da ciência, da inovação e da tecnologia, além de sua ampla divulgação e aplicação nos ambientes que se fazem necessários.

Referências

BRASIL. **Decreto nº 10.502, de 30 de setembro de 2020**. Institui a Política Nacional de Educação Especial: equitativa, inclusiva e com aprendizado ao longo da vida. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.502-de-30-de-setembro-de-2020-280529948>. Acesso em: 20 out. 2020.

BRASIL. **Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica**. Ministério da Educação. 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/rede-federal-inicial/>. Acesso em: 7 jun. 2020.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 7 jun. 2020.

BRASIL. **Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11892.htm. Acesso em: 7 jun. 2020.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Senado Federal. Brasília, 1988.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, Campinas, SP, n. 79, p. 257-272, ago., 2002.



LANNA JÚNIOR, M. C. M. L (Comp.). **História do Movimento Político das Pessoas com Deficiência no Brasil**. Brasília: Secretaria de Direitos Humanos. Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. 443 p., 2010.

MELLO, F. A.; CAETANO, J. L. P.; MIRANDA, P. R. Ferramentas tácteis no ensino de Matemática para um estudante cego: uma experiência no IF Sudeste MG. **Revista Eletrônica de Matemática**, Bento Gonçalves, n.1, p. 11-25, jul., 2017.

OLIVEIRA, W. M. **Ações inclusivas no âmbito do IF Sudeste MG: um processo em construção**. 2017. 189 f. Dissertação (Mestrado em Diversidade e Inclusão) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2017.

SANTOS, B. S. Por uma concepção multicultural de direitos humanos. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, Coimbra, n. 48, p. 11-32, jun., 1996. Disponível em: http://www.boaventuradesousasantos.pt/media/pdfs/Concepcao_multicultural_direitos_humanos_RCCS48.PDF. Acesso em: 03 jun. 2020.



A EXPERIMENTAÇÃO E O LÚDICO COMO INSTRUMENTOS FACILITADORES DA APRENDIZAGEM EM QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO

Francisco Frederico Pelinson Arantes
Márcia Aparecida Nunes
Maria Luiza Lage Pires
Vinícius Venâncio Abritta Sartoro de Assis

1 Introdução

O modelo de ensino praticado no país é considerado, por muitos, um modelo falho, e que diante das atualizações contemporâneas de um mundo tecnológico, informatizado, em constantes transformações, torna-se ultrapassado e ineficaz. Tais falhas transparecem nesse modelo de ensino tradicional, que persiste e consolida-se em técnicas de memorização por parte dos alunos, fato que consoma o distanciamento do aprendizado e revela o abismo existente entre as informações compreendidas e as informações decoradas.

No ensino das ciências exatas, sobretudo da Química - foco do nosso estudo – o cenário não é diferente. Segundo Mendonça e Cruz (2008), Paz e Pacheco (2010), Rocha e Vasconcelos (2016), a principal causa de desinteresse pelas aulas de Química, segundo os alunos, é a forma como o conteúdo é apresentado, geralmente com ênfase apenas na apresentação de leis e fórmulas totalmente desconectadas da realidade e do cotidiano. Outros fatores considerados desestimulantes são a falta de compreensão dos conteúdos que envolvem cálculos e a ausência de atividades experimentais. Tais práticas docentes têm influenciado negativamente a aprendizagem dos alunos, uma vez que não conseguem perceber a relação entre aquilo que estudam na sala de aula, a natureza e a sua própria vida.

Diante desse cenário, é necessário que as práticas educacionais sejam readequadas e renovadas na busca de meios que estimulem o interesse e a participação dos estudantes, facilitando, assim, a assimilação dos conteúdos estudados. As diferentes atividades realizadas em sala de aula devem contribuir para a construção do conhecimento dos alunos, transformando-os em protagonistas do processo de ensino-aprendizagem (CARVALHO, 2004). De acordo com os PCN (Brasil, 1997):

Ao professor cabe selecionar, organizar e problematizar os conteúdos de modo a promover um avanço no desenvolvimento intelectual do aluno [...]. Significa, sim, que a intervenção do professor será a de apresentar ideias gerais a partir das quais o processo de investigação sobre o objeto possa se



estabelecer. É importante, no entanto, que o professor tenha claro que o ensino de Ciências não se resume à apresentação de definições científicas, em geral fora do alcance da compreensão dos alunos (BRASIL, 1997, p.28).

Segundo Nunes e Adorni (2010), é fundamental que o ensino da Química seja tratado de forma apelativa, trazendo à tona aspectos teóricos e práticos para que o aluno possa entender como as transformações químicas desempenham fatores cruciais no mundo físico, possibilitando a compreensão não apenas local e limitada dos conhecimentos, mas ampla e integrada. Quando isso não ocorre, é passível de entendimento que o conteúdo está sendo disposto de forma descontextualizada, e não, interdisciplinar, causando o desinteresse e agravando os problemas relacionados ao ensino e à formação crítico-social do indivíduo.

Para Altet (2017), dentre a vasta quantidade de didáticas possíveis, a experimentação/observação em aulas práticas e projetos são as melhores maneiras de se introduzir a reformulação esperada às classes brasileiras de maneira uniforme e equitativa. Esse é um método que permite a análise dos acontecimentos observados, levando o conhecimento, não de forma pronta e automatizada, mas fazendo com que o aluno investigue e estimule o raciocínio, não apenas aproveitando-se de resultados já esperados, como se avantajando de comportamentos processuais não previstos que exigirão do aluno a elaboração de novas hipóteses para sua interpretação.

Alves (2007) também reconhece a importância da experimentação no ensino de química como uma forma de aquisição de dados da realidade oportunizando ao aprendiz uma reflexão crítica do mundo e um desenvolvimento cognitivo por meio de sua interação, de forma ativa e construtiva, com os conteúdos estudados em sala de aula.

Nessa perspectiva, outra alternativa didática é a utilização do lúdico como instrumento facilitador do processo de ensino-aprendizagem. Para Fialho (2011), esse tipo de metodologia estimula a construção de uma prática mais participativa, promovendo o interesse e a interação entre os alunos, a criatividade e o espírito de competição, garantindo uma melhor assimilação dos conteúdos propostos.

A importância do lúdico no processo de ensino-aprendizagem é abordada, também, nos trabalhos de Piaget (1964), Vygotsky (1998), Lopes (2001), Cabrera e Salvi (2005), Lisboa (2013), dentre outros. Cabrera e Salvi (2005) relatam que o lúdico (presente na forma de jogos e brinquedos) faz parte da vida da criança e continua



presente na vida social dos adultos. Os autores ressaltam, ainda, que as atividades lúdicas desenvolvem capacidades motoras, afetivas e cognitivas nos educandos. Lisboa (2013) enfatiza que os jogos e brinquedos fazem parte de nossa existência e são indispensáveis ao nosso desenvolvimento. Segundo Piaget (1964), o lúdico, quando bem aplicado, se torna um método de desenvolvimento intelectual. Para Vygotsky (1998), o jogo proporciona ao educando um conhecimento sobre valores e regras sociais. Lopes (2001) afirma que o jogo, quando relacionado ao cotidiano, desperta o interesse do educando, que se torna protagonista do processo.

É importante ressaltar que, conforme relatam Rosenau e Fialho (2008), é possível trabalhar os conteúdos de Química, adaptando-se vários tipos de jogos, como, por exemplo, dominó, jogo de cartas, quebra-cabeças, palavras cruzadas, jogo de tabuleiro, dentre outros, de forma que temas de difícil aprendizagem sejam trabalhados de forma leve e prazerosa, promovendo o interesse, a criatividade e uma consequente assimilação dos conteúdos abordados.

Diante do exposto, pesquisas a respeito da utilização da experimentação e do lúdico no ensino de química do ensino médio têm sido desenvolvidas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, especialmente no *campus* Barbacena. Apresentamos, neste capítulo, uma análise desses estudos, publicados em anais do Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão (SIMEPE), Simpósio Mineiro de Educação Química e QuiEncontro UFJF a fim de ressaltar a importância da aplicação da experimentação e do lúdico no ensino médio como ferramentas facilitadoras da aprendizagem da disciplina de Química. Trazemos, ainda, parte dos resultados de um trabalho desenvolvido por nós, estudantes de iniciação científica júnior, autores deste capítulo por meio do Projeto “Elaboração de material didático de aulas práticas de química inovadoras, realizadas com materiais alternativos e de baixo custo, para utilização nas turmas de 1º ano dos cursos técnicos integrados do IF Sudeste MG – *campus* Rio Pomba”.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Experimentação no ensino de química do ensino médio

Para Almeida (2008) pode-se considerar a experimentação como uma ferramenta com potencial para estabelecer relações entre a química e o cotidiano dos alunos.



Lima *et al.* (2015) avaliaram, em uma publicação no III Simpósio Mineiro de Educação Química, a importância da experimentação contextualizada para a construção do conhecimento a respeito do funcionamento das pilhas. O tema foi desenvolvido por meio do problema do descarte inadequado de pilhas e baterias e possíveis impactos ambientais. No trabalho, alunos de 2º ano de uma escola pública do município de Barbacena – MG construíram três pilhas diferentes (Cu/Al; Cu/Zn e C grafite/Zn) com a finalidade de avaliarem a composição química, o seu funcionamento e a possível presença de substâncias prejudiciais ao meio ambiente. Lima *et al.* (2015) concluíram que a experimentação contextualizada possibilitou aos alunos um conhecimento científico nos níveis macroscópico, microscópico (espécies químicas que sofrem oxidação e redução) e representacional (fórmulas químicas das substâncias presentes na constituição da pilha), além de uma conscientização a respeito do descarte adequado das pilhas.

Em outro trabalho, também aplicado em uma turma de 2º ano de uma escola pública do município de Barbacena – MG e publicado no III Simpósio Mineiro de Educação Química, Reis *et al.* (2015) utilizaram a experimentação contextualizada como facilitadora da aprendizagem do tema “reações de oxirredução”. O assunto foi trabalhado com base no funcionamento químico do bafômetro, o que possibilitou uma ampliação da discussão para temas sociais como o uso exagerado de bebidas alcólicas, álcool x direção, e a lei seca. Reis *et al.* (2015) perceberam que a realização do experimento associada à contextualização do tema trabalhado, deu significado ao conteúdo gerando maior interesse e entusiasmo dos alunos, e um melhor entendimento dos conceitos científicos abordados. Os autores reforçam, ainda, que tal metodologia didática pode proporcionar, aos alunos, uma consciência crítica perante os problemas presentes na sociedade.

Paula e Melo (2016) também demonstraram a importância da experimentação no ensino de química em um trabalho realizado em turmas de áreas agrícolas de 1º anos dos Cursos Técnicos Integrados do IF Sudeste MG – *campus* Barbacena e publicado nos anais do I QuiEncontro UFJF. Visando a melhorar a aprendizagem e o rendimento dos alunos dessas turmas que se mostravam distantes e desmotivados nas aulas, os autores desenvolveram um trabalho correlacionando o ensino de química ao da agropecuária. O conteúdo estudado foi estrutura atômica e Tabela Periódica, porém de uma forma totalmente contextualizada e integrada à temática que



trata dos nutrientes essenciais às plantas, como, por exemplo, Nitrogênio (N), Fósforo (P), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Potássio (K) e Boro (B). Paula e Melo (2017) observaram que a aplicação desse experimento voltado para a agropecuária, despertou nos alunos maior interesse e maior participação e argumentação nas discussões, facilitando a assimilação dos conceitos químicos estudados.

Paula, *et al.* (2017) apresentaram em uma publicação nos anais do II QuiEncontro UFJF, os resultados de uma pesquisa aplicada em turmas do 2º ano do ensino médio de uma escola pública do município de Barbacena – MG, com o tema “Ensino de Propriedades Coligativas utilizando a experimentação”. O objetivo do trabalho foi utilizar a experimentação aliada ao cotidiano dos estudantes de forma que o tema estudado, tradicionalmente de difícil assimilação por boa parte dos alunos, se tornasse compreensível. Foram realizados experimentos relacionados ao estudo das propriedades coligativas sempre associados aos questionamentos da vida cotidiana dos alunos: para o experimento de Tonoscopia, discutiu-se as diferenças entre a evaporação da água em lagos de água salgada e doce; no estudo de ebulioscopia discutiu-se sobre o preparo do café (uso de açúcar) e o cozimento de alimentos (uso de sal) quanto ao gasto de calor; para o entendimento de crioscopia houve um debate envolvendo questões como “por que se usa gelo e sal para gelar a cerveja por mais tempo?”, “por que a vodka não congela no congelador?”, entre outras; por fim, a osmose foi trabalhada discutindo-se a respeito da adição de solutos, como o sal, na conservação de carnes e frutas. Os autores verificaram que, após a aplicação do experimento contextualizado, a maioria dos estudantes assimilaram os conteúdos estudados, valendo-se dos conhecimentos científicos adquiridos para explicarem as observações experimentais. Paula *et al.* (2017) ressaltam, ainda, que a utilização de experimentos simples e facilmente relacionáveis ao cotidiano dos alunos, estimulou o interesse, facilitando o entendimento do conteúdo proposto.

Vidal *et al.* (2016) também encontraram na experimentação um caminho para se trabalhar conteúdos químicos de difícil compreensão. Os autores publicaram, nos anais do I QuiEncontro UFJF, um trabalho que apresenta a experimentação como uma possível ferramenta didática facilitadora para a compreensão de fenômenos do cotidiano relacionados à Termoquímica, como transferência de calor e variação da temperatura. O trabalho foi desenvolvido em turmas do terceiro ano do ensino médio de uma escola estadual, no município de Barbacena – MG. No experimento, um frasco



com água foi colocado em contato com outro frasco em que o combustível se encontrava em combustão. A verificação da variação de temperatura na água possibilitou obter uma previsão da entalpia de combustão para a gasolina e o álcool. Vidal *et al.* (2016) concluíram que a experimentação no ensino de Termoquímica pode ser uma estratégia na pretensão de um melhor desempenho dos alunos na construção de uma aprendizagem mais significativa.

2.2 Lúdico no ensino de química do ensino médio

Segundo Soares (2004), as atividades lúdicas são práticas de ensino que motivam e atraem o aluno, oferecendo-lhe um estímulo para o processo de construção do conhecimento.

Paula *et al.* (2017), avaliaram, em um trabalho publicado nos anais do III SIMEPE- IF Sudeste MG, a contribuição de jogos didáticos para a aprendizagem no ensino de Química Orgânica em turmas de 3º ano de uma escola federal do município Barbacena – MG. Foram aplicados três jogos, nomeados “Quem – é – quem”, “Dominó Químico” e “Desafio Químico” em que foi possível trabalhar conteúdos relacionados às funções, nomenclatura e propriedades de compostos orgânicos. Os autores relatam que a utilização do lúdico estimulou o interesse e a participação dos alunos e que o equilíbrio entre a função lúdica e educativa do jogo é o segredo para obtenção de bons resultados.

Paula *et al.* (2018) também destacaram a importância do lúdico como facilitador no processo de ensino-aprendizagem da disciplina Química em um trabalho realizado em turmas de 2º ano do Curso Técnico Integrado de uma escola federal da cidade de Barbacena – MG, e publicado nos anais do IV SIMEPE – IF Sudeste MG. A proposta do trabalho foi contextualizar conceitos químicos, como reações e cálculos estequiométricos a partir da temática “Ciclo do Nitrogênio”, valendo-se de atividades lúdicas como estratégia didática. Inicialmente, os alunos tiveram que montar o ciclo do nitrogênio a partir de desenhos espalhados pelo espaço físico da sala e, por fim, foi realizado um jogo de perguntas e respostas envolvendo temas como reações que ocorrem no ciclo do nitrogênio, determinação de massa dos constituintes dessas reações, dentre outros. Segundo os autores, o lúdico associado à contextualização tornou a aula mais atraente e dinâmica, possibilitando aos alunos a compreensão dos conceitos abordados.



Rosa *et al.* (2017) publicaram, nos anais do III SIMEPE – IF SUDESTE MG, um estudo realizado com turmas de 1º ano de uma escola federal do município de Barbacena – MG em que uma atividade lúdica, é utilizada como ferramenta para o auxílio na construção do conhecimento a respeito da Tabela Periódica dos elementos. Foi aplicado, um jogo de tabuleiro, em que os participantes avançavam casas, à medida que fossem acertando perguntas relacionadas às propriedades de diferentes elementos químicos que eram apresentados aos jogadores de uma forma contextualizada a partir de embalagens de produtos do cotidiano. Os autores concluíram que a utilização do jogo tornou a aula mais interativa, com participação efetiva dos alunos nas discussões contribuindo para um melhor aprendizado.

3 Material didático contendo experimentos e atividades lúdicas para aplicação nas turmas de 1º ano do ensino técnico integrado do IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba

Por meio do X Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica FAPEMIG/IF Sudeste MG – 2019/2020 (PIBIC – Jr) e do Programa Institucional de voluntariado em Iniciação Científica e Iniciação ao Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIVICTI), nós, estudantes do 3º ano do Ensino Técnico Integrado, desenvolvemos, sob orientação dos professores de química, coautores deste capítulo, um projeto com a temática “Elaboração de material didático de aulas práticas de química inovadoras, realizadas com materiais alternativos e de baixo custo para utilização nas turmas de 1º ano dos cursos técnicos integrados do IF Sudeste MG – campus Rio Pomba”. A ideia de elaboração desse material didático surgiu de uma análise do atual cenário do processo de ensino-aprendizagem da disciplina Química nos 1º anos do Ensino Técnico Integrado. É notória a necessidade de mudanças e inovações nas técnicas de ensino, tendo em vista que grande parte dos alunos se mostra totalmente desmotivada e com grandes dificuldades de aprendizagem. Dentro desse contexto, a introdução de atividades lúdicas e experimentos elaborados com materiais alternativos e de baixo custo que possam ir ao encontro do cotidiano do estudante, se apresenta como uma forma de estimular o interesse dos alunos, bem como possibilitar-lhes a consolidação do conhecimento teórico e um aumento no seu desenvolvimento cognitivo.



Para a realização do trabalho, foram listados os principais conteúdos ministrados na disciplina de química para o 1º ano do ensino médio e, após análise quanto ao grau de dificuldade de aprendizagem desses conteúdos pelos alunos, foram selecionados dez temas para o desenvolvimento dos experimentos e atividades lúdicas. Foram eles:

- 1 Propriedades gerais da matéria: densidade;
- 2 Métodos de Separação de Misturas;
- 3 Modelos Atômicos;
- 4 A Tabela periódica e sua classificação;
- 5 Ligações Químicas: Geometria molecular;
- 6 Forças intermoleculares;
- 7 Condutibilidade Elétrica;
- 8 Funções Químicas: Nomenclatura.
- 9 Indicadores de pH;
- 10 Reações Químicas: A teoria ácido-base de Arrhenius e as reações de neutralização.

A escolha dos materiais e métodos utilizados no trabalho teve como base o objetivo de integrar o método científico ao cotidiano do aluno, estimulando a criatividade e a interatividade, e favorecendo a assimilação do conteúdo. Dessa forma, foram utilizados materiais alternativos de fácil aquisição, assim como métodos inovadores, que fogem do modo tradicional de se pensar em educação, não deixando de lado a teoria, mas buscando introduzir a experimentação e as atividades lúdicas e recreativas, como facilitadoras da aprendizagem.

Para tornar os experimentos mais acessíveis, materiais que são geralmente utilizados nesse tipo de prática, como béqueres, erlenmeyers, espátulas e pipetas foram substituídos por copos, garrafas pet, colheres e conta-gotas, respectivamente. Além desses, outros materiais não convencionais foram utilizados, como a substância presente na flor de hibisco para o “indicador de pH”; ácidos e bases comuns que compramos em mercados, farmácias, casas de manipulação etc.; papelão, cola, papel de filtro, isopor e polímeros como o poliacrilato de sódio encontrado em fraldas



descartáveis. Cal virgem, sal de cozinha, açúcar, óleo, álcool e gelatina também foram utilizados no trabalho.

O desenvolvimento das ações propostas, tais como a busca por materiais alternativos e metodologias novas, e ainda, o envolvimento com a prática laboratorial, proporcionaram-nos importantes transformações no processo de formação acadêmica. A união do conhecimento prévio adquirido com a sensação inédita do método científico utilizado, despertou-nos para o pensamento racional sobre as observações do cotidiano, estabelecendo diálogos claros entre a teoria já estudada na literatura e a prática vivenciada nos experimentos.

A expectativa é que, após a pandemia, o material didático possa ser aplicado aos alunos dos 1º anos dos cursos técnicos integrados do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – *campus* Rio Pomba, e que o impacto causado no processo de ensino-aprendizagem e formação acadêmica desses alunos sejam tão positivos, quanto ao que nós, estudantes de iniciação científica, vivenciamos.

A seguir, são apresentados dois, dos dez roteiros de aula elaborados.

3.1 Jogo lúdico – Tabela Periódica

3.1.1 Introdução

A tabela periódica é um instrumento muito importante para o estudo da Química, sendo um dos pilares para o exame da ciência.

Desde os tempos antigos, o homem necessita conhecer e organizar os elementos constituintes da matéria. Em 1869, o químico Dmitri Mendeleev organizou elementos químicos conhecidos, notando que algumas características eram semelhantes e periódicas entre eles, quando organizados pela massa atômica. Com o passar dos anos, novos elementos foram descobertos e outras adaptações à ideia de Mendeleev deram origem à tabela periódica que conhecemos hoje. Esta, ordena os 118 elementos atualmente conhecidos por ordem crescente de número atômico (quantidade de prótons no núcleo). É dividida em linhas horizontais, chamados períodos; e linhas verticais chamadas de famílias ou grupos. Os períodos relacionam o número de camadas que cada átomo do elemento possui; já as famílias, como o próprio nome sugere, reúnem os elementos semelhantes, assimilando o subnível mais energético de cada um (PEDROLO, 2006).



De maneira geral, podemos classificar os elementos em três grandes grupos: metais, ametais e os gases nobres. Os metais possuem brilho, são bons condutores de calor e eletricidade, são dúcteis e maleáveis. Já os ametais, são o oposto dos anteriores: maus condutores, não possuem brilho, maleabilidade ou ductilidade. Os gases nobres representam um grupo especial, localizado na família 18 e possuem a característica principal de estabilidade e baixa reatividade por terem sua camada de valência completa com 8 elétrons (com exceção do He, com 2 elétrons) (PEDROLO, 2006).

Os elementos ainda possuem particularidades denominadas propriedades periódicas, como: eletronegatividade, raio atômico, energia de ionização, entre outros.

Como podemos perceber, são inúmeras as informações importantes a respeito da Tabela Periódica e, portanto, nada melhor, nada mais leve e prazeroso, do que estudá-las brincando. Dentro deste contexto, o foco deste experimento é o estudo da Tabela Periódica por meio de um jogo de dominó.

3.1.2 Objetivos

- a) Elaborar, confeccionar e realizar um jogo de dominó baseado em conhecimentos relacionados à Tabela Periódica.
- b) Estimular, por meio do jogo, a interatividade, o interesse e a criatividade dos alunos durante a elaboração e realização do jogo, possibilitando-lhes uma melhor assimilação do conteúdo estudado.

3.1.3 Parte Experimental

- **Materiais**
- papelão;
- folhas A4;
- tesoura;
- cola;
- canetas;
- impressora (opcional);
- Tabela Periódica.

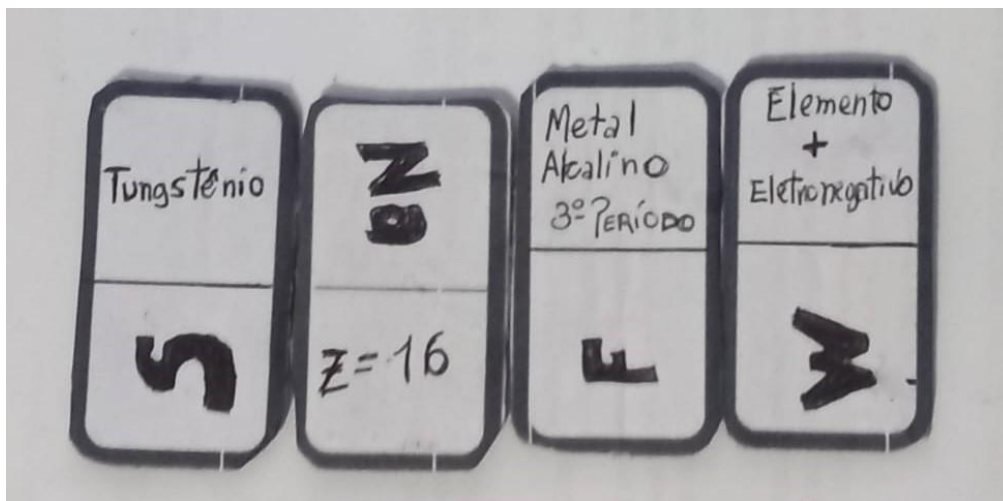
3.1.4 Procedimento - Confecção e elaboração do jogo

1 - Para a estrutura do dominó, faremos plaquinhas de papelão, que serão as nossas peças. Você deve cortar 28 placas com 12cm x 6cm. Faça o mesmo com as folhas A4, colando-as na parte superior das plaquinhas.

2 - Com as peças prontas, utilize o conhecimento teórico adquirido para elaborar 28 questões e 28 respostas para o jogo. Elas substituirão os algarismos que vêm sobre a peça do dominó convencional. Funcionará da seguinte forma:

- Cada peça terá a informação de uma questão // uma resposta (não sucessiva, obviamente). Escreva ou imprima (se achar melhor) para cada peça.
- Elabore as questões baseadas em características e conceitos da tabela periódica, tais como, número atômico, massa, período, família, classificação e propriedades periódicas, conforme exemplos apresentados na Figura 1.
- Utilize os elementos mais conhecidos e estudados comumente.
- Você pode controlar a dificuldade do jogo, manipulando as informações cobradas pelas questões, como, por exemplo, cobrar o símbolo de um elemento que não seja tão popularmente estudado.

Figura 1- Modelo das peças do jogo Dominó da Tabela Periódica.



Fonte: Elaboração própria.

3.1.5 Regras do jogo

As regras do jogo devem seguir o padrão do dominó convencional, com algumas adaptações que possibilitem melhor aproveitamento didático:



1 - O jogo será processado com 28 peças, e até quatro jogadores, com as peças igualmente distribuídas. Para a didática funcionar em sala de aula, o professor pode separar a turma em até quatro grupos de n jogadores;

2 - O jogo será iniciado pelo jogador ou grupo que tiver a peça com o elemento de menor número atômico, e deve-se seguir o sentido horário para as rodadas.

3 - Cada jogador ou grupo deverá completar a cadeia com uma informação-resposta que satisfaça a questão-condição da peça anterior. Se o jogador ou grupo não puder satisfazer, a vez é passada.

2.4 - Vencerá o jogo, o jogador ou grupo que completar a cadeia com todas as suas peças primeiro. Em caso de empate, (tranca de jogo) ganhará quem possuir menor número atômico na soma de suas peças restantes.

3.2 Experimento – Ligações Intermoleculares

3.2.1 Introdução

As forças ou ligações intermoleculares são interações que ocorrem entre as moléculas através de forças de atração eletrostática. As forças foram propostas por Van der Waals em 1873, e estão relacionadas diretamente à temperatura de fusão e ebulição das substâncias e, conseqüentemente, ao estado físico em que estas são encontradas na natureza (BATISTA, 2011). A seguir, estão apresentados os tipos de interações intermoleculares:

a) Dipolo-Induzido ou Forças de London: este tipo de interação ocorre entre moléculas apolares. Apesar dos elétrons estarem uniformemente distribuídos na nuvem eletrônica das moléculas, quando estas colidem, há um deslocamento instantâneo da nuvem, induzindo pólos eletrônicos entre elas. Por esse fato, esse tipo de força é pouco estável e de menor intensidade.

b) Dipolo-dipolo ou Dipolo-Permanente: neste caso, há formação de polos autênticos pela participação de moléculas polares. Os polos positivos se ligam aos negativos, fazendo com que a ligação seja mais intensa em comparação à última.

c) Ligações de Hidrogênio: as ligações de Hidrogênio são as mais fortes de todas as ligações intermoleculares. Ocorre também em moléculas polares, porém com um maior diferencial de eletronegatividade. O Hidrogênio forma o polo positivo, enquanto os elementos mais eletronegativos (F, O ou N) formam o polo negativo.

Há ainda um último tipo de interação, chamada Íon-Dipolo, em que alguns compostos moleculares se ligam a íons presentes em compostos iônicos dispostos



em solução. Por seu caráter iônico essa interação é ainda mais intensa que as Ligações de Hidrogênio (BATISTA, 2011).

O conteúdo “Ligações Intermoleculares” tem uma relação bastante íntima com o nosso cotidiano, de forma que se torna possível abordá-lo experimentalmente de forma contextualizada. No presente experimento, relacionaremos o conteúdo em estudo com situações como o vazamento de óleo/petróleo no mar e o poder absorvente de fraldas descartáveis/absorventes íntimos.

3.2.2 Objetivos

a) Reconhecer e avaliar a influência das ligações intermoleculares em situações vivenciadas no cotidiano.

b) Estimular, por meio da experimentação contextualizada, o interesse e a participação dos alunos, possibilitando-lhes um melhor entendimento a respeito do assunto abordado.

3.2.3 Parte Experimental

3.2.3.1 Experimento 1

- **Materiais**

- Copo plástico transparente;
- Colher de sopa;
- Óleo de cozinha;
- Água.

- **Procedimento:**

- 1 - Adicione, aproximadamente, 200mL de água ao copo e misture uma colher de sopa de óleo de cozinha. Deixe em repouso por alguns segundos e anote o que foi observado.

3.2.3.2 Experimento 2

- **Materiais**

- - Fraldas descartáveis ou absorventes íntimos;
- - Tesoura;



- - Sacola plástica;
- - Copo plástico;
- - Água.

- **Procedimento:**

Para este experimento, precisaremos do poliacrilato de sódio, um sal superabsorvente presente nas fraldas e absorventes descartáveis. Para isso, corte tiras da parte de algodão de pelo menos três fraldas/absorventes e coloque-as numa sacola plástica. Agite e esfregue as tiras dentro da sacola até conseguir extrair uma boa quantidade de pó branco no fundo (poliacrilato de sódio). Agora, coloque o poliacrilato de sódio em um copo plástico e, logo em seguida, adicione cerca de 100 mL de água. Aguarde alguns segundos e anote o que observou.

3.2.4 Questionário

- 1) Explique como as forças intermoleculares podem estar relacionadas ao ponto de ebulição e fusão de uma substância.
- 2) O que você observou no *Experimento 1*? Explique com base nas forças intermoleculares integrantes do sistema e relacione o experimento com a situação que vivenciamos quando há vazamento de óleo/petróleo no mar.
- 3) O que você observou no *Experimento 2*? Explique com base nas forças intermoleculares integrantes do sistema e relacione o experimento à função absorvente das fraldas/absorventes íntimos.

OBS: Consulte, na internet, a fórmula estrutural do Poliacrilato de Sódio.

4 Conclusão e perspectivas

O resultado da análise dos trabalhos desenvolvidos no IF Sudeste MG – *campus* Barbacena reforça a importância da utilização da experimentação e do lúdico no ensino de Química do Ensino Médio como ferramentas didáticas capazes de estimular o interesse, a participação e o protagonismo do aluno no processo de ensino-aprendizagem. O material didático elaborado por meio do projeto “Elaboração de material didático de aulas práticas de química inovadoras, realizadas com materiais alternativos e de baixo custo, para utilização nas turmas de 1º ano dos cursos técnicos



integrados do IF Sudeste MG – *campus* Rio Pomba” também foi arquitetado na perspectiva de um ensino inovador, com metodologias ativas, facilitadoras da aprendizagem.

Como trabalho futuro, fica a expectativa pela aplicação do material didático elaborado e análise de sua influência na aprendizagem.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, *campus* Rio Pomba e à Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Referências bibliográficas

ALMEIDA, E. C. S. Contextualização do Ensino de Química: Motivando Alunos de Ensino Médio. *In: X ENCONTRO DE EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA*, 10, 2008. **Anais[...]**. João Pessoa, 2008. Disponível em: http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/x_enex/ANAIS/Area4/4CCENDQPEX01.pdf Acesso em: 29 abr. 2021.

ALTET, M. A observação das práticas de ensino efetivas em sala de aula: Pesquisa e formação. **Cadernos de Pesquisa**; v.47, n.166, p. 1196-1223, out/dez, 2017.

ALVES, W. F. A formação de professores e as teorias do saber docente: contexto, dúvidas e desafios. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 33. n. 2. p. 263-280. maio/ago. 2007.

BATISTA, C. Forças Intermoleculares. **Toda Matéria**, 2011. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/forcas-intermoleculares/>. Acesso em: 11 abr. 2020.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Fundamental, 1997.136p. Disponível em:<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2021.

CABRERA, W. B.; SALVI, R. A ludicidade no Ensino Médio: aspirações de Pesquisa numa perspectiva construtivista. *In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 5, 2005.**Resumos[...]**. Bauru, 2005. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/venpec/conteudo/artigos/1/pdf/p65.pdf. Acesso em: 30 abr. 2021.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Thomson, 2004.



FIALHO, N. N. **Jogos no Ensino de Química e Biologia**, 2 ed., Ibpex: Curitiba, 2011.

LIMA, P. B. *et al.* Estudo sobre as contribuições da experimentação contextualizada para a construção do conhecimento científico referente ao funcionamento de pilhas. *In: III Simpósio Mineiro de Educação Química*. Juiz de Fora, 2015.

LISBOA, M. **Jogos**: para uma aprendizagem significativa. 1 ed., Wak: Rio de Janeiro, 2013.

LOPES, M. G. **Jogos na Educação**: criar, fazer e jogar. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2001.

MENDONÇA, M. L. T. G.; CRUZ, R. P. As dificuldades na aprendizagem da disciplina de química pela visão dos alunos do ensino médio. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA*, 31. 2008, Águas de Lindóia.

Resumos[...]. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2008. Disponível em: <http://sec.sbq.org.br/cdrom/31ra/resumos/T0152-2.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2021.

NUNES, A. S.; ADORNI, D. S. **O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA**: O olhar dos alunos. *In: Encontro Dialógico Transdisciplinar - Editrans*, 2010, Vitória da Conquista, BA. - Educação e conhecimento científico, 2010.

PAULA, A. F. O. *et al.* Uso de jogos didáticos para o ensino de Química Orgânica. *In: III Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão do IF Sudeste MG (III SIMEPE)*.

Anais[...]. Rio Pomba, 2017. Disponível em: <http://simepe.ifsudestemg.edu.br/p/anais.html>. Acesso em: 04 mai. 2021.

PAULA, A. F. O.; MELO, L. G. Química e nutrientes das plantas: uma proposta contextualizada do Ensino de Química. *In: I QuiEncontro UFJF – Conversas sobre o Ensino de Química na Educação Básica*. **Anais[...]**. Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <https://www.ufjf.br/anaisdoquiencontro/edicoes/>. Acesso em: 06 mai. 2021.

PAULA, D. D. M. *et al.* A importância do ciclo do nitrogênio para a agropecuária: uma proposta para o ensino de Química. *In: IV Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão do IF Sudeste MG (IV SIMEPE)*. **Anais[...]**. Juiz de Fora, 2018. Disponível em: <http://simepe.ifsudestemg.edu.br/p/anais.html>. Acesso em: 04 mai. 2021.

PAULA, D. D. M. *et al.* Ensino de Propriedades Coligativas utilizando a experimentação. *In: II QuiEncontro UFJF – Conversas sobre o Ensino de Química na Educação Básica*. **Anais[...]**. Juiz de Fora, 2017. Disponível em: <https://www.ufjf.br/anaisdoquiencontro/edicoes/>. Acesso em: 06 mai. 2021.

PAZ, G. L.; PACHECO, H. F. Dificuldades no ensino-aprendizagem de química no ensino médio em algumas escolas públicas da região sudeste de Teresina. *In: X SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E IX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 2010. **Resumos[...]**. Piauí: Universidade Estadual do Piauí, 2010. Disponível em:



<https://www.uespi.br/prop/siteantigo/XSIMPOSIO/TRABALHOS/INICIACAO/Ciencias%20da%20Natureza/DIFICULDADES%20NO%20ENSINO-APRENDIZAGEM%20DE%20QUIMICA%20NO%20ENSINO%20MEDIO%20EM%20ALGUMAS%20ESCOLAS%20PUBLICAS%20DA%20REGIAO%20SUDESTE%20DE%20TERESINA.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2021

PEDROLO, C. Tabela Periódica. **InfoEscola**, 2006. Disponível em: <https://www.infoescola.com/quimica/tabela-periodica>. Acesso em: 10 abr. 2020.

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança**: imitação, jogo e sonho. Imagem e representação. 3. ed. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, 1964, p.114-228.

REIS, P. M. *et al.* Química e cidadania no trânsito: uma abordagem contextualizada sobre o bafômetro e a ingestão prematura do álcool. *In: III Simpósio Mineiro de Educação Química*. Juiz de Fora, 2015.

ROCHA, S. R; VASCONCELOS T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. *In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Anais[...]*. Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2021.

ROSA, R. S. *et al.* Jogo da Tabela Periódica: uma ferramenta para o auxílio da construção do conhecimento químico. *In: III Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão do IF Sudeste MG (III SIMEPE). Anais[...]*. Rio Pomba, 2017. Disponível em: <http://simepe.ifsudestemg.edu.br/p/anais.html>. Acesso em: 04 mai. 2021.

ROSENAU, L. dos S.; FIALHO, N. N. **Didática e Avaliação da Aprendizagem em Química**. 1 ed. Ibpex: Curitiba, 2008.

SOARES, M. H. F. B. **O lúdico em química**: jogos e atividades aplicados ao ensino de química. 203 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/6215/4088.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 03 mai. 2021.

VIDAL, D. F. *et al.* O calor dos combustíveis: uma proposta de ensino experimental e contextualizada de Termoquímica. *In: I QuiEncontro UFJF – Conversas sobre o Ensino de Química na Educação Básica. Anais[...]*. Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <https://www.ufjf.br/anaisdoquiencontro/edicoes/>. Acesso em: 06 mai. 2021.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.



TREINAMENTO PLIOMÉTRICO É UM MÉTODO EFICIENTE PARA MELHORAR O DESEMPENHO FÍSICO

Frederico Souzalima Caldoncelli Franco
Isaias da Silva Soares
Rogério Bittencourt da Silva
Wiliam dos Santos Bento

1 Introdução

Esportes coletivos e individuais utilizam a via anaeróbica alática como fonte de energia predominante para realizar um fundamento técnico e finalizar um ponto ou gol obtendo sucesso em seus objetivos (DURIGAN *et al.*, 2013; CHELLY *et al.*, 2014). Na prática esportiva observa-se que o exercício pliométrico, caracterizado pelo ciclo alongamento-encurtamento (CAE), é um movimento natural de muitos gestos técnicos esportivos (FERNANDES *et al.*, 2020). O CAE é considerado um elo entre os exercícios de força e velocidade (LIEVENS *et al.*, 2019), sendo identificado por ações intermitentes de alta intensidade e curta duração com grande exigência muscular de membros inferiores e/ou superiores (GONÇALVES; NAVARRO, 2017; TILLAAR *et al.*, 2020).

Para se alcançar o alto rendimento, atletas passam por árduos treinamentos de habilidades motoras como corridas rápidas com mudanças de direção, variações de velocidade, saltos, frenagens e arranques bruscos, além de arremessos e batidas em bolas, objetivando otimizar a força explosiva e potência. Tais habilidades motoras são cruciais para o sucesso esportivo (ASADI, 2016; GONÇALVES; NAVARRO, 2017; YANEZ-GARCIA *et al.*, 2019; TILLAAR *et al.*, 2020) e a prevenção de lesões (MCCORMICK *et al.*, 2016; DOBBS *et al.*, 2018; TILLAAR *et al.*, 2020). Ademais, estudos mostram relação positiva entre a força de membros inferiores e a capacidade de salto, aceleração e mudança de direção em esportes coletivos (YANEZ-GARCIA *et al.*, 2019).

Ao longo dos tempos, atletas, treinadores e pesquisadores do desempenho esportivo buscam determinar a carga de treinamento ideal para elevar seus resultados (LIEVENS *et al.*, 2019), nos quais as valências físicas como a força explosiva, velocidade e agilidade têm sido eficientemente desenvolvidas por treinamentos de potência e pliometria (ALENCAR *et al.*, 2019; YANEZ-GARCIA *et al.*, 2019; ALECRIM *et al.*, 2020).



Em segundo plano, mas não menos importante, estudiosos mostram a relação do ganho e manutenção da força muscular para indivíduos adultos e idosos (DOBBS *et al.*, 2018). Esses autores reportam que à medida que os humanos envelhecem, sua força muscular pode reduzir de 1 a 4% ao ano. Também identificaram que preservar a força muscular em idosos pode diminuir o risco de incapacidade funcional, sugerindo que exercitar com menor carga e maior velocidade poderia ser mais benéfico a idosos ao promover o ganho de força em intensidades mais baixas.

Nesse contexto, o treinamento pliométrico com saltos verticais e horizontais é uma estratégia promissora para elevar a força muscular, potência e agilidade beneficiando adolescentes, adultos e idosos.

2 Desenvolvimento

Embora esteja bem estabelecido que o resultado do treinamento depende da carga total de trabalho (volume, intensidade e frequência) e do princípio da sobrecarga, ainda é comum encontrar diretrizes baseadas em posicionamentos empíricos, ao invés de resultados científicos (LIEVENS *et al.*, 2019).

Pesquisadores buscam a metodologia ideal para quantificar a intensidade do exercício pliométrico e os melhores protocolos de treinamento. Autores observam impactos positivos do treinamento pliométrico no desempenho (HAMMAMI *et al.*, 2020; JLID *et al.*, 2020; KATSIKARI *et al.*, 2020), porém, ainda existe divergência em relação ao modelo de treinamento ideal, aos princípios de progressão das cargas e à especificidade do treinamento para se maximizar o desempenho (LIEVENS *et al.*, 2019), o que sugerem a necessidade de mais investigações.

2.1 Treinamento Pliométrico: conceito, fases e modelos

Os programas de treinamento pliométrico empregam exercícios que utilizam o ciclo alongamento-encurtamento muscular (CAE), responsável por gerar energia elástica a partir da contração excêntrica de alta intensidade, seguida imediatamente de uma contração concêntrica (KOMI, 2000; DURIGAN *et al.*, 2013; ZWARG *et al.*, 2013; ALECRIM *et al.*, 2020; GRGIC *et al.*, 2020). A transição rápida entre as ações excêntrica e concêntrica durante a execução do CAE resulta na conservação da energia elástica gerada e/ou aproveitamento da energia armazenada de forma que eleve a produção de força na fase final da contração concêntrica, induzindo mudanças



neuromusculares que aumentam a potência e a velocidade (MROCZEK *et al.*, 2019; GRGIC *et al.*, 2020).

Segundo Lievens *et al.* (2019), o CAE é caracterizado por três fases distintas: estiramento excêntrico, transição e o encurtamento concêntrico do músculo agonista. A fase de estiramento excêntrico se caracteriza pelo brusco alongamento do fuso muscular da unidade músculo-tendinosa, dos componentes elásticos em série e paralelo pré-ativando a fibra muscular. A fase de encurtamento concêntrico se caracteriza pelo rápido encurtamento dos componentes contráteis promovendo a força muscular. Já a fase de transição é o tempo entre o estiramento e a contração muscular concêntrica. Os autores também relatam que quanto maior for a duração da fase de transição, ou seja, maior tempo entre o estiramento e o encurtamento muscular, mais energia potencial elástica será dissipada na forma de calor, diminuindo a efetividade do efeito da pliometria.

O CAE é um movimento natural de muitos gestos técnicos na maioria dos esportes (FERNANDES *et al.*, 2020), sendo considerado um elo entre os exercícios de força e velocidade (LIEVENS *et al.*, 2019). Conforme ~~dite~~ mencionado por Mroczek *et al.* (2019), nos saltos verticais e laterais, os músculos quadríceps experimentam ativação durante a fase de estiramento e encurtamento. Essa ativação muscular é determinada pela magnitude do estiramento excêntrico do quadríceps durante a aterrissagem, que por sua vez é dependente do nível de rigidez da musculatura envolvida. Já os músculos gastrocnêmicos trabalham amortecendo o impacto do calcanhar ao solo na aterrissagem. Essas ações musculares permitem a absorção da energia elástica gerada em reação à força ao solo.

A descontinuidade do movimento, como parar em uma ou ambas as pernas, prejudica a fase de transição, em razão da ativação muscular e o ganho de energia propulsiva quando comparado a um segundo salto imediatamente contínuo (MROCZEK *et al.*, 2019).

2.2 Benefícios do Treinamento Pliométrico

A literatura retrata que o treinamento pliométrico promove inúmeros benefícios para o desempenho atlético e a qualidade de vida de seus praticantes. Esses benefícios podem estar relacionados à melhora na altura do salto vertical, tempo de sprint, economia na corrida e ações relacionadas às habilidades específicas das



modalidades esportivas (FERNANDES *et al.*, 2020). GRGIC *et al.* (2020) também expõem que a pliometria pode elevar a massa óssea ao elevar a força muscular nos saltos verticais.

A melhora no desempenho promovida pelo treinamento pliométrico pode ser atribuída ao melhor recrutamento e sincronização de Unidades Motoras, aumento na velocidade de condução de potenciais de ação e melhoras no ciclo alongamento-encurtamento (ZWARG *et al.*, 2013). Yanez-Garcia *et al.* (2019) retratam que o treinamento pliométrico promove um baixo grau de fadiga, consome baixo tempo de treino e apresenta ganhos significativos a seus praticantes, além de reforçar que treinadores deveriam aplicar sessões de treinamentos de forma compatível ao estado de maturidade e nível de força inicial dos atletas. Os autores também identificaram na literatura que programas de levantamento de peso e pliometria com carga baixa, volume baixo e velocidade máxima exibem ganhos similares ou mais eficazes do que programas com cargas pesadas na indução da melhoria na força explosiva, saltos e sprint, bem como incrementar o desempenho de sprint máximos separados por curtos períodos de descanso.

Adicionalmente, Lievens *et al.* (2019) observaram que antes de uma competição, um exercício pliométrico de baixa intensidade apresenta melhores benefícios na estimulação de unidades motoras e no desempenho durante o evento do que o exercício de alta intensidade.

Recentemente, vários autores sugerem que um programa de treinamento de pliometria combinada ao exercício de força poderiam otimizar os benefícios, se comparado a esses programas isoladamente (LIEVENS *et al.*, 2019; ALECRIM *et al.*, 2020; GRGIC *et al.*, 2020; TILLAAR *et al.*, 2020). É sugerido que esses programas de treinamento exerçam um efeito diferenciado no desempenho de saltos em que a pliometria teria um efeito mais acentuado na capacidade de armazenamento e aproveitamento da energia elástica, e o de força, um efeito mais agudo na ativação muscular da fase concêntrica.

2.2.1 Efeito sobre o desempenho

Vários métodos de treinamento, incluindo treinamento resistido e de força, treinamento pliométrico e/ou combinados, têm se mostrado eficazes na obtenção de ganhos no desempenho neuromuscular em jovens atletas e não atletas (LIEVENS *et*



al., 2019; MROCZEK *et al.*, 2019; YANEZ-GARCIA *et al.*, 2019). Especificamente em jovens esportistas, a maioria dos estudos que aplicou o treinamento pliométrico observou incremento no desempenho de salto vertical (10–15%), sprint (3–5%) e agilidade (6–10%) após um período de treinamento de seis a oito semanas (LIEVENS *et al.*, 2019; MROCZEK *et al.*, 2019; YANEZ-GARCIA *et al.*, 2019). No entanto, outros autores não identificaram os mesmos resultados (ALECRIM *et al.*, 2020; TILLAAR *et al.*, 2020).

Para o desempenho dos saltos verticais, Tillaar *et al.* (2020) relatam que atletas adolescentes de handebol elevaram a altura de salto após seis semanas de treino pliométrico e de força. Alencar *et al.* (2019) verificaram melhora no desempenho dos testes de saltos verticais e horizontais promovido por sete semanas de pliometria. Jlid *et al.* (2020) mostraram aumento nos resultados de saltos verticais com contramovimento e com agachamento de 90° associados a saltos laterais em decorrência ao treinamento multidirecional pliométrico. Por outro lado, Yanez-Garcia *et al.* (2019) não identificaram diferença no salto vertical entre jovens-adolescentes e jovens-adultos após treino pliométrico.

A rigidez muscular, que é uma propriedade biomecânica do músculo, é dependente do maior ou menor número de sarcômeros ativados e pode ser quantificada pela sua capacidade de alongar por contração ou força externa (MROCZEK *et al.*, 2019), assim, influenciando a força explosiva muscular. Mroczek *et al.* (2019) observaram que a rigidez muscular e a força explosiva elevaram apenas no músculo tibial anterior promovendo um ganho de 3,2 a 4,9 cm de altura após seis semanas de treinamento pliométrico. Esse estudo verificou que o treinamento pliométrico aumenta a habilidade de saltos verticais dos tipos contramovimento e com agachamento de 90°, porém, não observou diferença entre os dois tipos de saltos. Os autores sugeriram que essas melhoras foram propiciadas devido à duração, tipo de exercício e, principalmente, à intensidade de execução. Tillaar *et al.* (2020) também identificaram que a força explosiva muscular em atletas de handebol elevou de forma semelhante após 6 semanas de treinamento de força e pliometria.

Ao estudar o efeito do treinamento pliométrico sobre a velocidade, Yanez-Garcia *et al.* (2019) encontraram que jovens atletas de basquete alcançaram melhores desempenhos de *sprint* em habilidades específicas do esporte quando comparados a atletas mais velhos. Gonçalves e Navarro (2017) mostraram melhora no *sprint* de 50m



após oito semanas de treinamento pliométrico em atletas de futsal. Asadi *et al.* (2016) observaram correlação positiva entre *sprint* de 20m e saltos contramovimentos em profundidade e o desempenho de agilidade, como os teste de T e de Illinois. Em contrapartida Tillaar *et al.* (2020) não verificaram melhora na habilidade de *sprint* após treino de força e pliometria. Esses autores relatam que o treinamento de força deveria ser realizado antes da pliometria para se ter melhores resultados na potência de membros inferiores. Os autores sugerem que aumentar o tamanho e a ativação das unidades motoras antes dos movimentos explosivos promoveriam maior benefício ao desempenho, já que a capacidade de produção de força é crucial para a otimização do treinamento pliométrico.

Segundo Lievens *et al.* (2019) alguns elementos-chave são negligenciados em estudos que avaliam os efeitos do treinamento pliométrico, como inclusão de um grupo de controle, descrição clara do exercício, tipo de superfície e/ou implemento, número de arremessos, sobrecarga progressiva e nível físico dos indivíduos, o que demonstra a relevância da realização de mais estudos para a padronização desses parâmetros.

2.2.2 Efeito do Tempo de Treinamento Pliométrico

Há uma divergência entre treinadores e pesquisadores sobre qual intensidade, volume e duração do treinamento pliométrico poderiam promover maior efeito sobre o desempenho (MROCZEK *et al.*, 2019). Um dos aspectos mais críticos relatados por treinadores esportivos em suas rotinas de atividades é a percepção da falta de tempo para desenvolver todas as demandas de preparação para seus atletas e equipes alcançarem o desempenho desejado (GRGIC *et al.*, 2020).

Estudos recentes mostram que o treinamento pliométrico exibiu ganhos no desempenho de membros inferiores em diferentes tempos de intervenção como dez semanas (KATSIKARI *et al.*, 2020), oito semanas (CHELLY *et al.*, 2014; GONÇALVES; NAVARRO, 2017; DOBBS *et al.*, 2018), sete semanas (HAMMAMI *et al.*, 2020) e seis semanas (JLID *et al.*, 2020; TILLAAR *et al.*, 2020). MROCZEK *et al.* (2019) e GRGI *et al.* (2020) em suas revisões de literatura identificaram que seis, oito e doze semanas com duas sessões semanais de treinamento pliométrico exibiram eficácia igual no ganho de altura do salto vertical.

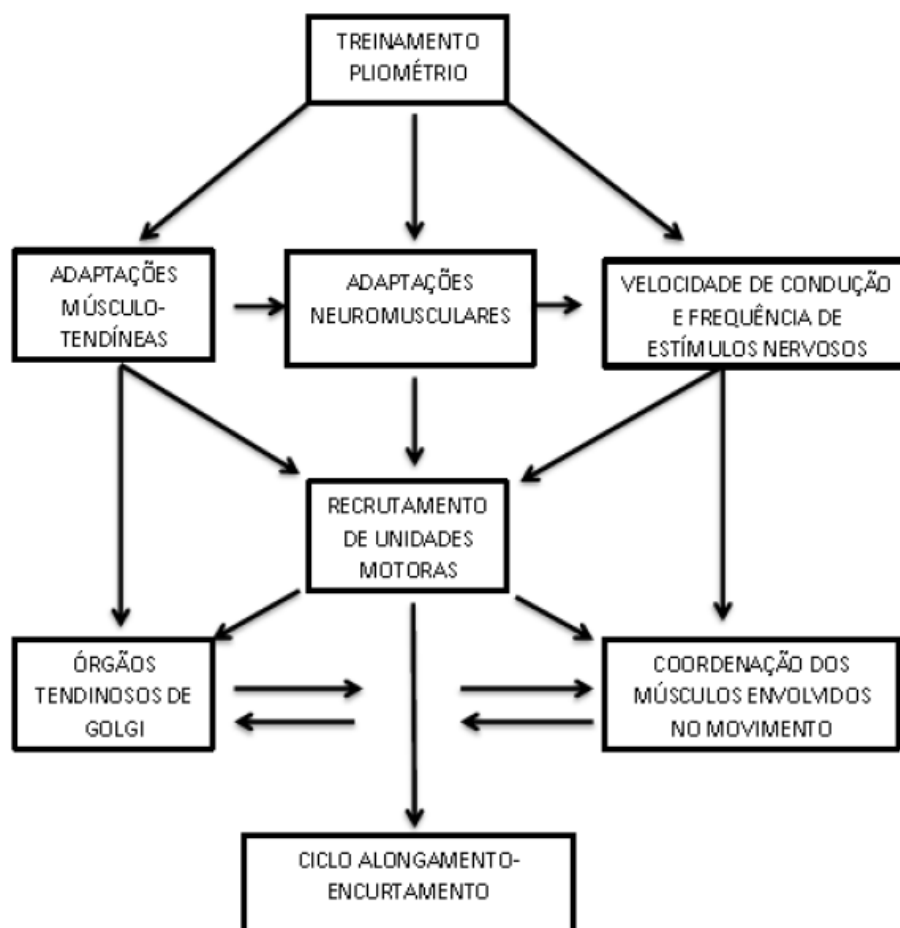
Contudo, outros autores não identificaram ganhos em quatro semanas (MROCZEK *et al.*, 2019; ALECRIM *et al.*, 2020), demonstrando existir ainda uma

lacuna temporal em programas de pliometria sobre os ganhos de desempenho e a relação com outras variáveis neuromusculares anaeróbicas.

2.3 Princípios Fisiológicos do Treinamento Pliométrico

Conforme Zwarg *et al.* (2013), as melhorias no desempenho físico promovidas pelo exercício de pliometria podem ocorrer devido às adaptações neurais como: a- sincronização das unidades motoras e sinergismo entre grupos musculares; b- ativação de grupos musculares agonistas e inibição de grupos antagonistas; c- incremento na velocidade de estímulo e condução nervosa; d- redução na resposta inibidora dos órgãos tendinosos de Golgi e estímulo na resposta excitatória dos fusos musculares (FIGURA 1).

Figura 1 – Mecanismos envolvidos no treinamento pliométrico.



Fonte: ZWARG *et al.*, 2013, 200p.

Alterações morfológicas e neurais podem desempenhar um papel importante na capacidade do sistema neuromuscular de se adaptar a um estímulo específico de treinamento (YANEZ-GARCIA *et al.*, 2019). No entanto, as contrações musculares



excêntricas durante os exercícios de salto vertical induzem alta tensão sobre os músculos ativos e tecidos conjuntivos, que podem causar a liberação de enzimas intramusculares e redução na força e potência, além de dores e danos musculares (MROCZEK *et al.*, 2019; FERNANDES *et al.*, 2020).

O dano à estrutura muscular pode ser consequência do alto volume de treino pliométrico ou ocorrer em indivíduos não habituados ao treinamento. Os sintomas gerados pelos danos musculares induzidos pelo exercício incluem processos mecânicos (lesões de sarcômero e deficiência na fase de transição) e distúrbios metabólicos (alterações nas taxas de glicogênio, creatina quinase e lactato desidrogenase) (LIEVENS *et al.*, 2019; FERNANDES *et al.*, 2020). Tais sintomas podem alcançar um pico entre 24 e 48 horas pós-exercício e são recuperados em sete dias (FERNANDES *et al.*, 2020), porém, podem reduzir o desempenho de saltos em até 72 horas após o dano muscular (LIEVENS *et al.*, 2019).

Adicionalmente, um fator que pode exacerbar os sintomas do dano muscular induzido pelo exercício é a carga vertical sobre o músculo gerada pelo peso corporal (FERNANDES *et al.*, 2020). Segundo esses autores, enquanto o tecido magro é funcional e contribui para gerar força, o tecido adiposo não é. Assim, a carga vertical é maior em indivíduos obesos do que nos indivíduos não obesos.

2.4 Treinamento de Pliometria de Membros Inferiores

Exercícios de saltos verticais e horizontais com alta intensidade têm sido os mais usados nos programas de pliometria para membros inferiores (PEREIRA *et al.*, 2015; GONÇALVES; NAVARRO, 2017) mostrando resultados positivos no desempenho atlético de força, potência e agilidade em jovens, adultos e idosos (CHELLY *et al.*, 2014; GONÇALVES; NAVARRO, 2017; DOBBS *et al.*, 2018; ALENCAR *et al.*, 2019). Os tipos de exercícios de saltos podem variar entre quedas de uma caixa (em profundidade), em distância (horizontalmente), unilateral, bilateral e para trás, começando com agachamento de 90°, contramovimento, com auxílio dos braços, repetidos sobre obstáculos (barreiras, bancos, etc.) e sobre uma ou duas pernas (ZWARG *et al.*, 2013; MCCORMICK *et al.*, 2016; DOBBS *et al.*, 2018).

Adicionalmente, Mroczeke *et al.* (2019) descrevem que a eficiência do treinamento pliométrico pode elevar ou diminuir conforme o ângulo de movimento dos



saltos (30°, 90° ou 150°), em razão de se empregar músculos diferentes nos diversos ângulos do exercício.

Zwarg *et al.* (2013) relatam que o mecanismo de acúmulo de energia elástica gerado na fase de estiramento é dependente da altura da queda (profundidade). Os benefícios da pliometria em membros inferiores têm sido exibidos quando a estimulação da fibra muscular é promovida pelo processo de estiramento muscular a partir de quedas em altura de 40 a 60cm (KOMI, 2000; VILELA; SILVA, 2017; ALENCAR *et al.*, 2019). Alencar *et al.* (2019), estudando garotas atletas de voleibol, promoveram um treinamento pliométrico com saltos de banco que variaram de 40 a 60 cm por sete semanas e verificaram melhoras nos testes de impulsão vertical, impulsão horizontal e *shuttle run* em função do treino de pliometria.

Hammami *et al.* (2020) avaliaram atletas de handebol treinando pliometria com saltitos, saltos sobre barreiras e lateralmente na areia e em piso duro três vezes na semana por sete semanas. Os autores observaram melhora no desempenho de saltos verticais para ambos os treinos, porém, verificou-se que o treino pliométrico na areia apresentou maiores benefícios nos *sprint* e na mudança de direção do que o treino em piso duro.

Dobbs *et al.* (2018) estudaram idosos de 62 anos em média, exercitando, três vezes na semana por oito semanas, um programa de pliometria com saltos com agachamento de 90°, saltos sobre uma perna e saltos explosivos em profundidade. Os autores verificaram que a pliometria elevou o desempenho nos testes de sentar e levantar de uma cadeira, de subir nove degraus de 17 cm de uma escada e de 1 RM (repetição máxima) de extensão de perna.

McCormick *et al.* (2016) e Jlid *et al.* (2020) sugerem que os programas de pliometria multidirecionais apresentam melhores resultados em virtude dos exercícios aplicados estimularem a especificidade dos fundamentos do esporte. Também sugerem que a intensidade da estimulação pré-estiramento é crucial para recrutar maior número de fibras musculares ao exercício concêntrico em seguida e exibir melhores resultados.

2.5 Treinamento de Pliometria de Membros Superiores

Há modalidades esportivas que demandam predominantemente ações de membros superiores como arremessos, cortadas, batidas e rebatidas (DURIGAN *et*



al., 2013; CHELLY *et al.*, 2014; TURGUT *et al.*, 2019; ALECRIM *et al.*, 2020). Tais esportes podem ser beneficiados com o treino pliométrico de membros superiores devido ao aumento da coordenação neural e especificidade do grupo muscular empregado (PEREIRA *et al.*, 2015), ângulo articular e velocidade da sobrecarga excêntrica (CHELLY *et al.*, 2014), além da resistência de oposição do implemento ao movimento (ALECRIM *et al.*, 2020).

A literatura apresenta poucos estudos de programas pliométricos para membros superiores (CHELLY *et al.*, 2014; PEREIRA *et al.*, 2015; ALENCAR *et al.*, 2019; ALECRIM *et al.*, 2020) e a maioria é aplicada em esportes como voleibol e handebol por demandarem força explosiva muscular de membros superiores. Alecrim *et al.* (2020) desenvolveram um programa de pliometria com atletas de handebol realizando exercícios de arremesso de medicineball, repulsão de braço sobre o solo, flexão de braço na barra e remada. Os autores avaliaram o desempenho físico por meio do arremesso de medicineball, e observaram pequeno ganho de força explosiva. Chelly *et al.* (2014) avaliaram atletas de handebol executando movimentos específicos do esporte e verificaram que o treinamento pliométrico de flexão de braço para amortecer a queda ao chão seguida da repulsão de braço melhorou a velocidade de arremesso a gol.

Turgut *et al.* (2019) estudaram atletas de voleibol por doze semanas de treino pliométrico realizando exercícios como arremesso de medicineball e rotações de ombro com banda elástica e identificaram que a pliometria melhorou a potência, força e resistência de membros superiores. Contudo, Tillaar *et al.* (2020) não verificaram melhora do treinamento pliométrico na velocidade e desempenho de arremessos de 7 metros e com três passos antecedentes ao arremesso no handebol, sugerindo que a discrepância de resultados estaria relacionada aos diferentes tipos de exercícios e protocolos de treinos.

Estudos relatam que os treinamentos pliométricos de membros inferiores exibem maiores benefícios quando o CAE é realizado com quedas de altura entre 40 a 60 cm (KOMI, 2000; VILELA; SILVA, 2017; ALENCAR *et al.*, 2019), em razão do alongamento muscular promovido na fase excêntrica gerar maior absorção e acúmulo de energia elástica (ZWARG *et al.*, 2013). A energia acumulada seria disponibilizada na fase concêntrica por meio de energia cinética, aumentando a geração de força com menor custo metabólico, afirmando que a altura da queda seria fundamental nesse



processo. Nos programas de treinamento pliométrico de membros superiores, a padronização das alturas de quedas e repulsões de braço, bem como os tipos de treinos não estão bem estabelecidos (ALECRIM *et al.*, 2020). Lievens *et al.* (2019) também mostram que há falta de padronização nos tipos de implementos, número de arremessos, progressão das cargas, entre outros. Essas variáveis de treinamento podem promover inconsistência nos resultados das investigações, o que justifica mais estudos, principalmente, para identificar a melhor altura das quedas de banco em programas de pliometria de membros superiores.

2.6 Resultados da Pliometria sobre Parâmetros Físicos

O grupo de pesquisa formado pelos autores desse capítulo investigou o impacto de cinco semanas de treinamento pliométrico sobre o desempenho físico de dezesseis jovens-adultos ativos de 18 a 23 anos. Esses foram divididos em dois grupos (Controle e Treino), onde o grupo Treino foi submetido ao treinamento pliométrico de membros superiores (repulsão de braço sobre o solo após queda de banco e com medicineball) e inferiores (saltos sobre barreiras, saltos contramovimentos e saltos em queda de banco) por cinco semanas com três sessões/semana de 30-40 minutos/sessão, composta de dez exercícios de braço e perna (10-20 repetições/exercício). Antes e imediatamente após ao programa de treino, os indivíduos foram avaliados por parâmetros antropométricos, nível de flexibilidade (flexiteste) e desempenho físico pelos testes de forças palmar (dinamômetro), força de toque (arremesso de medicineball com as duas mãos) e força de ataque (arremesso de medicineball com a mão dominante similar ao ataque no voleibol), salto vertical, *sprint* de 20 m e agilidade (teste T).

Os principais resultados foram observar que cinco semanas de experimento exibiram melhoras no desempenho do salto vertical e na força de ataque, não identificando efeito da interação nem do fator sexo (Tabela 1).

Verificou-se também, que o treinamento pliométrico de membros inferiores elevou o desempenho do salto vertical em 10,6%, ao comparar o grupo Treino entre os tempos antes e após cinco semanas de treinamento. Chelly *et al.* (2014) identificaram que estudos anteriores mostraram que o treinamento pliométrico elevou o desempenho em 5 a 15%, reforçando a importância da magnitude dos resultados de nosso estudo. Resultados semelhantes foram encontrados em saltos verticais por

outros autores (GONÇALVES; NAVARRO, 2017; HAMMAMI *et al.*, 2020; KATSIKARI *et al.*, 2020).

A relevância de nossos resultados é ter obtido ganho no desempenho em função do treinamento pliométrico com cinco semanas de intervenção, pois estudos anteriores obtiveram resultados positivos sobre os membros inferiores com dez semanas (KATSIKARI *et al.*, 2020), oito semanas (GONÇALVES; NAVARRO, 2017), sete semanas (HAMMAMI, *et al.*, 2020) e seis semanas (JLID *et al.*, 2020).

Um dos importantes resultados deste estudo foi verificar que o treinamento pliométrico de membros superiores promoveu um ganho médio 0,62 cm na distância do teste de força de ataque, o que representa um aumento de 30,1% em cinco semanas de treino. O teste de força do ataque consistia em arremessar uma bola de medicineball de 2 kg com a mão de dominância acima da cabeça em um movimento de extensor de cotovelo similar ao ataque no voleibol. Tal resultado mostra o benefício do treino pliométrico de membros superiores para atletas de voleibol e indivíduos que executam movimentos semelhantes ao do ataque no voleibol.

Tabela 1 – Diferença do desempenho físico antes e após 5 semanas de treinamento de pliometria de membros inferiores e superiores entre os fatores grupo e sexo.

	Grupo Controle		Grupo Treino		Fator ⁶ Grupo p-valor	Fator Sexo p-valor
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino		
Força Palmar (kgf)	-2,92±4,86	0,44±3,43	-0,57±3,43	1,06±1,80	0,515	0,697
Força de toque (m)	0,60±0,28	0,53±0,20	0,65±0,20	0,59±0,16	0,709	0,855
Força de ataque (m)	0,41±0,37	0,32±0,26	1,34±0,26	0,63±0,21	0,046	0,175
Salto vertical (cm)	-2,0±1,92	-0,74±1,36	3,76±1,36	2,57±1,11	0,009	0,981
Sprint de 20 m (s)	-0,65±0,37	-0,06±0,26	-0,30±0,26	-0,34±0,21	0,899	0,348
Teste de agilidade (s)	0,49±0,86	0,22±0,61	-0,54±0,61	-0,71±0,50	0,163	0,741

Fonte: Elaboração própria.

⁶ **Simbologia:** Fator Grupo: Controle (Controle Masculino + Controle Feminino) x Treino (Treino Masculino + Treino Feminino); Fator Sexo: Masculino (Controle Masculino + Treino Masculino) x Feminino (Controle Feminino + Treino Feminino). Valores em Média±EPM. Anova Two Way de Medidas Repetidas (P<0,05).



2.7 Relação Pliometria e Alongamento-Flexibilidade

Estudos anteriores relatam o aumento de rigidez muscular dos membros inferiores após a intervenção pliométrica, acreditando que a rigidez muscular melhoraria o desempenho de saltos e corridas ao armazenar energia na aterrissagem e gerar mais força concêntrica durante a fase propulsiva, além de reduzir a fadiga (MROCZEK *et al.*, 2019; TILLAAR *et al.*, 2020). Segundo Mroczek *et al.* (2019), do ponto de vista fisiológico, o nível de rigidez muscular está fortemente relacionado ao tamanho, arquitetura e funcionalidade do músculo, sendo a área de secção transversal do músculo uma das características mais importantes da rigidez muscular.

Por outro lado, parece haver um nível ideal de rigidez muscular para esse benefício, pois o excesso de rigidez pode reduzir o desempenho e contribuir para um aumento do risco de lesões (MROCZEK *et al.*, 2019). Autores mostram efeitos prejudiciais do alongamento e flexibilidade sobre o desempenho de saltos verticais, por compreender que propriedades mecânicas como a rigidez da unidade músculo-tendinosa e reflexos de fuso muscular poderiam reduzir a produção de potência (MARCHETTI *et al.*, 2014). Esses pesquisadores sugeriram que a perda de desempenho em saltos verticais estaria relacionada à rigidez da estrutura periarticular prejudicar a transferência das forças elásticas do CAE. Adicionalmente, Mroczek *et al.* (2019) reportaram que a rigidez muscular poderia ser afetada devido ao tipo de exercício realizado, o tipo de músculo recrutado (flexores vs. extensores), a porcentagem de fibras lentas e rápidas empregadas e a recuperação do exercício, onde altas contrações excêntricas durante o treinamento pliométrico causariam maiores danos musculares que as contrações concêntricas.

Ao considerar que outros autores relataram que o treinamento pliométrico poderia melhorar a flexibilidade (DURIGAN *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2016; RACIL *et al.*, 2020) e que o mecanismo do CAE poderia interferir na flexibilidade dos músculos empregados, tal inconsistência de resultados reforça a necessidade de mais estudos, o que este grupo de pesquisa realizou.

Ao avaliar o nível de flexibilidade musculoesquelética por meio do flexiteste (MARQUES JUNIOR, 2010), que é baseado em movimentos passivos até o limite da amplitude articular do quadril, tronco e ombro, a soma de todas as notas de cada movimento pode ser classificada como “muito pequena” a “muito grande”. Os resultados do nosso estudo não mostraram diferença no nível de flexibilidade por meio

do flexiteste entre os grupos, tão pouco em função do treinamento pliométrico e do sexo dos atletas (Tabela 2). Pequenas diferenças de flexibilidade foram observadas nos testes de extensão de tronco e de rotação interna de ombro, contudo, tais diferenças não impactaram o nível do flexiteste.

Neste estudo, verificou-se um nível “grande” de flexibilidade por meio do “Flexiteste”, conforme a classificação de Marques Junior (2010). Esses resultados são similares aos de Albarello *et al.* (2018), que verificaram níveis de flexibilidade de “médio” a “muito grande” em atletas de voleibol feminino de treze e quatorze anos ao utilizarem um flexiteste similar ao empregado neste estudo. Os resultados encontrados sugerem que o treinamento de pliometria não melhorou, mas também não prejudicou o nível de flexibilidade dos avaliados.

Tabela 2 – Resultados do Flexiteste antes e após 5 semanas de treinamento de pliometria entre os fatores grupo e sexo.

Teste de Flexibilidade ⁷	Tempo	Grupo Controle		Grupo Treino		Fator Grupo p-valor	Fator Sexo p-valor
		Masculino	Feminino	Masculino	Feminino		
Flexão de Quadril	Antes	2,50±0,74	2,50±0,52	2,00±0,52	2,50±0,43	0,664	0,664
	Pós	2,50±0,71	3,00±0,50	2,75±0,50	2,83±0,41	0,940	0,600
Extensão de Quadril	Antes	2,50±0,56	3,25±0,40	2,75±0,40	3,50±0,32	0,569	0,104
	Pós	3,00±0,61	3,25±0,43	2,75±0,43	3,50±0,35	1,000	0,306
Abdução de Quadril	Antes	2,50±0,56	3,25±0,40	3,25±0,40	3,50±0,32	0,264	0,264
	Pós	3,00±0,74	3,25±0,52	2,50±0,52	3,33±0,43	0,718	0,356
Extensão de Tronco	Antes	3,00±0,41	3,75±0,29	3,75±0,29	3,67±0,24	0,897	0,044
	Pós	3,00±0,63	3,50±0,45	2,50±0,45	3,50±0,36	0,612	0,145
Rotação Externa de Ombro	Antes	2,00±0,60	2,25±0,42	1,50±0,42	2,17±0,35	0,535	0,335
	Pós	3,00±0,68	2,50±0,48	1,75±0,48	2,50±0,39	0,353	1,000
Rotação Interna de Ombro	Antes	4,00±0,18	4,00±0,13	3,75±0,13	4,00±0,10	0,373	0,373
	Pós	3,00±0,29	4,00±0,20 ^b	4,00±0,20 ^a	4,00±0,17	0,043	0,043
	Antes	2,50±0,28	3,00±0,20	3,00±0,20	3,33±0,16	0,072	0,072

⁷ **Simbologia:** Flexiteste (soma dos testes ajustados). Valores em Média±EPM. ^avs. Controle Masculino; ^bvs. Controle Feminino; Anova *Two Way* (P<0,05). Fator Grupo: Controle (Controle Masculino + Controle Feminino) x Treino (Treino Masculino + Treino Feminino); Fator Sexo: Masculino (Controle Masculino + Treino Masculino) x Feminino (Controle Feminino + Treino Feminino).



Adução Posterior de Ombro	Pós	2,50±0,59	3,00±0,42	2,50±0,42	3,17±0,34	0,856	0,219
Flexiteste	Antes	21,71±2,66	25,14±1,88	22,00±1,88	25,91±1,54	0,801	0,096
	Pós	22,86±3,74	25,43±2,64	21,43±2,64	26,10±2,16	0,896	0,229

Fonte: Elaboração própria.

2.8 Relação entre Treinamento Pliométrico, Velocidade e Agilidade

A agilidade é uma habilidade motora de extrema importância para o sucesso em esportes coletivos como basquete, handebol, voleibol, futebol entre outros. É definida tradicionalmente como a mudança de direção em alta velocidade, promovendo habilidades de movimentação multidirecional e a capacidade de frear e retomar rapidamente os deslocamentos (MCCORMICK *et al.*, 2016).

O treinamento pliométrico referido é elevar o desempenho da agilidade e velocidade, por aumentar o recrutamento de unidades motoras de fibras rápidas e estimular a coordenação neural e segmentar (ZWARG *et al.*, 2013; CHELLY *et al.*, 2014), induzindo mudanças neuromusculares que facilitam e aumentam a potência e a velocidade de estruturas de movimento congruentes (MROCZEK *et al.*, 2019). Tais princípios fisiológicos seriam capazes de melhorar o desempenho das contrações explosivas essenciais nos desempenhos dos saltos verticais, velocidade e agilidade.

Estudos anteriores apresentam correlação positiva entre saltos verticais com a velocidade de deslocamento (ASADI, 2016; GONÇALVES; NAVARRO, 2017) e com a agilidade (MILLER *et al.*, 2006; ASADI, 2016), no entanto, outros autores não identificaram correlações entre essas habilidades motoras (DURIGAN *et al.*, 2013; TILLAAR *et al.*, 2020).

Em uma meta-análise Lievens *et al.* (2019) identificaram um maior desempenho da agilidade em função ao treinamento pliométrico avaliado pelos testes T e de Illinois. Todavia, os autores observaram um aumento de menor magnitude no desempenho da velocidade de *sprint* em 10, 20 e 50m. O fato de verificar maior benefício da pliometria sobre a agilidade comparada à velocidade, pode ser explicado devido ao treinamento pliométrico se concentrar principalmente nas propriedades do CAE que contribui para uma transição eficiente da ação muscular excêntrica para concêntrica, que é menos pronunciada em um movimento de *sprint* em linha reta em comparação

com um *sprint* com mudanças de direção (LIEVENS *et al.*, 2019; TILLAAR *et al.*, 2020).

A escassez de estudos avaliando os efeitos das contrações musculares explosivas promovidas pelo treinamento pliométrico de saltos verticais sobre o desempenho da agilidade e velocidade sugere a importância da realização de mais investigações sobre a relação entre esses parâmetros do desempenho físico. Nesse contexto, o nosso grupo de pesquisa avaliou a correlação do treinamento pliométrico de membros inferiores com saltos verticais e superiores com repulsões de braço por cinco semanas entre variáveis físicas como arremessos de medicineball, saltos verticais, *sprint* de 20m e agilidade (TABELA 3).

A correlação entre os parâmetros avaliados neste estudo, mostrou três blocos distintos de resultados a serem debatidos. O primeiro bloco de resultados foi verificado na correlação positiva e forte entre os parâmetros neuromusculares de características dos membros superiores (Força Palmar, Força de Toque e Força de Ataque, $P < 0,001$), reportando uma relação de quanto maior uma força específica de membros superiores, maior será a outra força de membros superiores.

O segundo bloco de resultados foi identificado na correlação positiva e moderada entre o parâmetro de membro inferior salto vertical e as três forças de membros superiores (Força Palmar, Força de Toque e Força de Ataque, $P < 0,001$), sugerindo que quanto maior for o salto vertical, maior serão as forças palmar, de toque e de ataque.

O terceiro bloco de resultados, observado nas análises de correlações, foi verificado na relação inversa moderada entre ações anaeróbicas de velocidade e agilidade com os movimentos de membros inferiores (Salto Vertical). Verificou-se que o teste de saltos verticais exibiu correlação negativa e forte com o teste de *sprint* ($P < 0,001$) e correlação negativa e moderada ($P < 0,001$) com o teste de agilidade.

Tabela 3 – Correlações entre os parâmetros de desempenho físico (r).

Parâmetros	Toque	Ataque	Salto	Sprint	Agilidade
Palmar ⁸	0,841 ^b	0,785 ^b	0,553 ^b	-0,368	-0,229

⁸ **Simbologia:** Palmar (Teste de Força Palmar em quilograma), Toque (Teste de Força de Toque em metros); Ataque (Teste de Força de Ataque em metros); Salto (Teste de Salto Vertical em centímetros); Sprint (Teste de Sprint de 20m em segundos), Agilidade (Teste de T de Agilidade em metros).



Toque	0,926 ^b	0,633 ^b	-0,586	-0,338
Ataque		0,639 ^b	-0,591 ^b	-0,440 ^a
Salto			-0,768 ^b	-0,537 ^b
Sprint				0,442 ^a

Fonte: Elaboração própria.

3 Conclusões e Perspectivas

Estudos deste grupo de pesquisa possibilitam concluir que cinco semanas de treinamento pliométrico de membros superiores e inferiores promoveram melhora no desempenho do salto vertical e de força de ataque. Foi verificada relação direta e moderada entre os desempenhos no salto vertical, no *sprint* de 20m e no teste de agilidade. Por outro lado, verificou-se lacunas a serem investigadas em novos estudos quanto ao efeito do treinamento pliométrico sobre os membros superiores.

Os resultados encontrados são relevantes e devem ser considerados pelos profissionais da área de treinamento de força e condicionamento físico na meta de maximizar os ganhos no desempenho do salto vertical e de força de ataque utilizando cinco semanas de treinamento pliométrico.

O treinamento de pliometria de membros superiores com repulsão de braços e inferiores com saltos verticais promove benefícios, mesmo utilizando sessões de exercício com baixa duração de tempo. No que se refere aos atletas e praticantes de atividades físicas podem treinar de duas a três vezes por semana por trinta a quarenta minutos obtendo êxito em suas metas.

Referências

ALBARELLO, H.; FONTELA, P. C.; MARTINS, D. S.; BIGOLIN, S. E.; WINKELMANN, E. R. Características antropométricas, físicas e cardiorrespiratórias de jovens atletas de voleibol feminino. **Revista Saúde e Pesquisa ISSN 1983-1870 - e-ISSN 2176-9206**, v. 11, n. 2, p. 205-212, Mai/Ago 2018.

ALECRIM, J. V. C.; ALECRIM NETO, J. V. C.; SOUZA, M. O.; PIRES, G. P. Efeito do treinamento pliométrico e isométrico na força explosiva de membros superiores de atletas de handebol. **Revista de Ciencias del Deporte**, v. 16, n. 1, p. 49-54, 2020.

segundos). Valores em coeficiente de correlação (r). Correlação de Pearson (^avs. P<0,05; ^b vs. P<0,001).



ALENCAR, J.; NEVES, L.; SANTOS, S.; CRISTINA, T.; MACENA, W. **Efeito do treinamento pliométrico sobre força explosiva, velocidade e agilidade em atletas de voleibol feminino.** 2019, 17p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Educação Física) (Graduação). Departamento de Educação Física, Universidade Cidade de São Paulo, Taubate - SP.

ASADI, A. Relationship between jumping ability, agility and sprint performance of elite young basketball players: a field-test approach. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 18, n. 2, p. 177-186, 2016.

CHELLY, M. S.; HERMASSI, S.; AOUADI, R.; SHEPHARD, R. J. Effects of 8-week in-season plyometric training on upper and lower limb performance of elite adolescent handball players. **J Strength Cond Res**, v. 28, n. 5, p. 1401-10, May 2014.

DOBBS, T. J.; SIMONSON, S. R.; CONGER, S. A. Improving Power Output in Older Adults Using Plyometrics in a Body Mass-Supported Treadmill. **J Strength Cond Res**, v. 32, n. 9, p. 2458-2465, Sep 2018.

DURIGAN, J. Z.; DOURADO, A. C.; dos SANTOS, A. H.; CARVALHO, V. A. Q.; RAMOS, M. STANGANELLI, L. C. R. Effects of plyometric training in power of lower limbs and speed of junior tennis players. **Journal of Physical Education**, v. 24, n. 4, p. 617-626, 4o trim 2013.

FERNANDES, J. F. T.; LAMB, K. L.; TWIST, C. Low Body Fat Does Not Influence Recovery after Muscle-Damaging Lower-Limb Plyometrics in Young Male Team Sport Athletes. **J Funct Morphol Kinesiol**, v. 5, n. 4, Nov 5 2020.

GONÇALVES, R. A.; NAVARRO, A. C. A influência do treinamento de força especial explosiva pliométrica para membros inferiores em saltos e velocidade. **Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 9, n. 32, p. 64-69, Mar/Abr 2017.

GRGIC, J.; SCHOENFELD, B. J.; MIKULIC, P. Effects of plyometric vs. resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A review. **J Sport Health Sci**, Jun 21 2020.

HAMMAMI, M.; BRAGAZZI, N. L.; HERMASSI, S.; GAAMOURI, N.; AOUADI, R.; SHEPHARD, R. J.; CHELLY, M. S. The effect of a sand surface on physical performance responses of junior male handball players to plyometric training. **BMC Sports Sci Med Rehabil**, v. 12, p. 26, 2020.

JLID, M. C.; COQUART, J.; MAFFULLI, N.; PAILLARD, T.; BISCOTTI, G. N.; CHAMARI, K. Effects of in Season Multi-Directional Plyometric Training on Vertical Jump Performance, Change of Direction Speed and Dynamic Postural Control in U-21 Soccer Players. **Front Physiol**, v. 11, p. 374, Apr 2020.

KATSIKARI, K.; BASSA, E.; SKOUFAS, D.; LAZARIDIS, S.; KOTZAMANIDIS, C.; PATIKAS, D. A. Kinetic and Kinematic Changes in Vertical Jump in Prepubescent Girls After 10 Weeks of Plyometric Training. **Pediatr Exerc Sci**, v. 32, n. 2, p. 81-88, May 1 2020.



KOMI, P. V. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. **J Biomech.**, v. 33, p. 1197-1206, 2000.

LIEVENS, M.; BOURGOIS, J. G.; BOONE, J. Periodization of Plyometrics: Is There an Optimal Overload Principle? **J Strength Cond Res**, Jul 1, 2019.

MARCHETTI, P. H.; SOARES, E. G.; SILVA, F. H. D. O.; MEDEIROS, I. I.; NETO, I. R.; LOPES, C. R.; UCHIDA, M. C.; BACURAU, R. F. Efeito de diferentes durações do alojamento no desempenho de saltos unipodais. **Rev Bras Med Esporte**, v. 20, n. 3, p. 223-226, Mai/Jun 2014.

MARQUES JUNIOR, N. K. Seleção de testes para o jogador de voleibol. **Movimento & Percepção**, v. 11, n. 16, p. 169-206, Jan/Abr 2010.

McCORMICK, B. T.; HANNON, J. C.; NEWTON, M.; SHUTZ, B.; DELTING, N.; YOUNG, W. B. The Effects of Frontal- and Sagittal-Plane Plyometrics on Change-of-Direction Speed and Power in Adolescent Female Basketball Players. **Int J Sports Physiol Perform**, v. 11, n. 1, p. 102-7, Jan 2016.

MILLER, M. G.; HERNIMAN, J. J.; RICARD, M. D.; CHEATHAM, C. C.; MICHAEL, T. J. The effects of a 6-week plyometric training program on agility. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 5, n. 3, p. 459-465, 2006.

MROCZEK, D.; MACKALA, K.; CHMURA, P.; SUPERLAK, E. KONEFAL, M.; SEWERYNIAK, T. BORZUCKA, D.; REKTOR, Z.; CHMURA, J. Effects of Plyometrics Training on Muscle Stiffness Changes in Male Volleyball Players. **J Strength Cond Res**, v. 33, n. 4, p. 910-921, Apr 2019.

PEREIRA, A.; COSTA, A. M.; SANTOS, P.; FIGUEIREDO, T.; JOÃO, P. V. Training strategy of explosive strength in young female volleyball players. **Medicina**, v. 51, p. 126-131, 2015.

RACIL, G.; JLID, M. C. BOUZID, M. S.; SIOUD, R.; KHALIFA, R.; AMRI, M.; GAIED, S.; COQUART, J. Effects of flexibility combined with plyometric exercises vs isolated plyometric or flexibility mode in adolescent male hurdlers. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 60, n. 1, p. 45-52, Jan 2020.

SILVA, J. M.; OLIVEIRA, D. V. LEME, D. E. C.; NASCIMENTO JUNIOR, J. R. A.; ANVERSA, A. L. B. Influência do treinamento de flexibilidade e força muscular em atletas de ginástica rítmica. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 9, n. 2, p. 325-331, Mai/Ago 2016.

TILLAAR, R. V. D.; ROAAS, T. V.; ORANCHUK, D. Comparison of effects of training order of explosive strength and plyometrics training on different physical abilities in adolescent handball players. **Biol Sport**, v. 37, n. 3, p. 239-246, Sep 2020.



TURGUT, E.; CINAR-MEDENI, O.; COLAKOGLU, F. F.; BALTACI, G. "Ballistic Six" Upper-Extremity Plyometric Training for the Pediatric Volleyball Players. **J Strength Cond Res**, v. 33, n. 5, p. 1305-1310, May 2019.

VILELA, G.; SILVA, S. F. Efeitos do treinamento pliométrico na força explosiva e potência de meninas púberes praticantes de voleibol. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 1, n. 21, p. 109-117, Jan 2017.

YANEZ-GARCIA, J. M.; RODRIGUEZ-ROSELL, D.; MORA-CUSTODIO, R.; GONZALEZ-BADILLO, J. J. Changes in Muscle Strength, Jump, and Sprint Performance in Young Elite Basketball Players: The Impact of Combined High-Speed Resistance Training and Plyometrics. **J Strength Cond Res**, Dec 27, 2019.

ZWARG, B. R. A.; CAVARSAN JUNIOR, J. C.; GERMANO, M. D.; MORAES, M. M.; SINDORF, M. A. G.; MOTTA, G. R. BALBINO, H. F.; LOPES, C. R. Treinamento pliométrico no futebol. **Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 5, n. 17, p. 198-204, Set/Dez 2013.



SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL E O PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR: UMA AVALIAÇÃO COM ESTUDANTES DE UMA CIDADE DE PEQUENO PORTE

Henri Cócaro
Priscila de Souza Dias
Francele Contarini Teodolino
Thiago Rodrigo de Paula Assis

1 Introdução

O objetivo deste capítulo é apresentar alguns elementos conceituais que foram utilizados para o desenvolvimento da pesquisa “Determinação dos níveis de (in)segurança alimentar dos estudantes matriculados no ensino fundamental e médio do município de Rio Pomba/MG e suas interações com o programa nacional de alimentação escolar (PNAE)”, aprovada no Edital 14/2018 – PROPEQINOV.

A partir de uma revisão bibliográfica, este capítulo inicia com a conceituação da Segurança Alimentar e Nutricional relacionando-a com a Política Nacional de Alimentação e Nutrição, o Guia Alimentar para a População Brasileira, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, e a Agricultura Familiar. No tópico seguinte trata-se, mais detalhadamente, dos objetivos do Programa Nacional de Alimentação Escolar com o envolvimento da agricultura familiar e a possibilidade desse adquirir alimentos certificados como orgânicos. Depois, aborda-se a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar como uma ferramenta prática para mensuração da condição de (in)segurança alimentar e seu cruzamento com informações de caráter qualitativo. Ao fim do capítulo, apresenta-se uma visão geral da proposta do projeto de pesquisa, cujos resultados na íntegra, estão sendo avaliados para publicação em periódico científico.

2 A Segurança Alimentar e Nutricional (SAN)

O tema da Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) não é novo, já que as questões relacionadas à produção, distribuição, acesso e consumo sempre são pautadas nas agendas públicas dos governos, bem como do campo científico. Tais questões indicam uma forte intersectorialidade na concepção e na gestão das políticas públicas de SAN, que também têm interfaces com as políticas agrícolas e agrárias



brasileiras. Na esfera política, tais temas foram alvo de planos, programas e projetos desde a década de 1920 e ainda o é. Atualmente, o conceito de Segurança Alimentar e Nutricional construído pelo Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA) é uma atualização (contemporânea) do tema da fome e diz:

Segurança alimentar e nutricional é a realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam sociais, econômica e ambientalmente sustentáveis (CONSEA, 2004, p. 4).

De acordo com o CONSEA (2010), existem sete dimensões da segurança alimentar a saber: a) produção de alimentos; b) disponibilidade de alimentos; c) renda e despesas com alimentação; d) acesso à alimentação adequada; e) saúde e acesso a serviços de saúde; f) educação; e g) políticas públicas, orçamento e direitos humanos.

Em relação às dimensões, renda e despesas com alimentação, segundo o CONSEA (2010), a dificuldade de acesso regular e permanente a alimentos é um fator determinante do quadro de insegurança alimentar que persiste no Brasil. Por isso, salientam a importância das políticas de redução da pobreza e das desigualdades sociais para o aumento da disponibilidade de renda, especialmente das populações mais carentes para o enfrentamento da insegurança alimentar e nutricional.

O acesso à alimentação adequada está relacionado com aspectos culturais, sociais e comportamentais e que também, é muito relacionado com fenômenos sociais como a pobreza, a exclusão social e o acesso à informação. Para o CONSEA (2010), há necessidade das políticas de Segurança Alimentar e Nutricional vincularem à discussão do acesso ao alimento com a adequação da alimentação, já que ela envolve todo o sistema agroalimentar desde a produção até o consumo.

Devido à forte ligação entre alimentação adequada e saúde, políticas e programas de saúde e nutrição são desenvolvidos no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS) desde a Constituição Federal de 1988, contribuindo no combate à fome e na redução da desnutrição, e simultaneamente melhorando as condições de saúde dos brasileiros.

Um dos esforços para melhorar a saúde no processo de transição nutricional pode ser representado pelo Guia Alimentar para a População Brasileira. Os Guias



Alimentares Baseados em Alimentos são instrumentos para proporcionar diretrizes para as práticas alimentares alinhadas às perspectivas biológicas, socioculturais, e ao uso sustentável do ambiente para prevenir doenças crônicas não transmissíveis e comorbidades relacionadas.

Segundo a Política Nacional de Alimentação e Nutrição de 2013 (PNAN), vem ocorrendo nas últimas décadas transformações que acarretaram a diminuição do cenário de fome e desnutrição no País. Ao mesmo tempo foi constatado aumento acelerado de sobrepeso em todas as camadas da população com novos cenários de distúrbios alimentares e nutricionais (OLIVEIRA; SANTOS, 2020).

O aumento no consumo de alimentos e bebidas processados é também uma causa notável nas atuais pandemias de doenças crônicas e obesidade (SCHMIDT *et al.* 2011). Os mesmos autores propuseram uma nova classificação dos alimentos e bebidas com base na extensão e propósito do processamento e propósito industrial. Ressaltaram três grupos: alimentos não processados ou minimamente processados (Grupo 1); ingredientes processados para culinária ou indústria de alimentos (Grupo 2) e produtos ultraprocessados (Grupo 3).

Em seu estudo qualitativo de análise dos elementos sociais e culturais das diretrizes da segunda edição do Guia Alimentar para a População Brasileira em comparação com a primeira versão, Oliveira e Santos (2020) destacaram que a segunda edição, baseada na classificação NOVA de alimentos, proporciona aos profissionais de saúde e à população o entendimento da extrapolação para além da importância fisiológica e biológica para realidade individual e coletiva com os aspectos socioambientais e prevenção de doenças.

A proposta da nova classificação está de acordo com a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (Lei nº11.346/2006), que deixa clara, em seu artigo 3º, a necessidade de práticas alimentares promotoras da saúde a partir do entendimento de que a Segurança Alimentar e Nutricional é um direito:

O direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam sociais, econômica e ambientalmente sustentáveis (BRASIL, 2006).

Dada a importância das políticas públicas, como os mecanismos do Estado para garantir a realização dos direitos dos cidadãos, uma vez que elas representam



as características e os valores de um determinado governo e traduzem a forma como este usa as instituições públicas para se relacionar com a sociedade (CONSEA, 2010), abordou-se, na sequência, o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) que está situado entre políticas públicas relacionadas diretamente à Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil.

Segundo Rodrigues *et al.* (2020), a segurança alimentar e nutricional não é uma preocupação exclusivamente brasileira. Ela está entre as prioridades máximas dos organismos internacionais, principalmente por meio dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS (ONU, 2015), que prevê, até o ano de 2030, acabar com a fome e garantir o acesso de todas as pessoas, em particular as de situações vulneráveis, a uma alimentação segura, nutritiva e suficiente durante todo o ano por meio de uma agricultura sustentável (ODS BRASIL, 2020). As especificações da ODS em relação ao combate da fome geram benefícios a toda a sociedade mundial, mas deve-se levar em conta que, para alcançar tais objetivos, é preciso adequar-se às características de cada país, sendo elas econômicas, sociais e políticas. Para Pinto (2013), cada nação estabelece o seu planejamento de acordo com os recursos disponíveis para reduzir a fome e a pobreza.

Esse princípio é defendido no conceito de Soberania Alimentar afirmando que:

o sistema nacional de segurança alimentar e nutricional (SISAN) tem por objetivo definir suas próprias políticas e estratégias sustentáveis de produção, distribuição e consumo de alimentos que garantam o direito à alimentação para toda população respeitando as múltiplas características (BRASIL, 2006, p.6).

No Brasil, essas ações governamentais são definidas através das políticas públicas, que são um conjunto de ações e decisões do governo voltadas para a solução (ou não) de problemas da sociedade expressadas por diversas maneiras (ABAD, 2017).

De acordo com Rodrigues *et al.* (2020), os órgãos governamentais responsáveis pela elaboração de políticas públicas de segurança alimentar e nutricional, sob a atual gestão brasileira, iniciada em 2019, estão ligados ao Ministério da Cidadania por intermédio da Secretaria Especial do Desenvolvimento Social. Desenvolver e aplicar tais programas governamentais, resultam em um reconhecimento internacional das ações brasileiras em busca da garantia de



segurança alimentar e nutricional à população (ROCHA, 2009). Para que isso ocorra, é de extrema importância compreender e articular as ações governamentais de SAN, de acordo com suas distintas e complexas dimensões.

No amplo conceito de SAN, a disponibilidade e produção de alimentos a nível local estão relacionadas à capacidade produtiva agrícola, que só serão construídas efetivamente a partir do momento em que a agricultura familiar for fortalecida. Cabe ainda destacar a sustentabilidade da produção e manejo dos alimentos produzidos pela agricultura familiar, que respeita a biodiversidade local, dos recursos naturais livres do uso de agrotóxicos e disponibiliza uma produção mais diversificada e de maior qualidade.

A agricultura familiar é de grande importância para assegurar a segurança alimentar e nutricional da população brasileira, uma vez que é responsável por 70% dos alimentos consumidos no país. Destaca-se ainda na luta global contra a fome, que de acordo com a ONU, “há milhões de pessoas no mundo, que não têm acesso a alimentação saudável e nutricional” (ONU, 2020, p. 7).

Outro fato importante, é que o fortalecimento da agricultura familiar e sua inserção nos mercados institucionais tem uma forte relação com a efetivação de políticas públicas inclusivas como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). Esses programas se aliam na promoção da SSAN, pois incentivam a produção local, a sustentabilidade, a diversidade, comercialização, além de valorizar o agricultor familiar.

Em muitos países, o combate à insegurança alimentar e nutricional está ligada apenas à educação e saúde, e pouco se vincula à produção agrícola (GUPTE; LONGHURST, 2019). Porém, a base para o alcance da segurança alimentar e nutricional está na produção de alimentos (SWAMINATHAN; BHAVANI, 2013).

Dessa forma, fica claro que, a produção de alimentos, bem como a sua disponibilidade, tem uma forte ligação com a agricultura familiar e a segurança alimentar nutricional. Razão pela qual, valorizar e incentivar esse ramo são formas de construir a sustentabilidade da economia local, assegurando alimentos limpos e saudáveis, a promoção do manejo sustentável e o combate à insegurança alimentar e nutricional que atinge tanto a esfera nacional quanto internacional.



No Brasil, com a possibilidade de agricultores familiares fornecerem parte dos alimentos para alimentação escolar a partir de uma política pública, construiu-se um instrumento prático para que ambos os temas fossem adequadamente tratados.

3 O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)

Desde 2005, o PNAE encontra-se inserido na Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PNSAN) como um dos seus eixos estruturantes de acesso aos alimentos. Daí a importância de se fornecer, no período de aprendizagem, uma alimentação que carregue a identidade local e que diz respeito aos aspectos culturais dos alunos (FNDE, 2019).

O PNAE, para os alunos da rede pública de ensino, é o acesso regular e permanente de alimentos de melhor qualidade nas escolas e um passo adiante para a garantia de hábitos alimentares saudáveis, com respeito à cultura e às práticas alimentares regionais (FNDE, 2016).

O programa engloba vários elementos relacionando-se à produção, acesso e consumo, com o objetivo de, simultaneamente, oferecer alimentação saudável aos alunos de escolas públicas de educação básica do Brasil e estimular a agricultura familiar nacional (FNDE, 2016).

Em 2009, com o objetivo de suprir parcialmente a necessidade da alimentação de alunos das creches e das escolas públicas de Ensino Médio, melhorar o rendimento escolar e estimular o desenvolvimento de hábitos de alimentação saudável, foi aprovada a lei nº 11.947, a qual instituiu o PNAE como um programa de assistência financeira suplementar. Conforme legislação, lei nº 11.947/ 09, art. 14:

Do total dos recursos financeiros repassados pelo FNDE, no âmbito do PNAE, no mínimo 30% (trinta por cento) deverão ser utilizados na aquisição de gêneros alimentícios diretamente da agricultura familiar e do empreendedor familiar rural ou de suas organizações, priorizando-se os assentamentos da reforma agrária, as comunidades tradicionais indígenas e comunidades quilombolas (FNDE, 2019, p. 4).

Os efeitos do PNAE também se refletem positivamente no território. Segundo Ferigollo *et al.* (2017), o PNAE é capaz de impregnar novos usos sobre o território, refletindo sobre vários aspectos socioculturais, econômicos e ambientais, sobretudo



na qualidade de vida dos agricultores familiares e dos alunos beneficiados com o programa.

A alimentação, portanto, não se reduz a uma questão puramente nutricional, e sim, trata-se de um importante ato social, inserido em um contexto cultural. Dessa forma, ofertar aos agricultores orientação técnica, para que tenham acesso às chamadas públicas e atendam com eficiência as demandas de entrega do PNAE, é essencial, pois assim, se prioriza a produção local para que os alimentos cheguem frescos e com qualidade às instituições. Isso garante um equilíbrio nutricional nas refeições ofertadas, uma vez que muitas crianças as têm como a principal refeição do dia. Para o território onde os agricultores vivem, significa uma maior oportunidade de geração de emprego e renda, diversificando e fortalecendo a economia local, e valorizando as especificidades e os hábitos alimentares locais (FNDE, 2016).

De acordo com FNDE (2018), por meio do PNAE, além da oferta da alimentação escolar, também ocorrem ações de educação alimentar e nutricional a estudantes de todas as etapas da educação básica pública. A união repassa, a estados, municípios e escolas federais, recursos financeiros em dez parcelas mensais (de fevereiro a novembro) para a cobertura de 200 dias letivos, de acordo com o número de estudantes matriculados em cada rede de ensino.

A aquisição de alimentos pelo PNAE, é realizada por meio de chamadas públicas para fornecimento de gêneros alimentícios por agricultores familiares. Nas chamadas é permitida a participação de agricultores familiares individuais e agricultores familiares organizados em grupos formais e informais. Assim, é permitido que a aquisição dos gêneros alimentícios ocorra sem intermediários e dispensando o processo licitatório. Segundo Maluf (2007), ao criar um elo institucional entre a alimentação oferecida nas escolas públicas e a agricultura familiar local ou regional, a lei valoriza a diversidade de hábitos alimentares.

Os gêneros alimentícios a serem adquiridos para o PNAE, também podem ter origem de sistemas de produção identificados como orgânicos e terem um diferencial superior de preço de até 30%. A comprovação da origem é realizada de acordo com parâmetros estabelecidos pela Lei nº 10.831/2003. Sendo comprovada a origem, o produtor passa a integrar o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos-CNPorg (BRASIL, 2003).



Essa lei considera como sistema orgânico, aquele que adota técnicas específicas, que otimizem o uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, além do respeito à integridade cultural das comunidades rurais. Tem como objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, e o emprego de métodos culturais biológicos e mecânicos em oposição ao uso de produtos sintéticos e organismos geneticamente modificados (BRASIL, 2003).

A acreditação da produção orgânica é realizada por um dos três mecanismos de certificação: Certificação por Auditoria; Sistema Participativo de Garantia (SPG), e Controle Social na Venda Direta (MAPA, 2008). A primeira, é realizada por certificadora pública ou privada, e irá acreditar se a produção está obedecendo a procedimentos de conformidade e critérios reconhecidos internacionalmente. A segunda, é realizada de forma coletiva por produtores, consumidores, técnicos e demais interessados, mas que, para estar legalizado, necessita de um Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade (OPAC); e a terceira, que é o credenciamento de agricultores em uma Organização de Controle Social (OCS) cadastrado em órgão fiscalizador oficial, para que os agricultores realizem a venda direta de produtos orgânicos ao consumidor final. Como a comercialização para o PNAE, via Lei nº 11.947/2009 (BRASIL, 2009), é considerada venda direta para o consumidor final, o mecanismo de OCS pode ser considerado para comercialização ao programa (FNDE, 2016).

A alimentação orgânica possibilita a promoção da Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) e o desenvolvimento regional sustentável. Nesse contexto, Santos *et al.* (2014) afirmaram que o PNAE busca atender aos requisitos da SAN, quando prioriza a aquisição desse tipo de alimento. Esses autores avaliaram a inserção de alimentos orgânicos provenientes da agricultura familiar, na alimentação escolar em municípios dos territórios rurais do Rio Grande do Sul, Brasil. Por meio de entrevistas realizadas com os gestores locais, foram visitados oito territórios, sendo que, dos seus 153 municípios, 102 compuseram a amostra do estudo. Dentre esses, 20,58% afirmaram que adquirem produtos orgânicos provenientes da agricultura familiar. O Território Centro Sul foi o que apresentou maior percentual de compra, onde 40% dos municípios visitados adquiriam produtos orgânicos, seguido dos Territórios Centro Serra, com 33,3%, e Campanha, com 7,1%, este último, apresentando o menor percentual entre os pesquisados. O estudo identificou a necessidade da atuação



intersectorial para desenvolver a produção orgânica, assim como estimular o consumo desses alimentos no ambiente escolar, visando a atender aos requisitos da SAN.

Ainda que os agricultores familiares tenham capacidade para atender a produção de alimentos saudáveis, como é o caso dos alimentos orgânicos, o fornecimento de alimentos pelos agricultores familiares ao PNAE sempre apresenta muitos desafios, como os apresentados por Kroth *et al.* (2019).

Nesse trabalho, os autores realizaram uma análise da operacionalização da política de aquisição de alimentos da agricultura familiar para o PNAE com 31 municípios de três microrregiões do Oeste Catarinense (Chapecó, Concórdia e Xanxerê). Os principais resultados demonstraram que o PNAE foi eficaz, atingindo seus principais objetivos em termos de fortalecimento da agricultura familiar, de proporcionar melhor qualidade nutricional para os alunos e de promover o desenvolvimento local/regional. Por outro lado, esses resultados poderiam ser maiores (ampliando a eficiência da política), caso a governança do programa por parte das prefeituras municipais fosse mais robusta. A pesquisa verificou ainda, que apenas quatro prefeituras (13%) realizaram uma gestão considerada adequada ao Programa, no sentido de desenvolver ações de organização da produção, auxílio logístico e assessoria técnica aos agricultores.

Ainda sobre a operacionalização do PNAE, Valadão e Souza (2017) desenvolveram um estudo sobre o tema no município de Viçosa/MG. Nesse trabalho, os autores também fizeram interface com a Agroecologia, para a produção e a comercialização de alimentos advindos da agricultura familiar. Tendo como base a análise documental do Contrato de Aquisição de Gêneros Alimentícios para Merenda Escolar/2017-1, e de entrevista semiestruturada com o agente municipal que atua no Departamento Municipal de Merenda Escolar na Prefeitura Municipal de Viçosa-MG, concluíram que as ações conjuntas do PNAE, EMATER e Prefeitura Municipal de Viçosa-MG desencadearam mudanças nas dinâmicas produtivas e comerciais dos agricultores familiares locais. Tais mudanças foram incentivadas em diversas esferas, como também apontado por Lopes e Lopes (2011), ao afirmarem que a Agroecologia envolve a sustentabilidade simultânea em aspectos econômicos, ecológicos, sociais, culturais, políticos e éticos. Os autores concluíram que o PNAE em Viçosa-MG fomenta a agricultura familiar na adoção de técnicas produtivas e comerciais com interface agroecológica.



Com o objetivo de identificar os principais problemas na comercialização, e a satisfação dos agricultores familiares e profissionais que participam das chamadas públicas através do PNAE, Amarante *et al.*(2018) analisaram os gêneros alimentícios entregues aos mercados institucionais do município de Marechal Cândido Rondon-PR. A partir de um estudo de caso, os autores utilizaram questionários para entrevistar famílias de agricultores familiares que forneciam alimentos para o PNAE. A conclusão apontou uma contribuição positiva no incremento da economia dos sistemas de produção vinculados ao mercado institucional, destacando-se a alta qualidade dos alimentos produzidos e comercializados, em geral, a preços abaixo dos valores praticados pelo varejo local.

Além da qualidade, há também contribuições para a renda, como pode ser constatado por Oliveira (2015), que avaliou o impacto do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e do PNAE na renda dos agricultores familiares que participaram desses programas na cidade de Ubá – MG, no ano de 2014. O autor identificou diversos benefícios para aquela região, sendo eles, a melhora na qualidade dos produtos entregues aos mercados institucionais, inclusão social, incentivo à preservação e recuperação da biodiversidade e preservação da cultura alimentar. Concluiu, também, que esses mercados institucionais apoiaram o desenvolvimento sustentável, com incentivos para a aquisição de gêneros alimentícios diversificados, sazonais, e produzidos em âmbito local.

Para avaliar a aquisição de hortaliças pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar em 22 municípios mineiros, Pereira *et al.* (2019) analisaram os repasses financeiros e valores despendidos com a compra de alimentos de agricultores familiares no período de 2013 a 2017. Esses autores concluíram que as principais hortaliças adquiridas pelo programa foram: alface, beterraba, chuchu, cenoura e repolho, e observaram a falta de hortaliças não convencionais no cardápio dos municípios pesquisados. Os autores também destacaram que, em apenas quatro municípios, os produtores estão organizados em associações e cooperativas com Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP) jurídica válida, o que evidencia a necessidade de estimular a formação de associações desses agricultores, aumentando a comercialização de gêneros alimentícios, oriundos da agricultura familiar para a alimentação escolar.



Já Teodolino e Cócaro (2018), para realizar um diagnóstico sobre a oferta de alimentos dos agricultores familiares para o atendimento do PNAE em escolas municipais, estaduais e federais do município de Rio Pomba/MG, desenvolveram um estudo de caso. Neste, a abordagem foi quantitativa e utilizou estatísticas descritivas para analisar a quantificação física e financeira de chamadas públicas ocorridas no referido ano. Os resultados indicaram que o acesso dos agricultores familiares ao PNAE do município permitiu a oferta de mais de 23 toneladas de alimentos totalizando, no âmbito dos três níveis federativos, acesso dos agricultores familiares a R\$122.575,19 em 2018. Os autores concluíram que foi importante a contribuição do programa para o abastecimento regular e permanente das oito escolas identificadas, totalizando 3.283 alunos beneficiados.

4 Investigação da condição de (in)segurança alimentar utilizando a Escala Brasileira de Segurança Alimentar (EBIA)

A insegurança alimentar manifesta-se, sobretudo, pela dificuldade no acesso aos alimentos, e isso se dá, principalmente, pela indisponibilidade de renda que é determinada pela falta de trabalho e/ou baixa remuneração de certos empregos, ou ainda, da impossibilidade de acesso aos meios produtivos para assim, provê-los (DOMBEK, 2006).

Para avaliação da condição de segurança alimentar, popularizou-se no país a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA) a partir dos estudos de Segall-Corrêa (2007), Segall-Corrêa e Marin-León (2009). Essa escala tem como objetivo captar, no âmbito da família, as percepções sobre segurança e insegurança alimentar por meio de perguntas realizadas diretamente a uma pessoa da família, preferencialmente, o responsável pela alimentação do domicílio, a partir de um questionário de questões fechadas caracterizando-o, portanto, como um questionário estruturado. Essas perguntas procuram avaliar distintas dimensões da insegurança alimentar num gradiente crescente de severidade, iniciado pelo receio da pessoa vir a sofrer privação alimentar no futuro próximo (componente psicológico da insegurança); passando pelo comprometimento da qualidade da dieta, limitação da quantidade de alimentos consumidos; chegando ao nível mais grave de insegurança alimentar, que é a fome entre adultos e/ou crianças. Ou seja, é uma escala que mede

a percepção da pessoa de referência sobre a situação alimentar do seu domicílio. As perguntas referem-se ao período de noventa dias que antecede a entrevista, sendo dadas as alternativas “sim e não” aos respondentes.

A partir do somatório do número de respostas positivas às questões formuladas à família, classificou-se os domicílios a partir de pontos de corte pré-estabelecidos (Quadro 1) em gradientes de (in)segurança alimentar. Cada resposta afirmativa do questionário de insegurança alimentar representa 1 ponto, sendo a pontuação do domicílio sua soma, variando em uma amplitude de zero a quinze pontos. Nesse sentido, os resultados obtidos permitiram a classificação dos domicílios investigados de acordo com sua condição de segurança alimentar em quatro categorias, conforme PNAD de 2004 (IBGE, 2006):

- **Segurança alimentar(SA)** – todas as respostas aos itens EBIA são negativas. Nesse caso não há problema de acesso aos alimentos em termos qualitativos ou quantitativos e não há preocupação de que os alimentos venham a faltar no futuro.
- **Insegurança alimentar leve(IAL)** – de uma a cinco respostas positivas aos itens. Há preocupação com a falta de alimentos no futuro próximo e arranjos domésticos para que os alimentos durem mais.
- **Insegurança alimentar moderada(IAM)** – de seis a dez respostas positivas aos itens. Nesta situação, há comprometimento da qualidade da alimentação na busca de manter a quantidade necessária. Neste nível de insegurança, inicia-se a redução da quantidade de alimentos entre os adultos da família.
- **Insegurança alimentar grave(IAG)** – de onze a quinze respostas positivas. Condição em que há restrição da quantidade de alimentos, levando a situação de fome entre adultos e crianças da família.

Quadro 1- Pontuação para classificação dos domicílios com pelo menos um morador com menos de 18 anos de idade

Categorias de segurança alimentar	Pontuação
Segurança Alimentar	0 pontos
Insegurança Alimentar Leve	1 a 5 pontos
Insegurança Alimentar Moderada	6 a 10 pontos
Insegurança Alimentar Grave	11 a 15 pontos

Fonte: Adaptação de IBGE, 2006, p. 27.



Das quinze perguntas da escala, nove são relativas aos adultos moradores no domicílio e seis às crianças.

Apesar de a EBIA ser uma escala factível de aplicabilidade e reprodutibilidade para obtenção de dados quantitativos, ela também apresenta limites em sua aplicação. Como apontado por Cócaro (2015), alguns deles são: dificuldade do entrevistado em responder todas as quinze perguntas, tendo como referência os últimos três meses de recordatório alimentar da família; ainda que sejam utilizadas perguntas simples, nas quais substituam o conteúdo das perguntas originais do EBIA, o entrevistado tende a achar, principalmente depois da terceira pergunta, que elas se referem à falta de alimentos no domicílio que poderia causar fome grave; há uma dificuldade de o entrevistado compreender as diferenças entre algumas perguntas (5, 6, 7 e 9), porque a diferença entre elas, mesmo com as explicações, é muito tênue; ao avaliar que as perguntas são similares, que os membros da família não passaram nos últimos meses por algum episódio de fome, o entrevistado tende a responder “não” para todas as opções; e por fim, tendência em responder as perguntas pensando em algum momento do passado quando houve privação alimentar, o que provoca um deslocamento do entrevistado para a condição de insegurança alimentar, sendo que a observação de campo, aponta para a condição de segurança alimentar.

Como instrumento de avaliação quantitativa, o questionário EBIA tem a sua contribuição metodológica por apontar momentaneamente uma situação da qual se deseja obter um diagnóstico. A sua aplicação permite identificar pontos relevantes à segurança alimentar e à associação dos seus resultados com outras variáveis como, as relacionadas a aspectos sociais, econômicos, de acesso a programas e políticas públicas. Porém, ela por si só, não é explicativa dos aspectos que levaram as famílias a escolherem determinadas estratégias, a outras, para mudarem ou se manterem em certa condição de (in)segurança alimentar, daí a necessidade da construção de informações qualitativas para compreensão dessas estratégias. Apesar desses limites, o confronto de algumas respostas do EBIA com as observações de campo não invalida, mas reforçam os limites desse instrumento analítico.



5 O projeto de pesquisa

A partir desses elementos conceituais, foi elaborado o projeto de pesquisa “Determinação dos níveis de (in)segurança alimentar dos estudantes matriculados no ensino fundamental e médio do município de Rio Pomba/MG e suas interações com o programa nacional de alimentação escolar (PNAE)”, aprovado no Edital 14/2018 – PROPEQINOV, do IF Sudeste MG, e realizado no município de Rio Pomba/MG.

O seu principal objetivo foi avaliar a condição de (In) Segurança Alimentar e Nutricional dos estudantes matriculados em escolas do ensino fundamental e médio do município de Rio Pomba/MG que acessaram o PNAE em 2019, no qual parte desses alimentos, era oriunda de compras da agricultura familiar em cumprimento com a lei 11,947/2009. A variável dependente adotada e avaliada por intermédio de questionários foi a condição de segurança alimentar.

O recorte amostral se deu no nível educacional básico, considerando apenas as matrículas do ensino fundamental e do ensino médio, em que cada matrícula correspondeu a uma família. Foram utilizados dois questionários, um referente a EBIA, e o outro que abordou 21 variáveis distribuídas em quatro constructos, referentes a aspectos sociais, econômicos, de acesso a programas e políticas públicas, e também, aspectos da alimentação escolar, sendo considerados válidos para a análise 172 questionários. Por meio de análise estatística descritiva e cruzamento de tabelas, buscou-se compreender as associações entre a condição de (in)segurança alimentar, variável dependente, e cada um dos constructos variáveis independentes.

Os resultados permitiram concluir que a maioria das famílias, apesar de terem preocupação com a possibilidade de vir a faltar alimentos no futuro próximo, não tinha problema de acesso aos alimentos, com destaque para a merenda escolar, pois a maioria dos filhos estava matriculada no ensino fundamental e médio do município de Rio Pomba/MG e, portanto, encontrava-se em situação de garantia alimentar. O PNAE cumpre papel fundamental para a garantia de segurança alimentar e nutricional, principalmente para os estudantes inseridos na rede pública de ensino, por meio da aquisição de alimentos dos produtores locais, fortalecendo a agricultura familiar e a qualidade da alimentação escolar.



Referências

BRASIL. **Lei 10.831, de 23 de Dezembro 2003**. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.831.htm. Acesso em: 9 de jun. de 2020.

BRASIL. **Lei 11.346, de 15 de Setembro de 2006**. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11346.htm. Acesso em 9 de junho de 2020.

BRASIL. **Lei 11.947, de 16 de Junho de 2009**. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11947.htm. Acesso em: 9 de jun. de 2020.

CÓCARO, Henri. **Desafios da reforma agrária: diálogos entre a nova condição camponesa e a segurança alimentar no assentamento Dom Osório em Campo Verde/MT**. 2015. 227 f. Tese (Doutorado em Administração) -Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL (CONSEA). **A segurança alimentar e nutricional e o direito humano a alimentação adequada no Brasil: indicadores e monitoramento: da Constituição de 1988 aos dias atuais**. Brasília, 2010. 284 p.

CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL (CONSEA). **Princípios e diretrizes de uma política de segurança alimentar e nutricional**. Brasília, Distrito Federal: Virtual Books, 2004. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/participacao/images/pdfs/conferencias/Seguranca_Alimentar_II/textos_referencia_2_conferencia_seguranca_alimentar.pdf. Acesso em 24 ago. 2021.

DOMBEK, L. A. **Autoconsumo e segurança alimentar em assentamentos rurais do Pontal do Paranapanema**. 2006. 94 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campinas, Campinas, 2006.

FERIGOLLO, D.; KIRSTEN; V. R.; HECKLER; D.; FIGUEREDO, O. A. T.; PEREZ-CASSARINO, J.; TRICHES, R. M. Aquisição de produtos da agricultura familiar para alimentação escolar em municípios do Rio Grande do Sul. **Revista de Saúde Pública**, 51, 1-10. 2017.

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO (FNDE). **Manual de aquisição de produtos da agricultura familiar para a alimentação escolar**. 2ª Ed. Brasília: Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, 2016.



FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO (FNDE). **Programa Nacional de Alimentação Escolar**. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/pnae>>. Acesso em: 27 ago.2019.

GUPTE, J.; LONGHURST, R. How do the state's organisational capacities at the micro- and macro-levels influence agriculture-nutrition linkages in fragile contexts? **Food Policy**, 82, 74-83, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Segurança Alimentar 2004**. Rio de Janeiro: MPOG, 2006. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/segalimentar/suguranca_alimentar2004.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003**: perfil das despesas no Brasil: indicadores selecionados/IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: MPOG, 2007. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv35853.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2020.

KROTH, D. C.; ZONIN, V. J.; COLETTI, T.; SIMÕES, W.; DENTZ, E. V.. Análise da operacionalização da política de aquisição de alimentos da agricultura familiar por parte dos municípios: o caso do PNAE em três microrregiões do Oeste Catarinense. **Redes**, Santa Cruz do Sul, v. 24, n. 1, p. 138-162, jan. 2019.

MALUF, R. S. **Segurança alimentar e nutricional**. Petrópolis: Vozes, v. 1, 2007. 174 p.

OBJETIVOS DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS). Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em:<<https://odsbrasil.gov.br/>>. Acesso em: 16 mai. 2020.

OLIVEIRA, M. S. S; SANTOS, L. A. S. Guias alimentares para a população brasileira: Uma análise a partir das dimensões culturais e sociais da alimentação. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 2519-2528, 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=Transformando+Nosso+Mundo%3A+A+Agenda+2030+para+o+Desenvolvimento+Sustent%C3%A1vel.&oq=Transformando+Nosso+Mundo%3A+A+Agenda+2030+para+o+Desenvolvimento+Sustent%C3%A1vel.&aqs=chrome..69i57j1146j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Acesso em: 16 mai. 2020.

PINTO, J. N. **Manual sobre Segurança Alimentar e Nutricional**. Programa de Apoio aos atores não estatais. 2013. Disponível em: http://www.ue-paane.org/files/2214/6055/5309/7_Manual_SAN.pdf. Acesso em: 16 mai. 2020.

RODRIGUES, B. A.; BITTENCOURT, J. V. M., NASCIMENTO, M. M. F. do. Políticas públicas de segurança alimentar e nutricional para a dimensão de disponibilidade de



alimentos. **Anais...7º** Simpósio de segurança alimentar. sbCTA-RS. Disponível em: <http://schenautomacao.com.br/ssa7/anais/trabalhos.php>. Acesso em: 30 mai. 2021.

SANTOS, F. dos.; FERNANDES, P. F.; ROCKETT, F. C.; OLIVEIRA, A. B. A. Avaliação da inserção de alimentos orgânicos provenientes da agricultura familiar na alimentação escolar, em municípios dos territórios rurais do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**. 2014, v. 19, n. 05.

SCHMIDT, M. I.; DUNCAN, B. B.; MENDONÇA, G. A. e S.; MENEZES, A. M. B.; MONTEIRO, C. A.; BARRETO, S. M.; CHOR, D.; MENEZES, P. R. Doenças crônicas não transmissíveis no Brasil: carga e desafios atuais. **The Lancet**, London, p. 61-73, 2011. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60135-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60135-9). Acesso em 30 mai. 2021.

SEGALL-CORRÊA, A. M. Insegurança alimentar medida a partir da percepção das pessoas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 60, p. 143-154, mar./ago. 2007.

SEGALL-CORRÊA, A. M.; MARIN-LEÓN, L. A Segurança alimentar no Brasil: proposição e usos da escala brasileira de medida da insegurança alimentar (EBIA) de 2003 a 2009. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 1-19, 2009.

SWAMINATHAN, M. S., BHAVANI, R. V. Food production & availability - Essential prerequisites for sustainable food security. **The Indian journal of medical research**, 138, v.3, 383-391, 2013.

TEODOLINO, F. C.; COCARO, HENRI. Diagnóstico da oferta de alimentos entregues no Programa Nacional de Alimentação Escolar do município de Rio Pomba/MG. *In: LVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*, 2020, Foz do Iguaçu. [**Anais do LVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**], 2020.



MOSCAS-BRANCAS (*BEMISIA TABACI*) EM MINAS GERAIS: ANÁLISE PARA IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES CRÍPTICAS E ENDOSSIMBIOTES ASSOCIADOS

Rafaela Carvalho Vargas
Leonardo da Fonseca Barbosa
Vânia Maria Xavier
André Marcos da Silva
Renate Krause-Sakate
Eduardo Vicentin

1 Introdução

A mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Insecta: Hemiptera: Homoptera: Sternorrhyncha: Aleyrodoidea: Aleyrodidae: Aleyrodinae) é um inseto praga de grande importância para a economia agrícola por possuir distribuição global, ser polígrafo, e habitar, principalmente, plantas herbáceas alimentando-se de sua seiva elaborada, sendo capaz de causar danos indiretos e diretos por ser vetora de vírus de plantas (DE BARRO *et al.*, 2011).

Nesse sentido, a partir de sua alimentação é liberado um líquido rico em açúcar denominado 'honeydew', o qual é disposto sobre as folhas. Essa substância acaba sendo uma fonte de alimento para diversos organismos, dentre eles, destacam-se os fungos conhecidos como fumagina, acarretando danos indiretos às plantas. Assim, a presença desses fungos pode reduzir a fotossíntese das plantas e, por consequência, produtividade das culturas, além de comprometer a qualidade do produto alimentício, tornando-os não comercializáveis (DOUGLAS, 2009).

No ano de 1889, *B. tabaci* foi descrita pela primeira vez por Gennadius, na Grécia. Em 1928, foi feita a sua primeira identificação no Brasil na planta espontânea *Euphorbia hirtella* no estado da Bahia (BONDAR, 1928). Nos anos seguintes, identificou-se a presença de mosca-branca nos Estados de São Paulo e Santa Catarina (SILVA *et al.*, 1968) e surgiram relatos de ataque em plantas de feijão no estado de Paraná (COSTA; COSTA; SAUTER, 1973). Atualmente, essa espécie é constituída por diferentes "biótipos" compondo um complexo de espécies crípticas.

B. tabaci é compreendida por um complexo de espécies crípticas, das quais 44 atualmente descritas, apresentam características moleculares e biológicas distintas (KANAKALA; GHANIM, 2019). No Brasil, foram identificadas as nativas das Américas pertencentes ao grupo New World e subdivididas em NW1 e NW2 (também chamadas



de biótipo A) (BARBOSA *et al.*, 2014), Middle East-Asia Minor 1, MEAM1 (conhecidas por biótipo B) e Mediterranean, MED (conhecidas por biótipo Q) (BARBOSA *et al.*, 2015). Dessas, MEAM1 e MED são invasivas em nosso país.

Conforme Lourenção & Nagai (1994), que constataram a presença de *B. tabaci* MEAM 1 (biótipo B) na década de 90, no Estado de São Paulo, surtos de vírus, principalmente, em tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) tornaram-se frequentes nessa cultura, após a aparição desse inseto no Brasil. Nesse sentido, há pelo menos 14 vírus pertencentes ao gênero *Begomovirus* (INOUE-NAGATA *et al.*, 2016) infectando o tomateiro no Brasil, das quais pode-se citar: *Tomato chlorotic mottle virus* (ToCMoV) (RIBEIRO *et al.*, 2007), *Tomatoyellow spot virus* (ToYSV) (CALEGARIO *et al.*, 2007), *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) (FERNANDES *et al.*, 2008), *Tomato common mosaic virus* (ToCmMV), *Tomato mild mosaic virus* (ToMIMV) (CASTILLO-URQUIZA *et al.*, 2008), *Tomato yellow vein streak virus* (ToYVSV) (ALBUQUERQUE *et al.*, 2010), *Tomato interveinal chlorosis virus* (ToICV), *Tomato mottle leaf curl virus* (TMoLCV), e *Tomato golden vein virus* (TGVV) (ALBUQUERQUE *et al.*, 2012). Os vírus pertencentes ao gênero *Crinivirus* também são transmitidos por *B. tabaci* e têm-se uma espécie viral de grande relevância econômica, o *Tomato chlorosis virus* (ToCV), que infecta tomateiro (BARBOSA *et al.*, 2011), pimentão e batata (FREITAS *et al.*, 2012) no Brasil.

A espécie críptica *B. tabaci* *Mediterranean* foi relatada, mais recentemente, por Barbosa *et al.* (2015), e vem sendo um fator preocupante aos produtores rurais e técnicos agrícolas, pois possui maior resistência aos inseticidas, atualmente, utilizados no seu controle (HOROWITZ *et al.*, 2005; CHEN *et al.*, 2016) dificultando o seu manejo.

Além dessas características, o complexo de *B. tabaci* possui em seu organismo bactérias *endossimbiontes* que auxiliam em suas funções vitais. *B. tabaci* contém *Portiera aleyrodidarum* um *endossimbionte* primário que ajuda em sua sobrevivência através da disponibilização de aminoácidos essenciais ao seu sistema nutritivo (THAO; BAUMANN, 2004), e também conta com sete endossimbiontes secundários, sendo eles: *Arsenophonus* (Enterobacterales), *Hamiltonella* (Enterobacterales) (THAO; BAUMANN, 2004; MORAN *et al.*, 2005), *Fritschea* (Chlamydiales) (EVERETT *et al.*, 2005), *Cardinium* (Bacteroidetes) (WEEKS; BREEUWER, 2003), Alphaproteobacteria *Rickettsia* (Rickettsiales) (GOTTLIEB *et al.*, 2006), *Wolbachia*



(*Rickettsiales*) (ZCHORI-FEIN; BROWN, 2002) e *Orientia like organism* (OLO) (BING *et al.*, 2013). As funções dos endossimbiontes secundários ocorrem de forma diversificada para MEAM1, o endossimbionte secundário *Rickettsia confere* maior aquisição do *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) e melhor eficiência na transmissão do vírus (KLIOT *et al.*, 2014). Também há benefícios relacionados à sobrevivência, a fecundidade, permitindo que insetos adultos predominem no ecossistema (HIMLER *et al.*, 2011).

Diante dessa situação, os objetivos deste trabalho foram analisar a ocorrência de espécies de *B. tabaci* em dois municípios da região Sudeste do Estado de Minas Gerais e identificar a presença de endossimbiontes associadas às espécies detectadas.

2 Desenvolvimento

2.1 Material e métodos

As análises foram desenvolvidas no Departamento Acadêmico de Agricultura e Ambiente do IF Sudeste MG, *campus* Rio Pomba e no LAVIV (Laboratório de Virologia Vegetal e interação vírus vetor planta) da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, *campus* Botucatu.

2.1.1 Coleta das populações de *b. Tabaci* e preservação dos espécimes

Para a obtenção dos exemplares de mosca-branca (*B. tabaci*) foram realizadas coletas na região Sudeste do Estado de Minas Gerais, sendo nas cidades de Rio Pomba e Madre de Deus de Minas, onde foram constatadas a presença desse indivíduo em cultivo de couve (*Brassica oleracea*), abóbora d'água (*Benincasa hispida*), feijão (*Phaseolus vulgaris*L.) e também na planta espontânea joá-de-capote (*Nicandra physalodes* (L.) Gaertn). Os espécimes foram coletados com auxílio de um sugador manual e preservados imediatamente em etanol 95% e armazenado a -20°C até o processamento.

As análises feitas em laboratório contaram com três a dez indivíduos adultos por amostra com total de quatro amostras, sendo três amostras oriundas do município de Madre de Deus de Minas, e uma amostra oriunda de Rio Pomba. Desse modo,



essas amostras contaram com populações de moscas brancas na cultura de couve, na cultura de abóbora d'água, na cultura de feijão e na cultura de joá-de-capote.

2.1.2 Extração do dna total

Os ácidos nucleicos totais foram extraídos a partir de um inseto, utilizando método do Chelex 5% adaptado, conforme descrito por Walsh *et al.*, 1991. Um indivíduo adulto de *B. tabaci* foi macerado em 60 uL de solução Chelex a 5% em tubos de 0,2 ml. O tubo foi agitado durante alguns segundos, e, em seguida, incubado a 56 ° C durante 15 min, agitado novamente, durante alguns segundos, e incubado a 99 ° C durante 8 min. Após centrifugação a 14.000 rpm por 5 min, o sobrenadante foi recolhido e utilizado na reação de PCR.

2.1.3 Análise do gene *Mtcoi* e microssatélite *Loci*

A porção do gene para a citocromo oxidase (mtCOI) foi amplificada com os oligonucleotídeos MA482-FW (5'-TTGATTTTTTGGTCATCCAGAAGT-3') e MA 483-RV (5'-TCCAATGCACTAATCTGCCATATTA-3') descritos por Frohlich *et al.*, 1999. A reação de PCR foi realizada em volume final de 50 µl (concentração final MgCl₂ 50mM, dNTP 2,5mM, oligonucleotídeos MA482-FW e MA483-RVa 1µM) utilizando-se 0.5 unidades de Taq polymerase. A reação constituirá em 5' a 94°C (um ciclo), 30" a 94°C, 45" a 45°C e 1' a 72°C (35 ciclos) com uma extensão final de 10' a 72°C. A presença de amplicons foi visualizada em gel de eletroforese. Cinco µl de cada produto de PCR amplificado foi clivado com a enzima TaqI e Tru 9I a 65°C por 2 h utilizando-se o tampão indicado e uma unidade de enzima em volume final de 15 µl. Os padrões foram comparados aos biótipos descritos por Bosco *et al.*, 2006.

As amostras foram submetidas a PCR para diferenciar MEAM1 de MED, usando o par de primers Bem23F (5'-CGGAGCTTGCGCCTTAGTC-3') e Bem23R (5'-CGGCTTTATCATAGCTCTCGT-3') que amplifica a região *microssatélite loci* de cerca de 200 bp e 400 bp para MEAM1 e MED, respectivamente.

2.1.4 Pcr para detecção de endossimbiontes

A presença de endossimbiontes em mosca-branca foi determinada usando primers específicos para *Rickettsia*, gene 16S rDNA (GOTTLIEB *et al.*, 2006) e *Hamiltonella* gene 16S rDNA (ZCHORIFEIN; BROWN, 2002). O ciclo da PCR foi realizado tal como descrito por Chiel *et al.* (2007).

2.2 Resultados e discussão

As coletas de amostras foram realizadas em quatro hospedeiros diferentes em duas regiões de Minas Gerais (Quadro 1): três amostras coletadas no município de Madre de Deus de Minas - nas culturas de feijão (*Phaseolus vulgaris*), abóbora d'água (*Benincasa hispida*) e na planta espontânea joá-de-capote (*Nicandra physalodes*); e uma amostra coletada no município de Rio Pomba na cultura de couve (*Brassica oleracea*).

Quadro 1 - Amostras coletadas de *B. tabaci* em diferentes hospedeiros e municípios do Estado de Minas Gerais

Hospedeiro	Nome científico	Coordenadas (Lat/ long)	Localização
Couve	<i>Brassica oleracea</i>	21.24134° S/ 43.16073° W	Rio Pomba
Abóbora d'água	<i>Benincasa hispida</i>	21.46509° S / 44.28672° W	Madre de Deus de Minas
Feijão	<i>Phaseolus vulgaris</i>	21.45692° S/ 44.28603° W	Madre de Deus de Minas
Joá-de-capote	<i>Nicandra physalodes</i>	21.45692° S/ 44.28603° W	Madre de Deus de Minas

Fonte: Compilação do autor

No cultivo de couve (*Brassica oleracea*) havia baixa população de moscas brancas, uma vez que, encontrava-se uma população alta de pulgões, o que pode ter levado à competição por alimento entre esses insetos fitófagos sugadores.

A cultura, de abóbora d'água (*Benincasa hispida*), encontrava-se em uma área de extenso monocultivo de feijão durante o período de inverno, mas que no momento, cultivava-se o milho. *B. hispida* não era a cultura de interesse, apenas haviam alguns exemplares no local que serviram como hospedeiros para a população de mosca-branca durante o período de verão.

Observou-se, na área de cultivo do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*L.), uma população baixa de moscas-brancas, tendo em vista a recente pulverização de agrotóxico, segundo relato dos produtores, devido à dificuldade de controle dessa praga. Associada à coleta do inseto nessa cultura foram observados sintomas de mosaico dourado (Figura 01). O sintoma de mosaico dourado no feijoeiro pode estar

associado à infecção pelo vírus *Bean Golden mosaic virus* (BGMV), do gênero *Begomovirus*.

Figura 1- Sintoma de mosaico dourado na cultura de feijão, *P. vulgaris* (A). Planta espontânea Joá-de-capote, *N. physalodes* (B).



A

Fonte: Compilação do autor



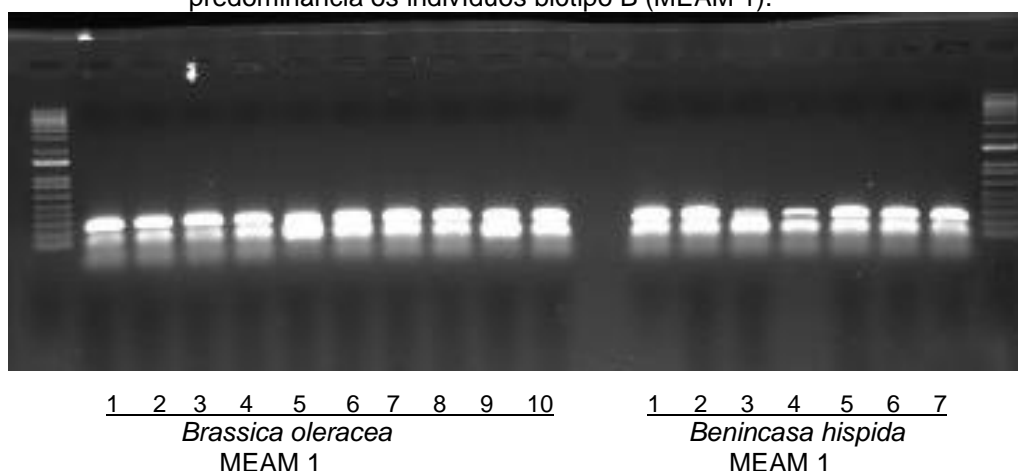
B

Fonte: Compilação do autor

2.2.1 Identificação do biótipo

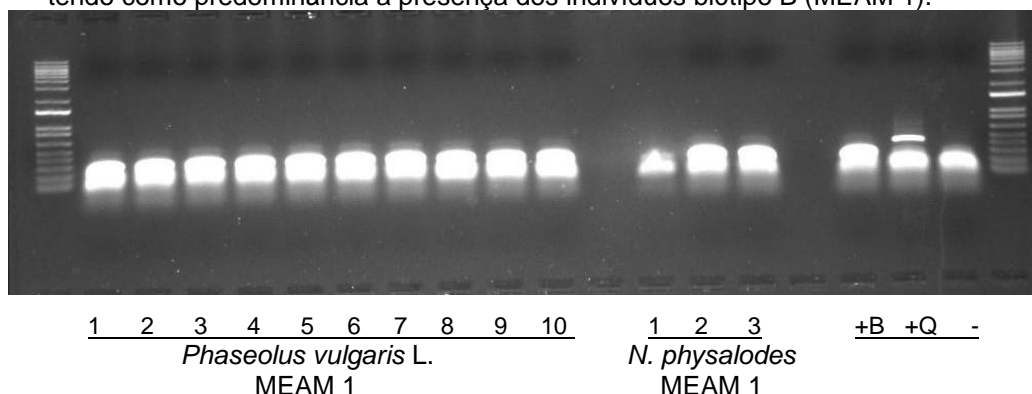
Na análise de PCR para a identificação das espécies crípticas, utilizando os primers Bem23F e Bem23R (*Microsatélite loci*), obteve-se como resultado a presença de indivíduos MEAM1 (biótipo B) em todas as amostras (FIGURAS 02 e 03).

Figura 2- Resultado da análise PCR, com os primers Bem23F e Bem23R (*Microssatélite loci*), dos indivíduos de mosca-branca nas populações de Couve (*Brassica oleracea*) e Abóbora d'água (*Benincasa hispida*), tendo como predominância os indivíduos biótipo B (MEAM 1).



Fonte: Compilação do autor

Figura 3- Resultado do gel de eletroforese da análise por PCR, com os primers Bem23F e Bem23R (*Microssatélite loci*), dos indivíduos de mosca-branca nas populações de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e Joá de Capote (*N. physalodes*), tendo como predominância a presença dos indivíduos biótipo B (MEAM 1).



Fonte: Compilação do autor

O complexo de espécies crípticas de *B. tabaci* (mosca branca) tem grande influência nas perdas econômicas na agricultura, principalmente, por esse inseto estar associado à transmissão de fitovirose que causam perdas significativas nas culturas agrícolas em todo o mundo (CZOSNEK *et al.*, 2017; KANAKALA, 2018). Dentre as espécies desse complexo, MEAM 1 (biótipo B) e MED (biótipo Q) são as que têm registros associados às maiores perdas na agricultura. Essas abrigam diferentes bactérias endossimbiontes que têm ação impactante na biologia desses indivíduos cuja influência incide na capacidade de transmissão de fitovirose (GHANIM, 2014; PINHEIRO *et al.*, 2015).



Em 2014, foi identificado pela primeira vez a invasão da espécie Mediterranean (biótipo Q) na região Sul do país (BARBOSA *et al.*, 2015), local próximo aos países Argentina e Uruguai, que já possuíam a espécie MED (GRILLE *et al.*, 2011). Nos anos seguintes, 2015/2016, foi evidenciada uma segunda invasão da espécie MED nos estados de São Paulo e Paraná, estando atrelada às plantas ornamentais (MORAES *et al.*, 2017).

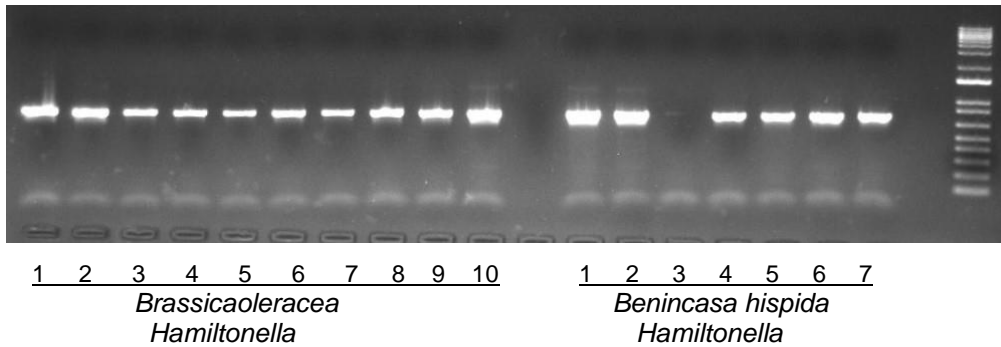
Apesar dos locais de pesquisa estarem próximos, no presente estudo não foi detectada a presença da espécie MED nas regiões de coleta do Sudeste do estado de Minas Gerais, apenas da espécie MEAM 1. A MEAM 1, segundo Moraes *et al.* (2018), encontra-se em dez estados brasileiros dentre eles São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Bahia. As doenças presentes nesses locais, que foram transmitidas pela mosca-branca biótipo B (MEAM 1), eram *Cowpea mild mottle virus* (CpMMV) nas culturas da soja do estado São Paulo e Bahia; *Tomato chlorosis virus* (ToCV) e *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) na cultura de tomate do estado São Paulo.

Devido ao uso excessivo de agrotóxico nas lavouras para controle de insetos, vêm sendo selecionados indivíduos mais resistentes de *B. tabaci*. A mosca-branca (*B. tabaci*) é polífaga, ou seja, possui a alimentação diversificada, o que pode ter contribuído para a seleção de indivíduos resistentes ao inseticida, uma vez que, ficam expostas a um grande número desses compostos (CHEN *et al.*, 2016).

2.2.2 Identificação dos endossimbiontes

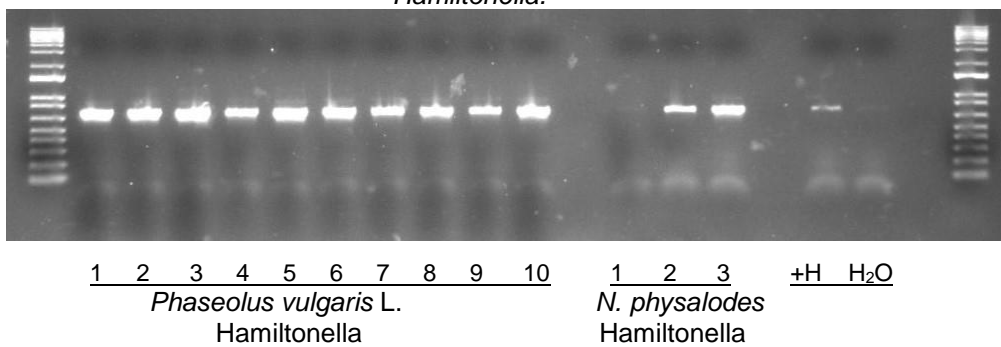
A verificação de endossimbiontes secundários, por meio de PCR, resultou em positivo tanto para *Hamiltonella* (Figuras 05 e 06) como para *Rickettsia* (Figuras 07 e 08), comumente, encontrados em moscas-brancas do biótipo B (MARUBAYASHI *et al.*, 2014).

Figura 4- Gel eletroforese do PCR para a análise do endossimbionte *Hamiltonella*. Indivíduos mosca-branca das populações de Couve (*Brassica oleracea*) e Abóbora d'água (*Benincasa hispida*), associadas ao endossimbionte *Hamiltonella*



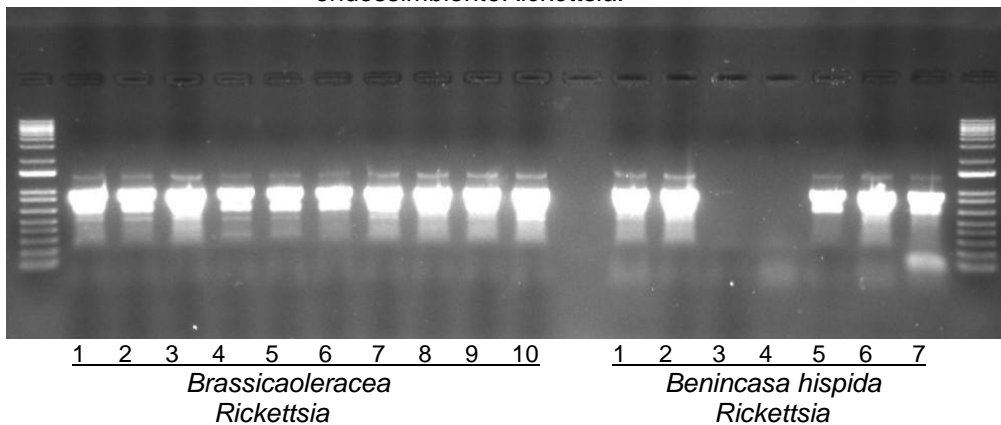
Fonte: Compilação do autor

Figura 5- Gel eletroforese do PCR para a análise do endossimbionte *Hamiltonella*. Indivíduos mosca-branca das populações de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e Joá de Capote (*N. physalodes*), associados ao endossimbionte *Hamiltonella*.



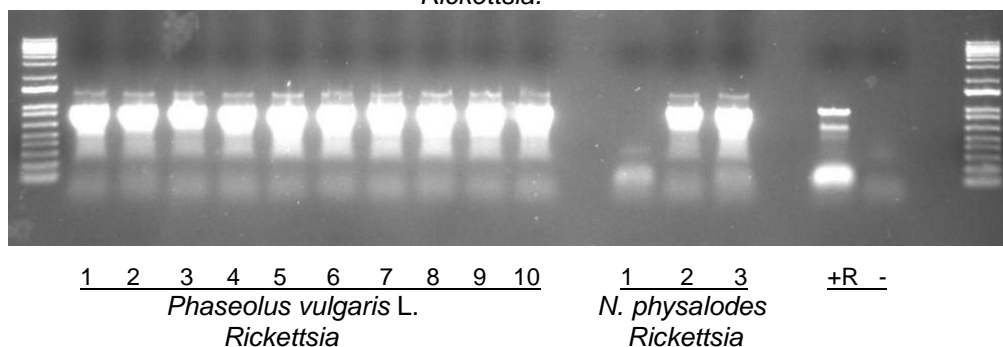
Fonte: Compilação do autor

Figura 6- Gel eletroforese do PCR para a análise do endossimbionte *Rickettsia*. Indivíduos mosca-branca das populações de Couve (*Brassica oleracea*) e Abóbora d'água (*Benincasa hispida*), associados ao endossimbionte *Rickettsia*.



Fonte: Compilação do autor

Figura 7- Gel eletroforese do PCR para a análise do endossimbionte *Rickettsia*. Indivíduos mosca-branca das populações de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e Joá de Capote (*N. physalodes*), associados ao endossimbionte *Rickettsia*.



Fonte: Compilação do autor

Em 2013, nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Bahia, foi detectada a presença de endossimbiontes secundários em espécies de MEAM1, tendo infecções duplas, ou seja, um mesmo indivíduo apresentou concomitantemente *Hamiltonella* e *Rickettsia*, e também, apenas por *Hamiltonella*, ou apenas por *Rickettsia* (MARUBAYASHI *et al.*, 2014). Mais recentemente, em um estudo de âmbito global, a *Hamiltonella* foi comumente encontrada em espécimes de *B. tabaci* MEAM 1 em diferentes países (China, Japão, Estados Unidos, Israel e Brasil). *Rickettsia* também se associou a MEAM 1 em 19 países, incluindo o Brasil (KANAKALA; GHANIM 2019).

3 Conclusão

Conclui-se que a espécie invasiva *B. tabaci*, Middle East-Asia Minor 1 (biótipo B) predomina nas regiões analisadas em Minas Gerais, e que foram identificadas *Rickettsia* e *Hamiltonella* como conjunto de endossimbiontes predominantes.

A espécie críptica *B. tabaci*, Mediterranean (Biótipo Q), que está entre as grandes preocupações dos agricultores por ser considerada mais invasiva que MEAM1, não foi identificada nas regiões analisadas.

Agradecimentos

Ao IF Sudeste MG pelo fomento à pesquisa nos termos do EDITAL Nº 07, de 13 de agosto de 2019.



Referências bibliográficas

- ALBUQUERQUE, L.C. et al. Characterization of tomato yellow vein streak virus, a begomovirus from Brazil. **Virus Genes**, v.40, n. 1, p. 140-147, 2010.
- ALBUQUERQUE, L.C. et al. Further characterization of tomato-infecting begomoviruses in Brazil. **Archives of Virology**, v.157, n.4, p.747-752, 2012.
- BARBOSA, J. C. et al. Occurrence of tomato chlorosis virus in tomato crops in five brazilian states. **Tropical Plant Pathology**, v.36, n. 4, p. 256-258, 2011.
- BARBOSA, L. da F. et al. Indigenous American species of the *Bemisia tabaci* complex are still widespread in the Americas. **Pest Management Science**, v. 70, n. 10, p. 1440-1441, 2014.
- BARBOSA, L. da F. et al. First report of *Bemisia tabaci* Mediterranean (Q biotype) species in Brazil. **Pest Management Science**, v. 71, n. 4, p. 501-504, 2015.
- BING, X. et al. Diversity of secondary endosymbionts among different putative species of the whitefly *Bemisia tabaci*. **Insect Science**, v. 20, n. 2, p. 194-206, 2013.
- BONDAR, G. Aleyrodídeos do Brasil. Boletim do Laboratório de Pathologia Vegetal do estado da Bahia, 1928.
- CALEGARIO, R. et al. Characterization of tomato yellow spot virus, a novel tomatoinfecting begomovirus in Brazil. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1335-1343, 2007.
- CASTILLO-URQUIZA, G. et al. Six novel begomoviruses infecting tomato and associated weeds in Southeastern Brazil. **Archives of Virology**, v. 153, n. 10, p. 1985- 1989, 2008.
- CHEN, W. et al. The draft genome of whitefly *Bemisia tabaci* MEAM1, a global crop pest, provides novel insights into virus transmission, host adaptation, and insecticide resistance. **BMC Biology**, v. 14, n. 1, p.1-15, 2016.
- CHIEL, E. et al. Biotype-dependent secondary symbiont communities in sympatric populations of *Bemisia tabaci*. **Bulletin of Entomological Research**, v. 97, n. 4, p. 407-413, 2007.
- COSTA, A. S.; COSTA, C. L.; SAUER, H. F. G. Surto de mosca-branca em culturas do Paraná e São Paulo. **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 2, p. 20-30, 1973.
- CZOSNEK, H. et al. The incredible journey of Begomoviruses in their whitefly vector. **Viruses**, v. 9, n. 10, p. 273, 2017.
- DE BARRO, P. J. de et al. *Bemisia tabaci*: A statement of species status. **Annual Review of Entomology**, v. 56, p. 1-19, 2011.



Douglas, A. E. Honeydew. Encyclopedia of Insects, 2nd edn (ed by V.H. Resh and R.T. Cardé) p. 461–463, 2009.

EVERETT, K. et al. Novel chlamydiae in whiteflies and scale insects: endosymbionts 'Candidatus Fritschea bemisiae' strain Falk and 'Candidatus Fritschea eriococci' strain Elm. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, v. 55, p. 1581-1587, 2005.

FERNANDES, F.R. et al. Diversity and prevalence of Brazilian bipartite Begomovirus species associated to tomatoes. **Virus Genes**, v. 36, p. 251-258, 2008.

FREITAS, D.M.S. et al. First report of Tomato chlorosis virus in potato in Brazil. **Plant Disease**, v. 96, p. 593.3, 2012.

FROHLICH, D. et al. A phylogeographical analysis of the Bemisia tabaci species complex based on mitochondrial DNA markers. **Molecular Ecology**, v. 8, n. 10, p. 1683-1691, 1999.

GHANIM, M. A review of the mechanisms and components that determine the transmission efficiency of *Tomato yellow leaf curl virus* (Geminiviridae; *Begomovirus*) by its whitefly vector. **Virus Research**, v.186, p. 47-54, 2014.

GOTTLIEB, Y. et al. Identification and localization of a Rickettsia sp in Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae). **Applied and Environmental Microbiology**, v. 72, n. 5, p. 3646-3652, 2006.

GRILLI, G. et al. First report of the Q biotype of *Bemisia tabaci* in Argentina and Uruguay. **Phytoparasitica**, v.39, n.3, p. 235, 2011.

HIMLER et al. Rapid spread of a bacterial symbiont in an invasive whitefly is driven by fitness benefits and female bias. **Science**, v. 332, p. 254, 2011.

HOROWITZ, A. R. et al. Biotypes B and Q of Bemisia tabaci and their relevance to neonicotinoid and pyriproxyfen resistance. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology: Published in Collaboration with the Entomological Society of America**, v. 58, n. 4, p. 216-225, 2005.

INOUE-NAGATA, A. K.; LIMA M. F.; GILBERTSON, R. L. A review of geminivirus (begomovirus) diseases in vegetables and other crops in Brazil: current status and approaches for management. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 1, p. 8-18, 2016.

KANAKALA, S.; GHANIM, M. Whitefly-transmitted begomoviruses and advances in the control of their vectors. **BL Patil. Genes, Genetics and Transgenics for virus resistance in plants. Ciaster Academic Press., UK**, p. 201-220, 2018.

KANAKALA, S.; GHANIM, M. Global genetic diversity and geographical distribution of *Bemisia tabaci* and its bacterial endosymbionts. **PLoS ONE**, v. 14, n. 3, p. 1-21, 2019.



KLIOT, A. et al. Implication of the Bacterial Endosymbiont *Rickettsia* spp. in Interactions of the Whitefly *Bemisia tabaci* with Tomato Yellow Leaf Curl Virus. **Journal of Virology**, v. 88, n. 10, p. 5652-5660, 2014.

LOURENÇÃO, A.L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 53, n. 1, p. 53-59, 1994.

MARUBAYASHI, J. M. et al. Diversity and localization of bacterial endosymbionts from whitefly species collected in Brazil. **PLoS ONE**, v. 9, n. 9, p. e108363, 2014.

MORAES, L. A. de et al. New invasion of *Bemisia tabaci* Mediterranean species in Brazil associated to ornamental plants. **Phytoparasitica**, v.45, n.4, p.515-525, 2017.

MORAES, L. A. de et al. Distribution and phylogenetics of whiteflies and their endosymbiont relationships after the Mediterranean species invasion in Brazil. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 1-13, 2018.

MORAN, N. et al. Evolutionary relationships of three new species of Enterobacteriaceae living as symbionts of aphids and other insects. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 71, n. 6, p. 3302-3310, 2005.

PINHEIRO, P. V. et al. Is there a role for symbiotic bacteria in plant virus transmission by insects?. **Current Opinion in Insect Science**, v.8, p. 69-78, 2015.

RIBEIRO, S.G. et al. Molecular and biological characterization of Tomato chlorotic mottle virus suggests that recombination underlies the evolution and diversity of Brazilian tomato begomoviruses. **Phytopathology**, v. 97, p. 702-711, 2007.

SILVA, AG de A. et al. Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil. **Seus parasitos e predadores. Parte**, v. 2, 1968.

THAO, M.; BAUMANN, P. Evolutionary relationships of primary prokaryotic endosymbionts of whiteflies and their hosts. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 70, n. 6, p. 3401-3406, 2004.

WALSH, P.; METZGER, D.; HIGUCHI, R. Chelex-100 as a medium for simple extraction of dna for pcr-based typing from forensic material. **Biotechniques**, v. 10, n. 4, p. 506-513, 1991.

WEEKS, A.R; BREEUWER, J.A.J. A new bacterium from the CytophagaFlavobacterium-Bacteroides phylum that causes sex ratio distortion. **Insect Symbiosis II**. p. 165-176, 2003.

ZCHORI-FEIN, E.; BROWN, J. Diversity of prokaryotes associated with *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera : Aleyrodidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 95, n. 6, p. 711-718, 2002.



DESAFIOS DA FORMAÇÃO CONTINUADA DOCENTE NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

Daiana Cristina da Silva
Marjorye Polinati da Silva Vecchi

1 Introdução

Os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia conhecidos como Institutos Federais (IFs), criados em 2008, pela Lei nº 11.892, são instituições de educação que ofertam cursos em diferentes níveis, desde a educação básica integrada ao ensino profissional até o ensino superior, e em diversas modalidades: presencial, a distância e educação de jovens e adultos (LIMA, 2013). Portanto, é finalidade dos IFs a oferta de Educação Profissional Tecnológica (EPT) em todos os níveis e modalidades, o que requer adequações à prática pedagógica docente de forma a atender às demandas provenientes dessa particularidade da instituição (BRASIL, 2008).

Assim, torna-se necessário um olhar para a formação dos professores que nessas escolas desenvolvem a profissão, pois o perfil profissional destes docentes é variado, sendo exigido graduação específica na área pretendida e aprovação em concursos públicos. As instituições contam com profissionais capacitados na sua área de conhecimento, mestres ou doutores, mas com pouca ou nenhuma formação pedagógica para atuar na EPT (PENA *et al.*, 2019).

Uma formação pedagógica adequada tem sido considerada parte importante para aprimorar a prática docente e o processo educacional, especialmente em instituições com organização curricular diferenciada como é o caso dos Institutos Federais, onde seus professores ministram aulas de formação geral e também de formação específica dos currículos (COSTA, 2016).

Esse aprimoramento pedagógico pode ser proporcionado através de processos como a formação continuada, uma vez que os Institutos Federais têm a missão de ofertar ensino público e de qualidade, permitindo que as especificidades da EPT possam ser problematizadas com os docentes, de forma a aperfeiçoar a prática profissional e o ensino ofertado (VIEIRA; CASTAMAN, 2013).

Estudos apontam que docentes, quando bem amparados pela formação continuada, são capazes de conectar conhecimentos à didática e às condições de



aprendizagem para segmentos diferenciados de ensino (COSTA, 2016; SILVA; ALMEIDA; GATTI, 2016). Desse modo, a formação continuada tem sido considerada um caminho para superar os desafios oriundos do exercício da docência na EPT, sendo esse processo formativo no âmbito dos IFs amparado pela Lei 11. 892/2008 (BRASIL, 2008; PASQUALLI *et al.*, 2019).

Diante do exposto, as indagações que impulsionaram a construção deste estudo foram: a formação continuada acontece no âmbito dos Institutos Federais? Qual a importância desse processo para os docentes da EPT? Quais os desafios envolvidos nesse processo formativo? Com base nesses questionamentos, partiu-se da hipótese de que a formação continuada possibilita a transformação da prática docente através do conhecimento mais aprofundado sobre as especificidades da EPT.

Assim, o objetivo deste trabalho é identificar o processo de formação continuada docente nos Institutos Federais e analisar os desafios envolvidos, buscando elucidar os entraves para que esse processo formativo se concretize.

2 Revisão de Literatura

2.1 Os Institutos Federais - criação, expansão e a carreira EBTT

A Rede Federal de Educação Profissional foi regulada por meio dos marcos delineados no ano de 1909, pelo decreto nº 7.566, do Presidente Nilo Peçanha. O então presidente instituiu uma rede de 19 escolas de aprendizes artífices originando a rede federal que levaria às Escolas Técnicas e futuramente aos Centros Federais de Educação Profissional e Tecnológicas, os CEFETs (OTRANTO, 2010).

Esses Centros, inicialmente, tinham o objetivo de atender à população menos favorecida, porém, atualmente se traduzem como pilar para o acesso às conquistas científicas e tecnológicas (BRASIL/ MEC/SETEC, 2012).

Garcia e colaboradores (2018), pontuam que:

Com a abertura dos mercados, em 1980, o Brasil passou a vivenciar um novo cenário econômico e produtivo, em paralelo observa-se o desenvolvimento de novas tecnologias, como também o crescimento da produção e ampliação de diversas prestações de serviços. Essa nova realidade exige mudanças urgentes o que faz com que as instituições de Educação Profissional busquem ampliar o oferecimento de cursos e programas a fim atender às novas demandas com qualidade (GARCIA *et al.*, 2018, p. 12).



Os mesmos autores elucidam que com a criação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs) em 29 de dezembro de 2008, houve maior expansão da rede, sendo que essas instituições deverão levar em conta a junção dos conhecimentos técnicos e tecnológicos com as práticas pedagógicas. Esses devem disponibilizar “educação superior, básica e profissional, pluricurriculares e multicampi, e serem especializados na oferta de educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino” (GARCIA *et al.*, 2018, p.12).

Com a gênese dessas instituições, surge um novo horizonte para a Educação Profissional e Tecnológica (EPT) com a oferta de várias modalidades de cursos, dentre elas o curso técnico integrado ao Ensino Médio, o curso técnico subsequente ao Ensino Médio, bacharelados, licenciaturas e pós-graduação *lato sensu e stricto sensu* (AMORIM JUNIOR; SCHLINDWEIN; MATOS, 2018).

Santos (2019) aponta que, com a oferta desses cursos, foi necessário contratar profissionais e simultaneamente criar uma carreira que abrangesse todas as modalidades de ensino, sendo que a terminologia de professores de 1º e 2º grau já estava defasada desde a LDB, Lei nº 9.394, de 1996. A autora também relata que profissionais do magistério superior lecionavam para os cursos de licenciaturas, de formação de tecnólogos e pós-graduações *lato sensu e stricto sensu*, em nível de graduação⁹.

Nessa conjuntura, foi criada a carreira de Professor de ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT) que supriria a demanda da educação básica, técnica e tecnológica, enquadrando os docentes ativos à nova carreira (SANTOS, 2019).

Ainda no contexto da implantação dos IFs, Santiago (2015, p.3) também assinala que a categoria EBTT surge para atuar no campo da Educação Profissional Técnica de Nível Médio e que o mesmo é autorizado a trabalhar “em nível superior e vice-versa, além da atuação em diversos programas oferecidos pela instituição, como a Educação a Distância – EaD e o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego – PRONATEC”.

⁹Com a aprovação da lei que regulamentou a carreira EBTT (Lei nº 12.772, de 28.12.2012), as carreiras do EBTT e do Magistério Superior tornaram-se equivalentes, ficando consolidada a equivalência salarial e estrutural entre os professores do magistério federal. Todas as vantagens e direitos estão garantidas para ambas as carreiras (BRITO; CALDAS, 2016).



2.2 Formação e prática docente

Considerada um dos pilares fundamentais no cenário atual da educação brasileira, a formação docente tem sido amplamente discutida e questionada quanto ao seu impacto na eficácia do sistema educacional brasileiro, sendo essa formação parte importante para se alcançar uma qualidade na educação do país. Ao longo dos anos, várias discussões surgiram com o objetivo de contribuir com a formação política e pedagógica dos professores, preparando-os para lidar com a rapidez das mudanças na sociedade, com a diversidade de saberes e com os avanços científicos e tecnológicos (GUEDES; SANCHEZ, 2017).

Com relação aos IFs, as autoras ressaltam que, além dessas exigências, é preciso considerar a ampliação do campo de atuação docente que vai desde a educação básica, técnica, tecnológica até níveis de graduação e pós-graduação. Desse modo, segundo as autoras,

(...) esta mudança requer uma demanda de docentes qualificados, pois um dos fundamentos dos Institutos Federais é a organização pedagógica verticalizada (da educação básica à superior). Ou seja, uma organização que possibilita ao docente atuar em diferentes níveis de ensino, conforme estabelece a classe de Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT) (GUEDES; SANCHEZ, 2017, p. 239).

Entende-se que uma prática pedagógica perpassa por uma reflexão que atrele teoria e prática e questões acerca do cultuado mundo do trabalho e dos saberes estabelecidos nas relações sociais. Entende-se também, que a formação dos docentes deve acontecer por meio de duas dimensões: a formação inicial e a formação continuada (CASTAMAN; VIEIRA; OLIVEIRA, 2016).

A expressão formação continuada mantém a ideia de permanência, amplitude e se insere como elemento dinamizador para o desenvolvimento profissional. Assim, esse termo vem sendo utilizado em referência ao crescimento dos professores em sua prática pedagógica, podendo ser definida como uma ferramenta de auxílio no processo ensino aprendizagem, pois ela representa “a busca de novos conhecimentos teórico-metodológicos para o desenvolvimento profissional e a transformação de suas práticas pedagógicas” (ALVARADO-PRADA *et al.*, 2010, p. 374).

Estudos apontam que a formação de docentes, tradicionalmente concebida como uma formação inicial, consolidada em cursos de licenciatura, não se encerra em



si, mas transcende para outros níveis de formação, considerando a realidade social, política e econômica e as experiências dos professores em sala de aula, em direção a uma prática docente transformadora. Nesse contexto, a formação continuada torna-se essencial na atualização desses profissionais que trabalham com construção, mudanças e incertezas, permitindo modular a prática docente conforme necessidades cotidianas (SAVIANI, 1996; LOURENÇO; VAGULA, 2017).

A formação continuada pode ser considerada assim, uma forma de articular os antigos e novos fundamentos na prática docente, à luz da teoria, gerando transformações práticas, uma vez que estão baseadas em construções individuais e coletivas que ocorrem durante o tempo (WENGZYNSKI; TOZETTO, 2012).

Através desse processo formativo, docentes poderão contribuir para um ensino pautado na integração dos conhecimentos científicos e tecnológicos com a formação humana, política e cultural, de forma autônoma, com espírito crítico e criativo (COSTA, 2016).

Em se tratando dos docentes licenciados, os cursos de formação inicial têm seu conjunto normativo específico associado à docência, porém, não incluem a temática da educação profissional e tecnológica gerando impasses na atuação profissional (CARVALHO; SOUZA, 2014).

Nessa perspectiva, a Lei 11.892/2008 no seu artigo 7º inciso II, reitera que os Institutos Federais deverão oferecer, além da formação inicial, cursos de formação continuada de trabalhadores “objetivando a capacitação, o aperfeiçoamento, a especialização e a atualização de profissionais, em todos os níveis de escolaridade, nas áreas da educação profissional e tecnológica” (BRASIL, 2008, p. 4). Ainda na mesma lei, o artigo 8º apresenta que os IFs devem ofertar o mínimo de 20% das vagas para cursos voltados para a formação pedagógica docente (BRASIL, 2008).

De acordo com a Base Nacional Comum curricular (BNCC) 2017/2018 aprovada para o ensino médio pelo Conselho Nacional de Educação em 2018, a formação continuada é obrigatória para os professores a fim de facilitar o progresso do trabalho docente, visto a atual expansão da tecnologia aliada aos processos educacionais (FRANÇA, 2018).

Além disso, a resolução nº 3, de novembro de 2018, que atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, em seu artigo 21 no inciso III, determina a necessidade de que os professores tenham jornadas adequadas de trabalho, bem



como, formação continuada apropriada para que consigam desenvolver o currículo de forma integral (BRASIL, 2018).

3 Material e métodos

O estudo trata de uma revisão narrativa de literatura¹⁰ que pretende elucidar e discorrer sobre determinado assunto por meio de publicações abrangentes, discutindo o “estado da arte” sob o ponto de vista teórico ou contextual. São obras publicadas em diversas fontes, como por exemplo, livros, artigos podendo ser de revista ou eletrônico, na investigação específica do autor (ROTHER, 2007).

No âmbito da educação continuada, pode-se afirmar que esse tipo de revisão tem papel essencial, pois incrementa o conhecimento de determinada temática em curto espaço de tempo (SALUM; GARCIA; SANCHES, 2012).

Com objetivo de responder ao questionamento sobre “o processo de formação continuada dos docentes dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia no país e os desafios envolvidos” foram acessadas as bases eletrônicas de pesquisa Google acadêmico, Periódicos da CAPES e BDTD (Biblioteca Digital de Teses e Dissertações) sendo utilizados os trabalhos em língua portuguesa. Os descritores utilizados foram formação continuada de professores da EPT, desafios da formação continuada docente da EPT. Para a seleção das publicações, considerou-se o período de janeiro de 2013 a março de 2020, tomando-se como marco inicial as orientações da Resolução CNE/CEB Nº 6, de 20 de setembro de 2012. Essa resolução define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio (BRASIL, 2012) e em seu inciso 4 do título IV, reitera que cabe às instituições de ensino a organização e viabilização de ações destinadas à formação continuada docente.

Como critérios de inclusão, foram selecionados artigos de revisão, originais, dissertações e teses que mantinham similaridade com o tema e objetivo deste estudo. Foram excluídos os trabalhos que não se enquadraram nos critérios de inclusão mencionados e que abordavam o tema, porém em instituições diferentes.

¹⁰ “Revisão Narrativa é uma forma não sistematizada de revisar a literatura. É um processo mais simplificado de revisão, permitindo que a questão de pesquisa seja mais ampla ou pouco específica e aborde um tema de forma livre” (CASARIN *et al.*, 2020, p. 1).

Nas três plataformas de pesquisas utilizadas, e após a leitura do título e resumo dos trabalhos, foram selecionadas dez publicações que se adequavam aos descritores e aos objetivos, servindo de análise para este estudo.

Para proceder à análise dos dados, foi utilizada como balizador deste estudo, a técnica de temática orientada por Minayo (2007, *apud* HIRT, 2016, p. 11) que é composta por três etapas, sendo elas: a organização de todos os dados obtidos conhecida como pré-análise; a sondagem do material, dispondo os dados e separando-os em categorias; a análise de todos os resultados e sua significação, o que a autora pontua como a articulação dos “dados apreendidos ao referencial teórico, visando responder as questões da pesquisa”.

Na pré-análise, realizou-se uma leitura flutuante dos trabalhos selecionados, que segundo Campos (2004, p. 613), “Na leitura flutuante toma-se contato com os documentos a serem analisados, conhece-se o contexto e deixa-se fluir impressões e orientações” ou seja, é o conhecimento dos textos a serem trabalhados.

Após essa etapa, na exploração do material, foi possível a categorização dos temas dos estudos e por último, a análise conduziu a dois eixos temáticos centrais para a discussão, sendo eles: a formação continuada dos docentes dos IFs e os desafios da formação continuada para a prática docente nos IFs.

4 Resultados e discussão

No quadro 1 foram elencadas as publicações, possibilitando uma visão geral dos estudos selecionados.

Quadro 1- Caracterização das publicações

Título	Autor(es)/Ano	Objetivos	Abordagem	Local
E1- artigo Formação de professores: investigando programas de desenvolvimento profissional docente nos Institutos Federais	Pena <i>et al.</i> (2019)	Identificar e analisar estudos e pesquisas sobre desenvolvimento profissional além de levantar e analisar projetos/programas ou ações voltadas ao desenvolvimento profissional docente; [...]	Qualitativa/ Quantitativa	IF <i>campus</i> Ouro Preto
E2- artigo Formação continuada dos professores (de	Brandt (2014)	Investigar e compreender como o programa de formação e capacitação continuada	Qualitativa- descritiva	IF <i>campus</i> Rio do Sul (Santa Catarina)



ensino básico, técnico e tecnológico) do IF Catarinense <i>campus</i> Rio do Sul um estudo a partir das vozes dos educadores.		contribuiu para a formação e o desenvolvimento profissional dos professores de ensino básico, técnico e tecnológico		
E3- artigo As tensões e desafios na profissionalização docente: uma proposta de formação continuada no âmbito do espaço escolar do Instituto Federal do Triângulo Mineiro	Dias <i>et al.</i> (2013)	[...] Analisar Como a formação desses docentes repercute em suas ações educativas e na constituição de seus saberes	Qualitativa	IFTM/ <i>campus</i> Uberlândia e <i>campus</i> Uberlândia centro
E4- artigo Política de formação de professores dos Institutos Federais: um caminho a ser consolidado	Brandt (2017)	Investigar e compreender como o programa de formação e capacitação continuada contribui para a política de formação continuada e desenvolvimento profissional dos professores de ensino básico, técnico e tecnológico	Qualitativa- descritiva	IF Catarinense
E5- artigo Formação continuada de professores no Instituto Federal Farroupilha - <i>campus</i> Frederico Westphalen-RS	Botton e Stürmer (2020)	Discutir a experiência de implementação do processo de formação continuada de professores	Qualitativa	IF Farroupilha - <i>campus</i> Frederico Westphalen -RS
E6- artigo Formação continuada e a (re) configuração dos saberes docentes dos professores	Brandt, Oliveira e Nascimento (2014)	Analisar como o programa de formação continuada, influenciou e contribuiu para a construção dos saberes de ensino através de	Qualitativa	IF Catarinense - <i>campus</i> Rio do Sul

nos Institutos Federais (de Educação, Ciência e Tecnologia) – IFs		atividades de formação relacionadas com a didática e a prática de ensino		
E7- dissertação A reunião pedagógica como espaço-tempo de formação continuada de professores do IFRN – <i>campus</i> Nova Cruz (2014 – 2016)	Silva (2018)	Investigar as práticas realizadas nas reuniões pedagógicas e analisar a materialização de um espaço-tempo de formação continuada, segundo percepção dos respondentes desta pesquisa.	Quanti-qualitativa	IF <i>campus</i> Nova Cruz/Rio Grande do Norte
E8- artigo Caracterização dos Institutos Federais da região Sudeste e o desenvolvimento profissional docente	Maciel, Souza e Pena (2018)	Caracterizar os Institutos Federais da região Sudeste do Brasil, bem como mapear os programas de desenvolvimento profissional docente	Qualitativa com apoio de dados quantitativos	IF Região Sudeste
E9- artigo A formação docente para a educação profissional técnica e sua influência na atuação dos professores do Instituto Federal do Amapá – <i>campus</i> Macapá: um estudo de caso	Guedes e Sanches (2017)	Analisar as influências da formação pedagógica (ou da sua falta) no trabalho dos professores de educação profissional técnica; [...].	Qualitativa/Quantitativa	IF Amapá- <i>campus</i> Macapá
E10- artigo A formação docente continuada no Instituto Federal de São Paulo: especificidades do ensino médio integrado	Heeren (2017)	Analisar as normativas que orientam a política de formação continuada do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo (IFSP)	Qualitativa	IF São Paulo

Fonte: Elaboração própria

Após análise dos estudos, observou-se que a maioria deles continha as palavras-chave utilizadas neste trabalho: Formação continuada, docente da EPT e Instituto Federal.



Com relação aos objetivos dos trabalhos apresentados no Quadro 1, sete publicações deixam claro se tratar especificamente da formação continuada. Observou-se também a prevalência da abordagem qualitativa que, para Córdova (2009), é o tipo de estudo que possibilita ao pesquisador explicar o porquê das coisas, não quantificando valores, pois os dados encontrados indicam diferentes abordagens. Para a autora nesse tipo de pesquisa, o cientista é ao mesmo tempo o sujeito e o objeto de suas pesquisas, tendo como objetivo produzir dados aprofundados e ilustrativos, compreendendo a dinâmica de determinado assunto.

Constatou-se por intermédio do Quadro 1 que as regiões brasileiras que mais publicaram trabalhos que atendem aos objetivos da pesquisa foram as regiões Sul e Sudeste com quatro produções cada, seguidas da região Norte e Nordeste com um trabalho cada.

Dos dez trabalhos citados, cinco complementaram seus dados por meio de entrevistas e/ou questionários, (E2, E3, E5, E6, E9), 03 pela análise documental (E1, E4, E10), um pela análise de atas de reuniões pedagógicas (E7), e um pela análise de sites do Instituto Federal (E8). Mesmo com as bibliografias encontradas, pode-se afirmar que são escassas as pesquisas sobre formação continuada dos docentes dos IFs.

Após análise das publicações selecionadas para esta pesquisa e sua categorização, foram definidos dois eixos centrais para a discussão, sendo eles: a formação continuada dos docentes dos IFs e os desafios da formação continuada para a prática docente.

4.1 Formação continuada dos docentes dos IFs

Sobre a construção deste estudo no que diz respeito à formação continuada dos docentes EPT, pôde-se observar poucas pesquisas voltadas para esse público específico. Corroborando com essa afirmação, observou-se nas análises das publicações E1 e E4 que compuseram esta revisão de literatura, que são poucos trabalhos relacionados ao tema. Para exemplificar, o estudo E1 avaliou a existência de programas para o desenvolvimento docente, no período de 2009 a 2015, tendo como resultado apenas uma publicação que abordava especificamente os docentes EPT.



Buscando identificar a existência de programas ou projetos de formação docente nas cidades do entorno de Ouro Preto, a segunda etapa do estudo E1, consistiu-se na análise via pesquisa nos sites de cinco IFs mineiros e de seus respectivos *campi*, encontrando apenas ações isoladas.

Nessa mesma perspectiva de pesquisa através dos sites dos IFs da região Sudeste, o estudo E8 avaliou a existência de programas de formação docente, encontrando apenas um resultado no IF *campus* Ouro Preto.

Os estudos E2, E4 e E6 também identificaram a existência de poucos trabalhos, acrescentando que, quando presentes as ações de formação continuada são reduzidas, baseando-se em cursos de curta duração, com técnicas prontas e engessadas não permitindo um trabalho reflexivo.

Brandt (2014) afirma que se pode compreender a formação continuada na instituição de ensino como um período aplicado à análise do papel político-pedagógico do profissional, possibilitando o reconhecimento de suas experiências, a construção de novos saberes e a possibilidade do trabalho coletivo. Além de pontuar a questão de escassez de estudos, a pesquisa E2 complementou que para que o professor atue no contexto dos IFs, é necessária uma formação continuada ofertada através uma dinâmica educativa capaz de problematizar assuntos do cotidiano gerando reflexões, não se resumindo apenas a algumas horas de conteúdos e técnicas engessadas.

Com relação à formação continuada, Santiago (2015) observou nas pesquisas realizadas durante seu trabalho que, não há projetos que sejam voltados para os docentes que atuam na educação profissional técnica ou tecnológica, e que os mesmos participam de cursos de mestrados e doutorados acadêmicos que possuem por objetivo primeiro, formar pesquisadores.

A mesma autora também reforça que a maioria desses professores possui formação inicial específica na sua área de atuação para o mercado de trabalho liberal, não possuindo formação pedagógica. Aponta ainda que, quando essa formação existe, quase sempre se dá após a investidura no cargo, e geralmente através de cursos de curta duração, que não tratam o assunto de forma completa (SANTIAGO, 2015).

Sobre essa perspectiva, Paiva (2018) assinala que a formação continuada deve gerar um aperfeiçoamento profissional contínuo e reflexivo, e não apenas um mero



conhecimento de conteúdo e técnicas que, isoladas, não são suficientes para tornar o professor capaz de exercer sua função com maestria.

O estudo E7 destacou algumas concepções importantes de serem mencionadas após analisar o processo de formação continuada através das reuniões pedagógicas, como por exemplo, que ela seja contínua, que seja correspondente às necessidades profissionais, complementar à formação inicial e que subsidie o desenvolvimento profissional.

De acordo com Imbernón (1998, apud Almeida, 2016), a formação continuada do professor deve favorecer: a necessidade e a qualidade de conteúdo educativo que necessite ser inserido na escola; desenvolver habilidades básicas referentes às estratégias de ensino, referente ao planejamento, diagnóstico e avaliação; proporcionar a capacidade de modificação das tarefas educativas de forma contínua, na tentativa de se adaptar à diversidade e ao contexto dos alunos; ter comprometimento com as questões sociais.

Mizukami (2006) analisa que a formação continuada, tem por objetivo, além de tantos outros, sugerir novas metodologias e propor aos profissionais um diálogo permanente com as teorias atuais, visando contribuir com a melhoria da ação pedagógica.

4.2 Desafios da formação continuada para a prática docente nos IFs

No contexto das finalidades e objetivos dos IFs, são requeridas do professor da EPT em diversos sentidos, exigências para que sua atuação seja pautada tanto na promoção do ensino, quanto na pesquisa, extensão e no apoio administrativo. Esse professor precisa atuar com maestria nos diferentes níveis de ensino, ou seja, desde o ensino médio até a pós-graduação (AMORIM JUNIOR; SCHLINDWEIN; MATOS, 2018).

No que tange à atuação em vários cursos, os trabalhos E2 e E6 discorreram sobre a dificuldade em atuar em diferentes níveis, o que pode ser considerado um desafio a ser enfrentado pelos docentes.

Segundo Machado (2008), são essas diretrizes dos IFs que corroboram para tal complexidade, pois é exigido do professor uma integração dos conhecimentos didático-pedagógicos, científicos, tecnológicos, sociais e humanísticos; além das exigências técnicas do trabalho e do curso técnico em questão.



Oliveira, Sales e Silva (2017) definem o saber pedagógico como um “laboratório a céu aberto” que permite captar as questões formativas que podem ser respondidas por meio de ações diversas, como oficinas, seminários, cursos, palestras etc. Esse é um campo vasto para discussões e aprendizagens que vão gerar a construção de identidades.

Ao complementar o pensamento desses autores, foi possível analisar através da publicação E10, que além de também abordar a questão da dificuldade em se trabalhar no ensino integrado, levantou a questão de que a formação continuada precisa ser plena de sentido ao profissional e que alcance integralmente as necessidades formativas dos alunos.

O estudo E10 ainda destaca, através de diversos autores, que os bacharéis e tecnólogos não apresentam a bagagem pedagógica necessária para atuação na docência. Também pontua que na base curricular dos cursos de pedagogia e licenciatura, pode-se notar a ausência da educação profissional e tecnológica que possa dar suporte para prática docente nos ensinos integrados, inviabilizando a efetividade desse modelo de ensino, preconizado por essa proposta educacional.

Com relação a essa diversidade de perfis dos docentes, o estudo E3 avaliou através de outros autores, como por exemplo, Pimenta e Anastasiou (2002), que não basta o predomínio de experiências em sua área de conhecimento, mas é necessário conhecer todo o processo de ensino e aprendizagem que é de responsabilidade do professor, assim que ele assume a sala de aula. Na mesma temática, E9 mostrou que os docentes atuantes na educação profissional encontraram mais dificuldades, devido às características e especificidades dessa modalidade de ensino, que em sua grande maioria não são abordadas em sua formação inicial.

Oliveira, Sales e Silva (2017) corroborando com esses resultados reforçam ainda em seus estudos que docentes, bacharéis e tecnólogos (não licenciados), se veem atuando na educação profissional dos IFs, em diferentes níveis e modalidades sem a formação pedagógica apropriada, impactando nas práticas didático-pedagógicas desses profissionais.

Com relação aos licenciados, as autoras discorrem que mesmo habilitados para as disciplinas voltadas à formação geral, esses docentes não recebem capacitação para a educação profissional nos cursos de licenciatura. Enfatizam que esses cursos não abordam a relação entre trabalho “e mais especificamente, a Educação



Profissional em si, ocasionando um foco formativo apenas no ensino médio de caráter propedêutico, bem como, uma fragmentação entre as áreas específicas” (OLIVEIRA; SALES; SILVA, 2017, p.10).

Ao analisar os docentes de um Instituto Federal do Amapá, o estudo E9 também pontuou que existem professores sem formação pedagógica para exercer a docência e também aqueles que possuem formação pedagógica, mas sem experiência na modalidade educação profissional.

Ainda com relação aos desafios, podem-se enfatizar o excesso de carga horária e as diferentes disciplinas e níveis que esse professor tem que atuar, também descritas no estudo E9.

Nessa temática, Santiago (2015) ressaltou em sua pesquisa que diferentemente dos professores da educação básica em geral, os docentes EBTT trabalham em regime de dedicação exclusiva, ou seja, 40 horas semanais, além de desempenhar diversas atividades impostas pela nova organização escolar, citando as atividades burocráticas e administrativas, que segundo a autora, podem fragilizar as atividades pedagógicas e conseqüentemente a aprendizagem dos alunos.

Os autores do estudo E9 sugerem que a própria equipe pedagógica da instituição elabore um programa de formação continuada com os docentes, podendo tomar como partida as Novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio, que aborda a formação docente e amplia as possibilidades em que ela pode ser alcançada.

Nesse contexto, Paiva (2018) atenta que a escola pode ser um ambiente propício para a formação continuada ocorrer, desde que haja um diálogo aberto abordando as dificuldades e anseios nos processos de ensino e aprendizagem, pois a troca de experiência é muito útil nesse aspecto.

Nessa temática, os estudos E5 e E7 reforçam que os espaços das reuniões pedagógicas se configuram num momento propício para formação continuada, através da troca de experiências e saberes da trajetória de cada profissional.

5 Conclusão

O desenvolvimento deste estudo demonstrou que há pouca oferta de ações e programas de formação continuada e, quando existentes, são ações isoladas e cursos



de curta duração concentrados em técnicas engessadas que não permitem o pleno desenvolvimento do profissional.

Os resultados desta pesquisa apontaram que os desafios da formação continuada a nível dos IFs perpassam pela dificuldade de atuação em diferentes níveis de ensino, especificamente ensino médio integrado, escassez de docentes com formação pedagógica (licenciatura) ou continuada, apropriada para educação profissional e tecnológica, e, carga horária elevada.

Ainda com relação aos desafios, verificou-se que os resultados das publicações limitaram-se a apontar dificuldades envolvendo a formação ou práticas docentes. Desse modo, considera-se necessários mais estudos que busquem analisar outros obstáculos para o desenvolvimento de programas de formação continuada e pedagógica, envolvendo, como exemplo, fatores que justificam sua baixa oferta pelos IFs, questões organizacionais, financeiras ou operacionais que possam estar afetando o planejamento e concretização desses programas.

A análise dos trabalhos, utilizados para esta pesquisa, evidencia que a temática é atual, e exige mais estudos envolvendo os fatores que permeiam o desenvolvimento de programas de formação continuada aos docentes dos IFs. Destarte, com o conhecimento aprofundado dessas questões, será possível reorganizar e impulsionar essas ações para que sejam eficazes e contribuam para o aperfeiçoamento da prática docente e qualidade da educação no âmbito dos Institutos Federais.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais
– *Campus Rio Pomba*.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, M. N. **Formação docente**: um estudo sobre a percepção dos docentes da área técnica no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Amapá- *Campus Santana* sobre a formação pedagógica. 2016. [59 f.]. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, [Seropédica-RJ]. Disponível em: <http://cursos.ufrrj.br/posgraduacao/ppgea/files/2017/09/Mariana-de-Moura.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2020.

ALVARADO-PRADA, L. E.; FREITAS, T. C.; FREITAS, C. A. Formação continuada de professores: alguns conceitos, interesses, necessidades e propostas. **Revista**



Diálogo Educacional, Curitiba, v. 10, n. 30, p. 367-387, maio/ago. 2010. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/File/2464/2368>. Acesso em: 04. fev. 2019.

AMORIM JUNIOR, J. W.; SCHLINDWEIN, V. L. D. C.; MATOS, L. A. L. **RPGE– Revista online de Política e Gestão Educacional**, Araraquara, v. 22, n. 3, p. 12171232, set./dez., 2018. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/rpge/article/view/11894>. Acesso em: 15 abr. 2020.

BOTTON, E. A.; STÜRMER, A. B. Formação continuada de professores no Instituto Federal Farroupilha - *campus* Frederico Westphalen-RS. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, [S.l.], v. 1, n. 18, p. e8981, mar. 2020. ISSN 2447-1801. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/8981>. Acesso em: 20 abr. 2020.

BRANDT, A. G. Formação continuada dos professores (de ensino básico, técnico e tecnológico) do IF Catarinense *campus* Rio do Sul um estudo a partir das vozes dos educadores. **X ANPED SUL**, Florianópolis, outubro de 2014. Disponível em: http://xanpedsul.faed.udesc.br/arq_pdf/59-0.pdf. Acesso em: 20 abr. 2020.

BRANDT, A. G. **Formação continuada e a (re) configuração dos saberes docentes dos professores nos institutos federais (de educação, ciência e tecnologia) – IFS**, Santa Catarina, 2014. Disponível em: [http://www.uece.br/endipe2014/ebooks/livro1/273-%20forma%C3%A7%C3%A3o%20CONTINUADA%20E%20a%20\(RE\)%20CONFIGURA%C3%87%C3%83O%20dos%20%20SABERES%20docentes%20dos%20professores%20NOS%20INSTITUTOS%20FEDERAIS%20\(%20DE%20%20EDUCA%C3%87%C3%83O,%20%20CI%C3%84NCIA%20%20E%20TECNOLOGIA\)%20%20E2%80%93%20IFS.pdf](http://www.uece.br/endipe2014/ebooks/livro1/273-%20forma%C3%A7%C3%A3o%20CONTINUADA%20E%20a%20(RE)%20CONFIGURA%C3%87%C3%83O%20dos%20%20SABERES%20docentes%20dos%20professores%20NOS%20INSTITUTOS%20FEDERAIS%20(%20DE%20%20EDUCA%C3%87%C3%83O,%20%20CI%C3%84NCIA%20%20E%20TECNOLOGIA)%20%20E2%80%93%20IFS.pdf). Acesso em: 04 mai. 2020.

BRANDT, A. G. **Política de formação de professores dos institutos federais: um caminho a ser consolidado**, Natal, Jul. 2017. Disponível em: <https://ead.ifrn.edu.br/coloquio/anais/2017/trabalhos/eixo3/E3A2.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

BRASIL. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. **Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, Cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia e dá Outras Providências**. Diário Oficial da União, Edição de 30/12/2008. Brasília, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **SETEC. Arquivos históricos centenários**. 2012. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/centenario/historicoeduca%C3%A7%C3%A3o%20profissional>. Acesso em: 15 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução nº 6 de 20 de setembro de 2012. **Define diretrizes**



curriculares nacionais para a educação profissional técnica de nível médio. [Diário Oficial da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 21 set. 2012c. Seção 1, p. 22.

BRASIL, Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018. **Atualiza as diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio.** Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51281622. Acesso em: 13 abr. 2020.

BRITO, Deusdete de Sousa; CALDAS, Fabrício Soares. A Evolução da Carreira de Magistério de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT) nos Institutos Federais. *Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica*, [S.l.], v. 1, n. 10, p. 85-96, jun. 2016. ISSN 2447-1801. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/4024>. Acesso em: 07 jun. 2021.

CAMPOS, C. J. G. Método de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. *Rev. bras. enferm.*, Brasília, v. 57, n. 5, p. 611-614, Oct. 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672004000500019&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 09 abr. 2020.

CARVALHO, O. F.; SOUZA, F. H. M. Formação do docente da educação profissional e tecnológica no Brasil: um diálogo com as faculdades de educação e o curso de Pedagogia. *Educ. Soc.*, Campinas, v. 35, n. 128, p. 883-908, Sept. 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010173302014000300883&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 10 mai. 2020.

CASARIN, S. T.; PORTO A. R.; GABATZ, R. I.B.; BONOW, C. A.; RIBEIRO, J. P.; MOTA, M. S. Tipos de revisão de literatura: considerações das editoras do *Journal of Nursing and Health*. *J. nurs. health*. 2020;10(n.esp.):e20104031. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/enfermagem/article/view/19924>. Acesso em: 06 jun. 2021.

CASTAMAN, A. S.; VIEIRA, A. M. D. P.; OLIVEIRA, D. A constituição da profissão docente: um estudo com professores da educação profissional. *Rev. Diálogo Educ.*, Curitiba, v. 16, n. 50, p. 1009-1028, out./dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/2911/2833>. Acesso em: 15 abr. 2020.

CÓRDOVA, D. T. S.F. P. **A pesquisa científica.** Métodos de pesquisa / [organizado por] Tatiana EngelGerhardt e Denise Tolfo Silveira; coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar//www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2020.



COSTA, E. F. L. B. **Trabalho e carreira docente nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia**. São Carlos: UFSCar, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/8847/TeseEFLBC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 06. fev. 2019.

DIAS, M. J. S.; GASPAR, M. L. R.; RIBEIRO, E. A.; BUENO, E. S. As tensões e desafios na profissionalização docente: uma proposta de formação continuada no âmbito do espaço escolar do Instituto Federal do Triângulo Mineiro. **Anais do II Colóquio Nacional - A Produção do Conhecimento em Educação Profissional**. Natal: IFRN, 2013. Disponível em: <https://ead.ifrn.edu.br/portacontent/uploads/2012/coloquio/anais/eixo3/Marlei%20Jos%C3%87%20de%20Souza%20Dias.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

FRANÇA, Luisa. **Formação continuada**. Plataforma educacional, 23 de abr. de 2018. Disponível em: <https://www.somospar.com.br/a-formacao-continuada-e-a-sua-importancia-para-manter-o-corpo-docente-atualizado/importancia-para-manter-o-corpo-docente-atualizado/>. Acesso em: 08 abr. 2020

GARCIA, A. C.; DORSA, A. C.; OLIVEIRA, E. M.; CASTILHO, M. A. Educação Profissional no Brasil: origem e trajetória. **Revista Vozes dos Vales – UFVJM – MG – Brasil – Nº 13 – Ano VII – 05/2018**. Disponível em: <http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/files/2018/05/Edilene1502.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.

GUEDES, I. A. C; SANCHES, L. B. A formação docente para a educação profissional técnica e sua influência na atuação dos professores do instituto federal do Amapá- *Campus Macapá*: um estudo de caso. **Holos** [s.l.], v. 7 p. 238-252, dez. 2017. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/holos/article/view/6093>. Acesso em: 15 abr. 2020.

HEEREN, M. V. **A formação docente continuada no Instituto Federal de São Paulo**: especificidades do ensino médio integrado. São Paulo, Dez. 2017. Disponível em: <https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/sinergia/article/view/897>. Acesso em: 20 abr. 2020.

HIRT, Leila Maria. **O cuidado pré natal à luz da literatura: uma revisão narrativa**. 05 ago. 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/11325>. Acesso em: 09 abr. 2020.

LIMA, F. B. G. Formação de professores nos Institutos Federais: perfil de oferta. **Revista EIXO**, Brasília, DF, v. 2, n. 1, p. 83-105, jan./jun (2013). Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:BGMVMZJhoxsJ:revistaeixo.ifb.edu.br/index.php/RevistaEixo/article/view/104/52+&cd=2&hl=ptPT&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 06 fev. 2019.



LOURENÇO, F. C.; VAGULA, E. **Docência no ensino superior: Formação continuada e a prática pedagógica dos docentes**. Londrina, 2017. Disponível em: <http://www.uel.br/eventos/jornadadidatica/pages/arquivos/IV%20Jornada%20de%20Didatica%20Docencia%20na%20Contemporaneidade%20e%20III%20Seminar%20de%20Pesquisa%20do%20CEMAD/DOCENCIA%20NO%20ENSINO%20SUPERIOR%20FORMACAO%20CONTINUADA%20E%20A%20PRATICA%20PEDAGOGICA%20DOS%20DOCENTES.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2020.

MACHADO, L. R. de S. Diferenciais inovadores na formação de professores para a educação profissional. In: **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, n. 1, p. 08-22, jun. 2008. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/2862/1003>. Acesso em: 29 abr. 2020.

MACIEL, L. C. J.; SOUZA, K. L. A.; PENA, G. A. C. **Caracterização dos Institutos Federais da região Sudeste e o desenvolvimento profissional docente**, Olinda, 18 Out. 2018. Disponível em: http://editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV117_MD4_SA_1_ID4510_08082018145932.pdf. Acesso em: 04 abr. 2020.

MIZUKAMI, M. G. N. Aprendizagem da docência: professores formadores. **Revista ECurriculum**, São Paulo: V.1, N.1, dez/jul, 2005-2006. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/viewFile/3106/2046>. Acesso em: 30 abr. 2020.

OLIVEIRA, R. S. O.; SALES, M. A.; SILVA, A. L. G. Professor por acaso? a docência nos institutos federais. **Revista Profissão Docente Uberaba**, v. 17, n. 37, p. 5-16, ago.- dez., 2017. Disponível em: <http://www.revistas.uniube.br/index.php/rpd/article/view/1115>. Acesso em: 29 abr. 2020.

OTRANTO, Célia Regina. Criação e implantação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia – IFETs. **RETTA- Revista de Educação Técnica e Tecnológica em Ciências Agrícolas**, Vol. I, nº 01, p. 89-108, jan./jun. – 2010–. Disponível em: <https://mapadatese.files.wordpress.com/2013/02/criac3a7c3a30-eimplantac3a7c3a30-dos-institutos-federais-cc3a9lia-tranto.pdf>
[eimplantac3a7c3a30-dos-institutos-federais-cc3a9lia-otrant.pdf](https://mapadatese.files.wordpress.com/2013/02/criac3a7c3a30-eimplantac3a7c3a30-dos-institutos-federais-cc3a9lia-otrant.pdf). Acesso em: 15 abr. 2020.

PAIVA, U.B. **Uso de tecnologias digitais de informação e comunicação na docência: a formação continuada no Instituto Federal do Acre- IFAC Campus Rio Branco**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico) – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campos Manaus Centro, 2018). Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/361>. Acesso em: 28 abr. 2020.

PASQUALLI, R.; VIEIRA, J. A.; VIELLA, M. A. L.; CASTAMAN, A. S. Os desafios da docência no ProfEPT. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 14, n. 30,



maio/ago. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20500/rce.v14i30.24291>. Acesso em: 29 jun. 2020.

PENA, G. A. C.; NUNES, C. M. F.; SOUZA, K. L. A.; PERUCCI, L. C. Formação de professores: investigando programas de desenvolvimento profissional docente nos institutos federais. **Crítica Educativa (Sorocaba/SP)**, v. 5, n. 1, p. 224-235, jan./jun.2019. Disponível em: <http://www.criticaeducativa.ufscar.br/index.php/criticaeducativa/article/view/386>. Acesso em 10 mai. 2020.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. **Docência no ensino superior**. Coleção docência em formação vol.I. São Paulo: Cortez, 2002.

ROTHER, Edna Terezinha. Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta paul. enferm.**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. v-vi, June 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-21002007000200001&lng=en&nrm=isso. Acesso em: 08 abr. 2020.

SALLUM, A. M. C.; GARCIA, D. M.; SANCHES, M. Dor aguda e crônica: revisão narrativa da literatura. **Acta paul. enferm.**, São Paulo, v. 25, n. spe1, p. 150154, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-21002012000800023&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 08 abr. 2020.

SANTIAGO, Raquel Vidigal. **O trabalho docente no ensino básico, técnico e tecnológico**: o caso do IF Sudeste MG - *Campus Rio Pomba*. 2015. 163 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2015. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/20172>. Acesso em: 08 abr. 2020.

SANTOS, Jennifer Susan Webb. **Carreira do ensino básico, técnico e tecnológico – EBTT**: impactos do reconhecimento de saberes e competências na formação e no trabalho docente da UFPA. 2019. 279f. Tese (Doutorado em Educação) Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências da Educação. Belém (PA), 2019. Disponível em: <http://ppgedufpa.com.br/arquivos/File/jennifer.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

SAVIANI, Dermeval. **Os saberes implicados na formação do educador**. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; SILVA JUNIOR, Celestino Alves da (org.). *Formação do educador: dever do estado, tarefa da universidade*. São Paulo: Unesp, 1996, p. 145-155. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4442134/mod_resource/content/2/3.%20SAVIANI%2C%20Demerval.%20Os%20saberes%20implicados%20na%20forma%C3%A7%C3%A3o%20do%20educador.pdf. Acesso em: 16 mai. 2020.

SILVA, V. G.; ALMEIDA, P. C. A.; GATTI, B. A. Referentes e critérios para a ação docente. **Cad. Pesqui.**, São Paulo, v. 46, n. 160, p. 286-311, June 2016.



Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010015742016000200286&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 04. fev. 2019.

SILVA, R. M. **A Reunião Pedagógica como Espaço-Tempo de Formação Continuada de Professores do IFRN – Campus Nova Cruz**. 2018. 217F. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação Profissional) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2018. Disponível em: <https://memoria.ifrn.edu.br/handle/1044/1604?show=full>. Acesso em: 20 abr. 2020.

VIEIRA, M. M. M.; CASTAMAN, A. S. **Reflexões acerca da formação continuada de professores de cursos técnicos profissionalizantes**, Rio Grande do Sul, 12 ago. 2013. Disponível em: <https://www.ufsm.br/unidades-universitarias/ce/wp-content/uploads/sites/373/2019/06/Marilandi-Maria-Mascarello-Vieira.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2020.

WENGZYNSKI, D. C.; TOZETTO, S. S. **A formação continuada de professores e as suas contribuições para aprendizagem da docência**, Maringá, 07 a 09 mai. 2012. Disponível em: http://www.ppe.uem.br/publicacoes/seminario_ppe_2012/trabalhos/po/po_008.pdf. Acesso em: 09 mai. 2020.



INTEGRAÇÃO NA REDE FEDERAL: UM ESTUDO SOBRE AS PERCEPÇÕES DOS TAES DO IF SUDESTE MG - CAMPUS RIO POMBA

Eniete de Oliveira Campos Furtado
Mariana Soares Castro
Nara Soares Costa
Paula Reis de Miranda

1 Introdução

A partir da criação dos Institutos Federais de Educação Profissional e Tecnológica (Institutos Federais), muitas mudanças sociais, institucionais e laborais foram surgindo dentro e fora dessas instituições, inclusive a criação de um grande número de cargos de servidores técnico-administrativos da educação (TAEs) para atender à demanda de ampliação dos quadros de pessoal das unidades já existentes e dos novos *campi*.

Diante desse cenário, este capítulo reúne dois relatos de experiências realizadas no Instituto Federal de Educação do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG) – *Campus* Rio Pomba. Ambos com objetivo de analisar a compreensão dos TAEs sobre os objetivos da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (Rede Federal) e a formação *omnilateral* dos sujeitos, um dos princípios da Educação Profissional, Científica e Tecnológica (EPCT), e assim, promover, de forma indireta, uma possibilidade de formação aos sujeitos envolvidos. O primeiro relato teve como sujeito da investigação os TAEs que atuam na área administrativa e o segundo os TAEs da área de ensino dessa instituição.

A união dos dois relatos, com abordagens similares sobre o assunto, torna-se pertinente, pois retrata uma visão mais ampla e realista da compreensão dos TAEs do *campus* Rio Pomba a respeito da Rede Federal e da EPCT, possibilitando uma análise mais completa da compreensão desses servidores que atuam em diferentes áreas dentro da mesma instituição sobre a temática proposta.

O artigo 7º da Lei nº 11.892/2008 (BRASIL, 2008), que estabelece sobre a criação dos Institutos Federais, elenca objetivos importantes para a atuação dos Institutos Federais como Instituição de Educação profissional e Tecnológica (EPT), destaca a importância da pesquisa aplicada, da extensão, da atuação da educação profissional e tecnológica em todos os níveis, da oferta de cursos de licenciaturas com vistas à formação de professores para a educação básica e cursos para a formação



de trabalhadores, todos em articulação com o mundo do trabalho e, visa à formação de cidadãos autônomos, conscientes e atuantes na sociedade em que vivem.

No entanto,

a ausência de um diálogo mais reflexivo sobre a nova concepção, as diretrizes e os objetivos dos Institutos Federais junto aos servidores das antigas Escolas Técnicas Federais e às unidades dos CEFETs, os quais vieram a constituir-se em IFETs, e também nas recentes unidades implantadas, o que na prática configurou apenas uma assimilação de alguns procedimentos formais; sem, contudo, alterar o *modus operandi* em relação à pesquisa e à extensão, muitas vezes, desassociadas e, muitas vezes, direcionadas, preferencialmente, ao setor produtivo, com pouco direcionamento para outros segmentos sociais (BEZERRA, 2017, p. 370).

Nessa perspectiva, torna-se importante destacar que os TAEs, conforme o próprio nome indica, exercem vários cargos na instituição e atuam, ainda, em diversas áreas, como gestão, ensino, pesquisa e extensão, conforme indica a Lei ° 11.091/2005 (BRASIL, 2005), que trata do Plano de Carreira dos TAEs (PCCTAE) e traz no seu art. 8º:

I - planejar, organizar, executar ou avaliar as atividades inerentes ao apoio técnico-administrativo ao ensino;

II - planejar, organizar, executar ou avaliar as atividades técnico-administrativas inerentes à pesquisa e à extensão nas Instituições Federais de Ensino;

III - executar tarefas específicas, utilizando-se de recursos materiais, financeiros e outros de que a Instituição Federal de Ensino disponha, a fim de assegurar a eficiência, a eficácia e a efetividade das atividades de ensino, pesquisa e extensão das Instituições Federais de Ensino (BRASIL, 2005, s/p).

Desse modo, observa-se que os Institutos Federais, como instituições educacionais que ofertam EPCT, têm um obstáculo a enfrentar: a carência de “formação inicial e continuada dos servidores TAEs e docentes para a prática do integrado”, conforme nos orienta Marçal e Ribeiro (2017, p. 247).

É interessante destacar que a capacitação dos servidores dos Institutos Federais faz-se necessária, pois os TAEs que atuam diretamente na área de ensino, necessitam de capacitação por justamente estarem próximos das questões relativas à EPCT e assim podem colaborar para as transformações das práticas educativas em realidade objetiva.



Já os TAEs, da área administrativa, necessitam da capacitação, pois cuidam da gestão material da educação e, segundo Monlevade (2012), é por esse meio que fluem os processos de ensino-aprendizagem da instituição escolar. Assim como os TAEs de outras áreas da instituição, esses também participam da gestão, do ensino, da pesquisa, da extensão, dos conselhos consultivos e deliberativos e supervisionam estagiários.

Dessa forma, entende-se que os TAEs, mesmo em diferentes áreas de atuação nos Institutos Federais, precisam estar alinhados com os princípios e concepções do projeto educacional dessas instituições, para então, poderem colaborar com o desenvolvimento da organização.

2 A Educação Profissional, Científica e Tecnológica e Os Institutos Federais

Ao longo da história, pode-se perceber que as políticas educacionais brasileiras foram construídas em consonância com o modelo socioeconômico vigente, objetivando atingir o equilíbrio do sistema de produção capitalista, que reforça o conflito de classes, privilegiando os detentores dos meios de produção. Tais políticas educacionais visam a atender aos interesses do mercado em detrimento da classe trabalhadora, à qual é reservada a educação profissional e técnica, enquanto a elite é favorecida com a educação intelectual e propedêutica. Segundo Moura (2007), no resgate histórico, fica evidente a dualidade que sempre esteve presente na educação básica nacional, em sua última etapa, principalmente, entre cultura geral e cultura técnica, e formação acadêmica/ academicista e formação profissional/formação para o mercado.

Nesse contexto, surgiu o Decreto nº 2.208/97 (BRASIL, 1997a) que separou o ensino médio da educação profissional e a Portaria nº 646/97 (BRASIL, 1997b), que limitou a oferta de vagas de cursos de formação profissional conjugados ao ensino. Entretanto, em 2004, a esperança dos que lutavam por uma educação de qualidade para todos, independentemente da origem socioeconômica, renovou-se com a aprovação do Decreto nº 5.154/2004 (BRASIL, 2004), que revogou o Decreto nº 2.208/97. Nesse momento, abriu-se como uma nova chance para a integração entre



o ensino médio e a educação profissional, em um momento de profunda crise do ensino médio.

Começa-se, então, a vislumbrar uma nova oportunidade para uma educação pública de qualidade no Brasil. Para Ramos (2008), essa oportunidade daria uma educação que possibilitaria a apropriação dos conhecimentos construídos até então pela humanidade, que permitiria o acesso à cultura, à ciência, ao trabalho e à tecnologia no seu sentido mais amplo, como produção humana. Portanto, uma educação com características contra-hegemônicas, que proporcionasse uma formação *onmilateral* e politécnica. Uma educação formadora de cidadãos críticos, atuantes e modificadores de sua história, com acesso à cultura, ciência e tecnologia, e que compreenda o trabalho como princípio educativo (RAMOS,2008).

Tendo o desafio de promover essa formação como uma de suas atribuições, em 2008, a Rede Federal foi reestruturada a partir da criação dos Institutos Federais, por meio da Lei 11.892/08, que estabelece como um de seus objetivos:

Art. 7º - I - Ministrará educação profissional técnica de nível médio, prioritariamente na forma de cursos integrados, para os concluintes do ensino fundamental e para o público da educação de jovens e adultos (BRASIL, 2008, s/p).

A partir de sua criação, os Institutos Federais destacam-se como instituições capazes de viabilizar uma educação que colabore para diminuir as diferenças sociais (FRIGOTTO, 2018), especialmente pela oferta de educação profissional técnica de nível médio de forma integrada (EPTNM), ou seja: o ensino médio integrado (EMI) (GONÇALVES, 2019) e o PROEJA (COSTA, BRASILEIRO, MIRANDA, 2020).

De acordo com Moura (2007), no Brasil, grande parte dos jovens, filhos da classe trabalhadora, precisam ingressar no mercado de trabalho, antes dos 18 anos e, na maioria das vezes, com baixíssima escolaridade e sem nenhuma qualificação profissional. Nesse sentido, os Institutos Federais trazem a esse grupo a oportunidade, por meio da educação profissional técnica de nível médio, de diminuir as desigualdades sociais, propiciando uma formação integral, politécnica, *onmilateral*, de forma gratuita.

Para Ciavatta (2005),



a formação integrada sugere tornar íntegro, inteiro, o ser humano dividido pela divisão social do trabalho entre a ação de executar e a ação de pensar, dirigir ou planejar. Trata-se de superar a redução da preparação para o trabalho ao seu aspecto operacional, simplificado, escoimado dos conhecimentos que estão na sua gênese científico-tecnológica e na sua apropriação histórico-social. Como formação humana, o que se quer é garantir ao adolescente, ao jovem e ao adulto trabalhador o direito a uma formação completa para a leitura do mundo e para atuação como cidadão pertencente a um país, integrado dignamente à sua sociedade política. Formação que, neste sentido, supõe a compreensão das relações sociais subjacentes a todos os fenômenos (CIAVATTA, 2005, p. 2).

Para a autora, o primeiro pressuposto da formação integrada é um projeto social de ruptura do reducionismo à simples formação para o mercado, onde as diversas instâncias responsáveis pela educação (governo federal, secretarias de educação, direção das escolas e professores) manifestem essa vontade política (CIAVATTA, 2005).

A EPTNM, apoiada no currículo integrado, tem como fundamento o trabalho como princípio educativo e a tarefa de formar cidadãos críticos e pensantes. Sujeitos, não apenas meros repetidores de tarefas sem sentido, mas sim, capazes de se inserirem na sociedade, conhecê-la e modificá-la. Nessa perspectiva, essa formação também está apoiada a uma proposta de educação politécnica:

[...] que possibilita o acesso à cultura, à ciência, ao trabalho, por meio de uma educação básica e profissional. É importante destacar que politecnia não significa o que se poderia sugerir a sua etimologia, a saber, o ensino de muitas técnicas. Politecnia significa uma educação que possibilita a compreensão dos princípios científico-tecnológicos e históricos da produção moderna, de modo a orientar os estudantes à realização de múltiplas escolhas (RAMOS, 2008, p. 2-3).

E a formação *omnilateral* expressa:

uma concepção de formação humana, com base na integração de todas as dimensões da vida no processo formativo. [...]. Essas dimensões são o trabalho, a ciência e a cultura. O trabalho compreendido como realização humana inerente ao ser (sentido ontológico) e como prática econômica (sentido histórico associado ao respectivo modo de produção); a ciência compreendida como os conhecimentos produzidos pela humanidade que possibilita o contraditório avanço produtivo; e a cultura, que corresponde aos valores éticos e estéticos que orientam as normas de conduta de uma sociedade (RAMOS, 2008, p. 3).

Esse sentido dado à EPTNM, de forma integrada, muitas vezes, não é conhecido pelos próprios sujeitos envolvidos em seu planejamento e execução.



Todavia, torna-se necessário que toda a comunidade acadêmica compreenda a missão e os objetivos da Rede Federal a fim de não se tornarem alienados do processo formativo e sim, se tornarem partícipes e promotores de empoderamento, emancipação e mudança social.

A partir da compreensão da EPTNM de forma integrada e do papel dos Institutos Federais, ressaltamos que este capítulo apresenta duas experiências de formação dos profissionais que auxiliam na organização, gestão e planejamento dessas instituições: os técnico-administrativos em educação atuantes na área administrativa (CASTRO, FURTADO, MIRANDA, 2019) e na área do ensino (COSTA, SOARES, MIRANDA, 2020).

3 A visão dos TAEs da área administrativa do *Campus Rio Pomba*

Iniciou-se o projeto com uma pesquisa bibliográfica em sítios da internet, artigos, vídeos, livros e legislação, que fundamentaram a elaboração do material trabalhado neste projeto. A partir da seleção de materiais, seguiu-se para a organização da etapa de ação.

Neste trabalho foram realizadas duas etapas: na primeira etapa (Fase 1) realizou-se uma abordagem quantitativa e na segunda etapa (Fase 2) uma abordagem qualitativa.

Na Fase 1, para obtenção de um diagnóstico inicial, realizou-se uma coleta de dados por meio da aplicação de questionário semiestruturado, produzido no Google Docs.

O questionário foi estruturado em três seções: sendo que na Seção 1, constava o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); na Seção 2, com o objetivo de conhecer o público da pesquisa, foram elaboradas cinco perguntas a respeito da caracterização dos participantes, (setor de lotação, faixa etária, estado civil, gênero e escolaridade); já na Seção 3, foram produzidas dez questões objetivas e uma discursiva abordando os temas relacionados à Rede Federal. O questionário foi disponibilizado por E-mail aos 33 servidores da área administrativa do *campus* Rio Pomba, no dia 04 de outubro de 2018. Posteriormente, o questionário foi enviado novamente em 13 de outubro de 2018, a fim de garantir o recebimento pelos respondentes e melhorar o índice de retorno da pesquisa.



Após o resultado do diagnóstico para a realização da intervenção formativa, produziu-se na plataforma de design on-line, um material contendo três imagens infográficas. Segundo Cirne (2010), as imagens infográficas promovem um entendimento mais claro do conteúdo e possibilitam que o esboçado se fixe na memória do leitor.

A infografia propõe um novo modelo de formatação de discurso, com elementos próprios e uma linguagem que provoca efeitos de sentido. É dotada de uma estrutura multilinear capaz de integrar diferentes formatos. A comunicação instantânea e eficiente amplia a compreensão dos espectadores e proporciona um “aprendizado democrático”, visto que o entendimento é acessível a todos de igual maneira (CIRNE, 2010, s/p, “grifo do autor”).

Juntamente com os infográficos, foi selecionado o vídeo da entrevista com Gaudêncio Frigotto, no programa “Educação em Pauta” do IFRN em 30 de novembro de 2013, que abordava a EPTNM. Esse material foi transmitido aos participantes da pesquisa por meio do E-mail institucional, nas datas de 29 de outubro e 06 de novembro de 2018, a fim de despertar nos mesmos o interesse pelo tema, fortalecer os conceitos da EPCT e promover a conscientização da importância da Rede Federal e da EPTNM.

Após o envio por E-mail, iniciou-se a Fase 2 da experiência. Nessa fase, os participantes foram motivados a realizar a avaliação dos materiais disponibilizados, encaminhando suas dúvidas e suas percepções sobre o assunto. Esperava-se, com essa proposta, compreender as dúvidas trazidas pelos servidores e promover uma nova mobilização de conhecimentos sobre a Rede Federal e suas categorias fundantes.

4 A visão dos TAEs da área de ensino do *Campus Rio Pomba*

Nessa segunda experiência, o público-alvo foi composto por dezesseis técnico-administrativos em educação que trabalham na área de ensino do *campus* Rio Pomba.

A ação foi organizada em duas etapas: a primeira, abordagem quantitativa, e a segunda, abordagem qualitativa. Na Etapa 1, para obter um diagnóstico inicial, foi feita a aplicação de um questionário semiestruturado produzido no Google Forms e enviado, por E-mail, para os dezesseis TAEs, no dia 09 de outubro de 2019. O

questionário conteve o TCLE, quatro questões que buscaram traçar o perfil dos TAEs (faixa etária, estado civil, gênero, escolaridade e setor de lotação) e nove questões que abordaram os temas relacionados a Rede Federal, EPTNM, a Resolução CNE/CEB nº 06/2012 (BRASIL, 2012)¹ as Diretrizes Indutoras para a Oferta de Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio (CONIF, 2018) como política prioritária na Rede Federal.

Na Etapa 2, realizou-se uma roda de conversa com o objetivo de discutir as legislações e temas em questão e assim contribuir para a formação dos TAEs. A roda de conversa ocorreu no dia 06 de novembro de 2016, no Anfiteatro do Prédio Central do *campus*, com a participação de três convidados que compartilharam suas experiências sobre o assunto. Ao final, foram analisadas, a partir da metodologia de análise de conteúdo, as percepções dos TAEs sobre a Rede Federal e o EMI, atentando para a compreensão e importância de se conhecer os princípios da EPTNM.

5 Resultados e discussões

Ao analisar os resultados obtidos no questionário aplicado aos TAEs da área administrativa, verificou-se que 23 servidores (59,7%) da área administrativa do *campus* Rio Pomba, responderam ao questionário inicial, que tinha como objetivo realizar um diagnóstico sobre o conhecimento dos mesmos a respeito da Rede Federal. A caracterização do público-alvo, deste trabalho, foi predominante do sexo masculino (65,2%). Pode-se verificar que a faixa etária predominante entre os servidores concentrou-se entre 31 a 40 anos (56,5%). A maior parte declarou-se casada (65,2%) e a escolaridade principal dos participantes foi de pós-graduação a nível de especialização *lato sensu* (78,3%).

Ao analisar os resultados obtidos na aplicação dos questionários na área de ensino, constatou-se que dos dezesseis servidores, público-alvo deste projeto, quinze responderam (93,75%). A maioria dos entrevistados, caracterizou-se pela predominância do sexo feminino 60%. A idade dos servidores prevaleceu, em sua maioria, entre 31 a 40 anos (40%). Quanto ao estado civil, verificamos que a maior

¹Essa resolução foi revogada em 05 de janeiro de 2021 pela Resolução CNE/CP 01/2021: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-cne/cp-n-1-de-5-de-janeiro-de-2021-297767578>



parte dos servidores declarou-se casada 80% e que os participantes possuíam, como escolaridade principal, a especialização *lato sensu* (80%).

É interessante destacar que a formação de especialização *lato sensu* é predominante entre os servidores entrevistados, mesmo entre aqueles que exercem cargos com exigência de nível médio. Tal formação demonstra que os TAEs do *campus* Rio Pomba são altamente qualificados, como evidenciado nos estudos de Furtado e Machado (2020). Os autores constataram, em agosto de 2019, que 70% dos TAEs já possuíam curso de especialização *lato sensu*. Aprofundando os estudos, os autores encontraram que, dentre os TAEs de nível D, cuja escolaridade exigida para ingresso no cargo é de nível médio, 20,7% tinham mestrado, e entre os TAEs de nível E, cuja escolaridade exigida para ingresso no cargo é de nível superior, 32,5% tinham mestrado e 5% doutorado.

Apesar dessa convergência, ao analisar o gênero dos TAEs foram encontradas singularidades. É predominante a atuação do sexo masculino na área administrativa da instituição e, situação contrária, foi identificada na área de ensino, em que a atuação do sexo feminino é majoritária. Tal fato reflete a cultura de segregação ocupacional existente no mercado de trabalho, que separa o trabalho masculino e feminino em diferentes segmentos. As mulheres, muitas vezes, são associadas à área de saúde e de educação, devido às suas atribuições na família e na sociedade.

Conforme relata Abromavay:

as atividades produtivas relacionadas com serviços e com assistência médica e educacional são redutos femininos e estão associados ao papel reprodutivo que a mulher desempenha na família e na sociedade. Ser professora ou enfermeira é uma forma de praticar tudo o que foi ensinado às mulheres: cuidar, dar amor, ter paciência e carinho (ABRAMOVAY, 1989, p. 63).

Além das relações de formação e de gênero, os estudos permitiram também a compreensão das percepções dos TAEs a respeito da instituição, das bases conceituais da EPT e de seu papel na efetivação da missão dos IFs.

6 As percepções dos TAEs atuantes na área administrativa

Ao serem questionados sobre a oferta do ensino médio no Brasil ao longo dos anos, observou-se que 47,8% responderam que é oferecido para a classe trabalhadora, com o objetivo de qualificação ao mercado de trabalho. Desses, 34,8%



afirmaram que é oferecido igualmente para a elite e a classe trabalhadora, enquanto 13% acreditam que é oferecido apenas para a elite, com o objetivo de qualificação ao mercado de trabalho e 4,3% consideram que é oferecido com o objetivo de emancipação do sujeito.

Ao mesmo tempo, esses servidores mostram desconhecimento sobre as instituições que compõem a Rede Federal, sua história e sua expansão, sendo que 43,5% apontam que as universidades federais fazem parte dessa rede e contribuem para as suas ações.

No momento, em que foram perguntados sobre os objetivos do Instituto Federal, 60,9% dos entrevistados acreditam que é o de ministrar educação profissional técnica de nível médio, prioritariamente na forma de curso integrado, 17,4% o de valorizar/ampliar a educação superior no país, 13% de realizar pesquisas científicas, estimulando o desenvolvimento de trabalhos de conclusão de inovação e 8,7% o de desenvolver ações de extensão, com foco no ambiente acadêmico.

Quando os participantes foram indagados sobre qual curso os Institutos Federais ofertam, 100% dos entrevistados responderam que os Institutos Federais ofertam formação básica, técnica, graduação e pós-graduação. Porém, quando indagados sobre quais cursos o *campus* Rio Pomba deveria ofertar, 43,5% dos participantes acreditam que mais cursos de Ensino Superior, 30,4% mais cursos de EMI, 21,7% mais os cursos técnicos e 4,3% mais os cursos de pós-graduação.

Esses resultados mostraram a importância de ampliar a formação dos servidores sobre a Lei de criação dos institutos. Apontam também, para o possível desconhecimento da história e do papel fundamental dessas instituições para mudança social de jovens pertencentes às camadas populares por meio do EMI.

Assim, apesar de a maioria ter respondido corretamente a primeira questão, os mesmos destacaram a oferta de cursos superiores em detrimento às demais ofertas dos IFs, demonstrando, assim, a não compreensão do objetivo maior dessas instituições. Essa compreensão equivocada reforça a importância de ampliar a formação dos servidores sobre a Lei 11.892/08, e, conseqüentemente, o papel institucional na formação para redução da dualidade educacional, atenuando a diferença de classes ao proporcionar à classe trabalhadora uma educação voltada para o mundo do trabalho, por meio, principalmente, do EMI (FRIGOTTO, CIAVATTA, RAMOS, 2005). Isso porque:



O EMI à educação profissional, é tanto possível quanto necessário em uma realidade conjunturalmente desfavorável – em que os filhos dos trabalhadores precisam obter uma profissão ainda no nível médio, não podendo adiar este projeto para o nível superior de ensino. Mas ele pode potencializar mudanças para, superando-se essa conjuntura, constituir-se em uma educação que contenha elementos de uma sociedade justa (RAMOS, 2008, p. 16).

Por meio dessa experiência fica evidenciado o desconhecimento da proposta do currículo integrado por parte dos servidores pois, ao serem questionados sobre a organização curricular do EMI, 52,2% acreditam que as disciplinas desenvolvem os alunos para atuação no mercado de trabalho, 21,7% que os fundamentos científicos das disciplinas são ministrados a partir do trabalho, 14,4% dos servidores acreditam que a carga horária do ensino médio regular deve ser superior ao do ensino técnico e 8,7% afirmam que o ensino técnico possui carga horária superior à do ensino médio regular.

Na questão sobre o que a Educação Profissional tem como premissa, 65,2% dos participantes apontaram que é a junção entre teoria e prática, 30,4% o trabalho como princípio educativo e 4,3% os itinerários informativos optativos. A partir desses dados, pode-se considerar que o conhecimento sobre a EPCT, ainda é insipiente para a maioria dos servidores participantes.

A pergunta a respeito de qual opção melhor descreve o EMI, obteve como resposta que 52,52% dos participantes acreditam que o curso técnico é oferecido ao mesmo tempo que o ensino médio, 43,5% acreditam que o curso técnico é articulado ao ensino médio e 4,3% responderam que no curso técnico são ministradas aulas práticas e no ensino médio disciplinas teóricas. Entretanto, para Araújo e Frigotto (2015), o ensino integrado se compromete com a utopia de uma formação inteira para todos e com acesso a um processo formativo que promova o desenvolvimento de habilidades físicas e intelectuais.

Notou-se, a partir desses dados, que o conceito de integração e a ideia de currículo integrado ainda são termos pouco compreendidos, por isso apostou-se nas imagens infográficas para esclarecer e fortalecer essas concepções. Após o contato com essas imagens e com o vídeo disponibilizado, durante a fase de avaliação e discussão da intervenção, os servidores foram convidados a redigir um comentário a respeito da Rede de Educação Federal, dos Institutos Federais e do EMI. Um deles



a definiu como uma “Excelente oportunidade para as pessoas melhorarem suas vidas. O IF deveria dedicar-se mais ao ensino de nível médio e técnico ao invés da dedicação à graduação” (TAE 1).

Após a divulgação do material orientativo, o TAE 2 ressaltou que:

A Rede Federal de educação é, sem dúvida, de enorme validade. Contudo, entendo que ainda existe a cultura de que os cursos técnicos integrados, por exemplo, possuem como público-alvo a população de baixa renda, a classe trabalhadora, no sentido de mão de obra mais barata. Todavia, percebo que, tanto os cursos técnicos, quanto os tecnológicos e de graduações ofertadas pelas redes federais são grandes incentivadores do espírito crítico dos alunos, além de instigadores de conhecimento e estimulantes da busca de melhor qualidade de vida (TAE 2).

É perceptível que esse comentário converge para o entendimento da importância, mesmo em diferentes níveis de ensino, de uma formação integral, que esteja apoiada na integração entre saberes específicos para a produção do conhecimento, na formação humana e na intervenção social (CONIF, 2018).

7 As percepções dos TAEs atuantes no ensino

Apesar da atuação em atividades do setor de ensino do *campus*, muitos servidores reproduzem um discurso de valorização do ensino superior em detrimento à formação integral e *omnilateral* (CONIF, 2018), uma vez que para eles “poderia melhorar mais o ensino médio, pois infelizmente, para prosseguir o estudo superior, é necessário mais foco no ens. médio do que a educação profissional” (TAE, 3).

É importante destacar que o TAE traz consigo experiências do cotidiano escolar, inclusive, muitos desses servidores vivenciaram essas experiências na comunidade onde a instituição de ensino está inserida. Assim, em seus pensamentos e discursos trazem as vozes da sociedade local que ecoam ser o IF uma oportunidade de ensino gratuito com qualidade, na perspectiva propedêutica e conteudista, que permitirá o alcance ao Ensino Superior, corroborando para a valorização do ensino médio, suas disciplinas e sua organização tradicional. O grande desafio apresentado a partir da identificação desses discursos e ecos está no esclarecimento e desenvolvimento de um ensino integrado, apoiado na formação integral e *omnilateral*, que não exclui o aprendizado propedêutico, mas que o integra à formação profissional, possibilitando uma formação plena para o estudante.



Isso pode estar fundamentado na ausência de formação sobre a rede, seus princípios, suas bases conceituais e a legislação vigente. Situação encontrada na fala:

Não possuo conhecimento acerca das Diretrizes Indutoras, mas penso ser a rede federal de ensino na sua total abrangência um benefício a toda a população brasileira, pois permite a formação de seres pensantes e capazes de realizações e feitos de um bem enorme à toda a sociedade (TAE 4).

Na Roda de Conversa, após as explanações dos palestrantes e os questionamentos dos TAEs presentes, constatou-se mais uma vez que a demanda dos servidores por formação e ampliação de seus conhecimentos sobre a formação integral e *omnilateral*, as Diretrizes Indutoras para a Oferta do Ensino Médio Integrado e a Resolução CNE/CEB nº 06/2012, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio é necessária. Essa demanda foi, inclusive, destacada na fala do participante TAE 5: “o EMI é o caminho para a manutenção da rede federal e, precisamos ter amplo conhecimento sobre as legislações educacionais para defendê-las e proporcionar aos nossos alunos uma educação com formação integral”.

Ao final da Roda de Conversa, solicitou-se aos TAEs que redigissem um breve comentário sobre a intervenção realizada. Entre as respostas, destacamos a do TAE 6:

Através das Diretrizes Indutoras verificamos que a prioridade da Rede Federal é o Ensino Técnico Integrado, que visa à formação humana integral e a possibilidade do aluno ser formado a partir da ciência, tecnologia, cultura e trabalho, desenvolvendo suas potencialidades. Percebemos que a forma como o Ensino Técnico Integrado funciona atualmente, necessita ser revista e ser um processo de reflexão constante para o planejamento e construção de práticas integradoras, que se configurem em possibilidades reais de efetivação da integração, o que exige da Rede Federal e seus servidores um olhar diferente e abertura à novas experiências e ações (TAE 6).

Mediante tal comentário, notou-se que a ação realizada foi de grande importância, pois, mudou a percepção dos participantes sobre o tema em questão. A partir dessa experiência e da análise qualitativa, chegou-se à conclusão de que houve um movimento positivo dos participantes em relação à temática desenvolvida nas ações. Esse movimento trouxe os documentos oficiais relacionados aos Institutos Federais para a vida profissional dos participantes.



8 Conclusões

Os estudos aqui trazidos mostram o alto grau de instrução dos TAEs do IF Sudeste MG - *campus* Rio Pomba, além de ressaltarem que há uma tendência no aumento de escolaridade entre esses servidores, a partir das oportunidades de formação e capacitação, como por exemplo a oferta do Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica - ProfEPT, que proporcionará um aumento potencial do número de servidores com formação *stricto sensu* nos próximos anos. Tais qualificações capacitam os TAEs para uma atuação mais eficiente junto à gestão e o planejamento das ações da instituição.

A partir das experiências relatadas, conclui-se que a maioria dos servidores TAEs da área administrativa e da área de ensino do *campus* Rio Pomba possuem um conhecimento ainda superficial a respeito da Rede Federal, da EPTN, da importância do Instituto Federal para o desenvolvimento social e econômico regional e da real dimensão e importância dos Institutos Federais na conjuntura atual e sua possibilidade de transformar a educação por meio de uma formação integral e emancipatória.

É interessante destacar que os TAEs da área de ensino possuem um conhecimento superficial a respeito da formação integral e *omnilateral*, das Diretrizes Indutoras para a Oferta do Ensino Médio Integrado e da Resolução CNE/CEB nº 06/2012.

O trabalho dos TAEs, da área administrativa e do ensino, vai além de tarefas burocráticas isoladas. Uma vez que eles desenvolvem atribuições ligadas ao planejamento e à administração do ensino, da pesquisa e da extensão. Com isso, contribuem para o alcance dos objetivos dos Institutos Federais e executam tarefas importantes para que o processo ensino-aprendizagem se desenvolva com todo suporte material necessário. Assim, defende-se que esses trabalhadores conheçam as bases conceituais que sustentam a EPCT, pois sua prática profissional precisa estar alinhada para que seu trabalho não fique alienado dos objetivos de uma formação *omnilateral* e cidadã que os Institutos Federais objetivam.

Ressalta-se que ações de formação e capacitação para servidores da Rede Federal são essenciais para que eles se mantenham informados para trabalharem, conhecendo e divulgando os objetivos dos Institutos Federais e, assim, contribuir para



seu fortalecimento. Isso porque, quando se conhece o ambiente em que se trabalha, as normas e legislações que o regem e o serviço que a instituição oferece, o trabalho passa a fazer mais sentido.

Por fim, é importante ressaltar que o caminho é longo, que essas experiências são ações iniciais e apontam para a necessidade de um plano de formação de servidores de forma contínua. Uma formação articulada à missão e às bases que fundamentam a educação profissional e tecnológica brasileira e toda a Rede Federal. Um caminho longo, mas que pode ser iniciado com pequenos passos e amplo horizonte.

Referências bibliográficas

ABRAMOVAY, M. **Por trás dos bastidores**: uma análise de mensagens produzidas por organizações governamentais e não-governamentais que trabalham com mulher. 1989. 180f. Dissertação (Mestrado em Educação). Pontifícia Universidade Católica. São Paulo, 1989.

ARAÚJO, M. L.; FRIGOTTO, G. Práticas pedagógicas e ensino integrado. **Revista Educação em Questão**, Natal, v.52, n.38, p.61-80, 15 ago. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/7956>. Acesso em: 10 jul.2019.

BEZERRA, F. A. M. Institutos Federais: inovação, contradições e ameaças em sua curta trajetória. IN: **Ensino médio integrado no Brasil: fundamentos, práticas e desafios**. Adilson César Araújo e Cláudio Nei Nascimento da Silva (orgs.) – Brasília: Ed. IFB, p. 358-376. 2017. Disponível em: http://www.anped.org.br/sites/default/files/images/livro_completo_ensino_medio_integrado_-_13_10_2017.pdf. Acesso em: 02 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Decreto nº 2.208**, de 17 de abril de 1997. Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 42 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1997a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2208.htm. Acesso em: 05 nov. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria nº 646/97**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 14 maio. 1997b. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/PMEC646_97.pdf. Acesso em: 05 nov. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Decreto Nº 5.154**, DE 25 DE JUNHO DE 2004. Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2001.



Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5154.htm>. Acesso em: 19 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei nº 11.091**, de 12 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a estruturação do Plano de Carreira dos Cargos Técnico-Administrativos em Educação, no âmbito das Instituições Federais de Ensino vinculadas ao Ministério da Educação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2005

Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11091.htm. Acesso em: 10 abr. 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.892**, de 29 de dezembro de 2008. Institui a rede federal de educação profissional, científica e tecnológica, cria os institutos federais de educação, ciência e tecnologia, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11892.htm. Acesso em: 08 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Resolução nº 06/ 2012**, de 20 de setembro de 2012. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio. Brasília. Ministério da Educação, 2012. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=11663-rceb006-12-pdf&category_slug=setembro-2012-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 12 nov.2019.

CONIF, Conselho Nacional das Instituições da Rede Federal de Educação, Profissional, Científica e Tecnológica. **Diretrizes Indutoras para a oferta de cursos técnicos integrados ao Ensino Médio na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica**. Brasília: CONIF, 2018. Disponível em: http://portal.conif.org.br/images/Diretrizes_EMI_-_Reditec2018.pdf. Acesso em: 07 out. 2019.

CIAVATTA, M. A formação integrada: a escola e o trabalho como lugares de memória e de identidade. **Trabalho Necessário**. ano 3, n. 3, 2005. Disponível em: <http://periodicos.uff.br/trabalhonecessario/article/viewFile/6122/5087>. Acesso em: 11 out. 2019.

CIRNE, L. Novas imagens tecnológicas: a infografia no jornalismo. **Culturas midiáticas**. João Pessoa, v. 3, n.2. 2010.

COSTA, N.S.; FURTADO, E.O.C.; MIRANDA, P. R. As percepções dos servidores do IF Sudeste MG - *Campus Rio Pomba* sobre a Rede Federal de Educação. [Anais... V Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão do IF Sudeste MG –Simepe]. 2019. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/151308.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2021.

COSTA, N., S.; BRASILEIRO, B. G.; MIRANDA, P. R. DE. Um resgate histórico do PROEJA do IF Sudeste MG. **Revista Labor**, v. 1, n. 24, p. 369-390, 19 out. 2020.



Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/labor/article/view/60212>. Acesso em: 12 abr. 2021.

COSTA, N. S.; SOARES, M.C.C.N.; MIRANDA, P. R. Integração na Rede Federal de Educação: um estudo sobre percepções dos TAES do IF Sudeste MG - *Campus Rio Pomba*. **Anais...** XII Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia do IF Sudeste MG-*Campus Rio Pomba*, 2020, Rio Pomba/MG. XII Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia do IF Sudeste MG - *Campus Rio Pomba*, 2020. v. 12. p. 1-2. Disponível em: <https://sistemas.riopomba.ifsudestemg.edu.br/dppg/anais-simpósio/index.php>. Acesso em: 09 abr. 2021.

FURTADO, E. O. C. **A educação profissional e tecnológica e os objetivos dos institutos federais**. Produto educacional de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - *Campus Rio Pomba*, 2020. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/572985> e [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/cartilhaisbn%20\(8\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/cartilhaisbn%20(8).pdf). Acesso em: 03 abr. 2021

FURTADO, E.O.C.; MACHADO, A.F. V. A participação do Técnico-administrativo em educação na formação integrada: um estudo de caso. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v.2, n.19, p.1-20. 2020. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/10531>. Acesso em: 02 abr. 2021*

FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, M (Org). A gênese do Decreto nº 5.154/2004: um debate no contexto controverso da democracia restrita. *In: Ensino médio integrado: concepção e contradições*. São Paulo: Cortez, 2005.

FRIGOTTO, G. (Org); **Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia: relação com o ensino médio integrado e o projeto societário de desenvolvimento**. Rio de Janeiro: UERJ, LPP, 2018. 320 p.

FRIGOTTO, G. Entrevista. Educação em Pauta 04 – IFRN. Natal, 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=65yRYQtuJlc>. Acesso em: 23 out. 2018.

GONÇALVES, J. **Caminho para integração curricular**: uma proposta para o Curso Técnico Integrado em Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – *campus Muriaé*. Dissertação (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - *Campus Rio Pomba*. Rio Pomba. 2019. p. 131 Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.xhtml?popup=true&id_trabalho=7730355. Acesso em: 17 abr. 2021

MARÇAL, F; RIBEIRO, J. A. R. O Ensino Integrado no IFRS e seus potenciais de enfrentamento a dualidade. *In: Ensino médio integrado no Brasil: fundamentos, práticas e desafios*. Adilson César Araújo e Cláudio Nei Nascimento da Silva (Org.) – Brasília: Ed. IFB, p. 242-256. 2017. Disponível em:



http://www.anped.org.br/sites/default/files/images/livro_completo_ensino_medio_integrado_-_13_10_2017.pdf. Acesso em: 02 abr. 2021.

MONLEVADE, J. A. C. **Funcionários de Escolas**: cidadãos, educadores, profissionais e gestores. Rede e-tec. Brasil. 4. ed. Cuiabá, Universidade Federal do Mato Grosso, Rede e-tec, Brasil, 2012 Ministério da Educação, Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Disponível em:
http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=33411-02-disciplinas-form-pedagogica-caderno-01-funcionarios-de-escola-cidadaos-educadores-profissionais-e-gestores-pdf&category_slug=fevereiro-2016-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 02 abr.2021

MOURA, D. H. Educação básica e educação tecnológica: dualidade histórica e perspectivas de integração. **Holos**, Ano 23, vol. 2-2007. Disponível em:
<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/11/110> Acesso em: 17 out. 2019.

RAMOS, M. **Concepção do ensino médio integrado**. Pará. Secretaria de Educação do Estado do Pará. 2008. (texto impresso)



SALAME ELABORADO COM ADIÇÃO DE KEFIR: UMA ALTERNATIVA PARA A PRODUÇÃO ARTESANAL

Giulian Laura de Oliveira
Wellington Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto
Augusto Aloísio Benevenuto Júnior
Aurélia Dornelas de Oliveira Martins
Vanessa RianiOlmi Silva
Márcia Maria de Carvalho

1 Introdução

A fermentação da carne tem sido usada desde a antiguidade como forma de preservação, com registros mais antigos datados de 150 a.C. Esse processo teve início com o reconhecimento de que a adição de açúcar e sal à carne, além de possibilitar a conservação, também resultava num produto palatável. Com o passar do tempo, foram desenvolvidas variedades únicas de produtos cárneos que variavam em tamanho, forma, textura, aparência e sabor (OJHA *et al.*, 2015).

O uso de diferentes culturas iniciadoras na elaboração de produtos cárneos vem sendo difundido pelas indústrias, principalmente com o objetivo de conferir uma característica única aos produtos, visando a conquistar novos consumidores na busca por alimentos diferenciados, padronizados e com maior valor agregado.

Dentre os microrganismos utilizados na elaboração de produtos fermentados, destaca-se o *kefir*, constituído por grãos que apresentam uma microbiota complexa composta por leveduras fermentadoras de lactose (*Kluyveromyces marxianus*), leveduras não fermentadoras de lactose (*Saccharomyces omnisporus* e *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces exiguus*), *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium sp.* e subsp. *thermophilus* (BRASIL, 2007).

Apesar dos benefícios alcançados pela utilização de culturas *starters* na padronização e aumento na segurança microbiológica de produtos fermentados, ainda é recorrente a fabricação de salame de forma artesanal, sem a utilização dessas culturas iniciadoras, sendo o desenvolvimento da acidez favorecido pelos microrganismos naturais presentes na carne.

O Salame, fabricado de forma artesanal em algumas regiões do Brasil, é impulsionado, inclusive pela cultura regional. A possibilidade de introdução de uma cultura fermentadora de elevada acessibilidade e reduzido custo, como o kefir, poderia



ser alternativa para melhor padronização de produção, contribuindo, além disso, para maior controle da microbiota contaminante.

2 Desenvolvimento

2.1 Embutido Cárneo fermentado

A palavra embutido é derivada do latim “*salsus*” que significa salgado. A elaboração de produtos embutidos teve início com um processo simples de salga e secagem da carne a fim de conservar a carne fresca que não poderia ser consumida imediatamente (MENDES *et al.*, 2017).

Ao longo dos anos, as indústrias começaram a produzir uma grande variedade de embutidos, sendo alguns deles fermentados, caracterizados pela utilização de diferentes ingredientes, embutidos em diversas formas e calibre e sob diferentes condições de processamento. No processo, vários tipos de carne têm sido utilizadas, incluindo carne de porco, vaca, cavalo, veados, aves e avestruz (LEROY; VUYST, 2016).

Esses produtos podem ser definidos como uma mistura de partículas de carne, gordura, sal, agentes de cura e temperos, entre outros componentes, que são dispostos em envoltórios, fermentados, secos e maturados em câmaras com temperatura e umidade controladas. São alimentos importantes por apresentarem uma ampla diversidade de sabores, aromas e texturas que enriquecem suas características sensoriais (BERNARDI; GOLINELI; CONTRERAS-CASTILLO, 2010).

Os embutidos cárneos fermentados são fabricados com carne de porco / vaca, gordura, sal e especiarias, sendo colocados sob certas condições de temperatura e umidade relativa com objetivo de realizar os processos de fermentação e maturação, onde reações complexas ocorrem levando ao desenvolvimento de cor, textura e sabor específicos de embutidos fermentados (OLIVEIRA *et al.*, 2018; CHEN *et al.*, 2020).

Dentre os produtos cárneos fermentados, destaca-se o salame, produto muito consumido e produzido nos países do Mediterrâneo, sendo normalmente seco ao ar, devido ao clima favorável. A carne de porco é o ingrediente principal, podendo ser usados fungos na superfície externa, conferindo uma complexidade de sabor no produto (TALON; LEROY; FADDA, 2004; BONARDI *et al.*, 2017).



O salame, produto cárneo pronto para consumo, produzido pela fermentação microbiana de carne de porco crua, está entre os mais importantes e diversificados produtos alimentícios locais na Itália, Alemanha e Espanha (POŁKA *et al.*, 2015; KUMAR; KARIM, 2017; WANG *et al.*, 2018).

A fabricação de Salame foi introduzida no Brasil por intermédio da imigração italiana no sul do país, região onde encontraram como aliado um clima propício para a produção caseira, que com o passar do tempo, deu origem a pequenas fábricas (TERRA; TERRA; TERRA, 2004). É um dos produtos cárneos brasileiros mais atrativos e tradicionais e se evidencia por possuir sabor marcante e oferecer praticidade a quem o consome (THOMÉ *et al.*, 2014).

A legislação brasileira define o salame como produto cárneo industrializado obtido de carne suína ou suína e bovina, adicionado de toucinho, ingredientes, embutido em envoltórios naturais e/ou artificiais, curado, fermentado, maturado, defumado ou não e dessecado, devendo apresentar cor, odor, textura e sabor característicos (BRASIL, 2000).

O processamento pode ser dividido em duas fases distintas: na primeira, há a fermentação com a ocorrência simultânea de acidificação e de formação de cor durante sete dias, enquanto a segunda fase, consiste na desidratação como decorrência principalmente da fermentação, levando cerca de vinte e um dias (FERNÁNDEZ *et al.*, 2001; LEITE; KEMPKA; PRESTES, 2014).

Durante o processo de maturação dos salames, fungos filamentosos e leveduras tendem a crescer em sua superfície, sendo considerados um fator de qualidade, pois algumas espécies são capazes de melhorar o aroma e características de sabor para o produto curado (PARUSSOLO *et al.*, 2019).

As leveduras e os fungos filamentosos protegem o salame contra a influência do oxigênio, estabilizam a cor e contribuem para o desenvolvimento do sabor típico do produto, pois contêm proteases e lipases, que decompõem proteínas e gorduras em componentes como aminoácidos e ácidos graxos. Além disso, a presença da camada de mofo na superfície retarda o desenvolvimento do ranço, pois protege o salame do impacto do oxigênio e da luz (FEINER, 2016).

No entanto, a presença de fungos na superfície do salame pode trazer efeitos indesejáveis, devido ao descontrole dos fatores intrínsecos nas câmaras de maturação. A colonização desses mofos na superfície dos salames pode ser

prejudicial à uniformidade da desidratação, o que causa efeitos negativos no desenvolvimento de cor, aroma e no sabor (VIEIRA, 2013). Portanto, essa etapa deve ser controlada, para evitar possíveis danos permanentes ao salame.

A qualidade de salames pode ser verificada por análises microbiológicas, as quais devem estar de acordo com os padrões estabelecidos a partir de 23/12/2020, de acordo com a Instrução Normativa (IN) nº60 (BRASIL, 2019) (TABELA 1).

Tabela 1 - Plano de amostragem e padrão microbiológico para salame IN 60

Microrganismos	Plano de Amostragem			
	N	C	m	M
<i>Escherichia coli</i>	5	2	< 10	10 ²
Estafilococos coagulase positiva	5	1	10 ²	10 ³
<i>Salmonellasp</i>	5	0	Aus.	-

Fonte: BRASIL, 2019, p.7

Nas últimas décadas, tem-se buscado a melhoria de sua formulação por meio da adição de diferentes culturas iniciadoras e diferentes ingredientes (BLAIOTTA *et al.*, 2018; PÉREZ-BURILLO *et al.*, 2019).

A queda no valor do pH traz algumas mudanças essenciais em relação à cor, sabor, aroma, capacidade de corte e estabilidade microbiológica. A acidificação contínua leva a um produto mais microbiologicamente estável, já que a maioria das bactérias reage de forma muito sensível a níveis mais altos de acidez em seu ambiente (FEINER, 2016).

A composição físico-química estabelecida pela Instrução Normativa (Brasil, 2000) é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Características físico-químicas do salame de acordo com o padrão de identidade e qualidade.

Parâmetros	Quantidade
Umidade (max.)	40%
Gordura (máx.)	35%
Proteína (mín.)	20%
Atividade de água (máx.)	0,92
Carboidratos totais (máx.)	1,5%

Fonte: BRASIL, 2000, p. 3 e 4



Há vários tipos de salames produzidos no Brasil, variando conforme o calibre, os ingredientes utilizados em sua formulação, seu processamento e período de maturação.

2.1.1 Salames artesanais

Durante os últimos anos, houve um crescente interesse dos consumidores por alimentos ditos como “tradicionais ou artesanais”. O renovado interesse por esse tipo de alimento vem do fato de que apresentam um aspecto diferenciado, sendo que na Europa muitos consumidores trocam o baixo custo e menor tempo de preparação de alimentos tradicionais pelos artesanais, devido ao seu sabor único, qualidade, aparência, valor nutricional e segurança (ALMLI *et al.*, 2011; GUERRERO *et al.*, 2009; ROCCATO *et al.*, 2017).

Alguns embutidos fermentados tradicionais podem sofrer fermentação espontânea por métodos empíricos, que não asseguram a qualidade dos produtos (CHEN *et al.*, 2020).

Até a década de 40, os salames eram produzidos de maneira artesanal. Somente após o conhecimento dos processos químicos e biológicos que envolvem a fermentação e maturação, tornou-se possível o desenvolvimento de culturas microbianas à base de bactérias lácticas para adição nos salames (CARPINÉ *et al.*, 2010).

Salames elaborados de forma artesanal são, geralmente, produzidos sem a adição de culturas iniciadoras, sendo dependentes da capacidade metabólica da microbiota natural da carne para o processo de fermentação (MAKSIMOVIC *et al.*, 2018; FUKA *et al.*, 2020). No Sul do país, o salame artesanal é popularmente conhecido como Salame tipo colonial.

Os salames podem, então, serem fermentados por microrganismos presentes na própria carne ou microrganismos adicionados intencionalmente com o objetivo de fermentar o produto (STAVROPOULOVA *et al.*, 2018). As culturas iniciadoras geralmente utilizadas devem ser selecionadas a partir de microrganismos já presentes na carne, devido ao fato de serem bem adaptados ao ambiente e muito mais competitivos em razão de suas habilidades metabólicas específicas (ESSID; HASSOUNA, 2013; SUN *et al.*, 2019).



Embora os Salames Artesanais continuem sendo produzidos, com a evolução da tecnologia esses produtos foram perdendo espaço, uma vez que as culturas lácticas industriais conferem inúmeros benefícios aos produtos. A adição de culturas iniciadoras possibilita redução mais uniforme do pH, conferindo aos produtos maior padronização, melhor consistência, maior segurança microbiológica e conseqüentemente, melhor qualidade.

Dessa forma, a fermentação promove diminuição do pH garantindo a estabilidade e aumento da vida de prateleira, além de influenciarem o sabor, a textura e a cor dos salames (TRINDERUPA *et al.*, 2018).

A acidez elevada contribui para que embutidos cárneos fermentados possam ser armazenados em temperatura ambiente, pois esse fator intrínseco dificulta o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos (SIPP; MARCHI; TONIAL, 2017).

Na produção de salame, a fermentação da carne é a etapa chave, impulsionada principalmente pelas bactérias do ácido láctico, que diminuem o pH por intermédio da produção de ácidos orgânicos e da produção de muitos compostos voláteis. O processo de produção também é afetado pela atividade metabólica de cocos coagulase-negativos, responsáveis pela proteólise, lipólise e decomposição de aminoácidos e peróxidos livres (AQUILANTI *et al.*, 2016; CARDINALI *et al.*, 2018). Sabor, textura e características sensoriais são componentes muito importantes da qualidade final e apreciação do consumidor de embutidos como salame, e a maioria dessas características estão relacionadas às atividades metabólicas dos microrganismos (BASSI; PUGLISI; COCCONCELLI, 2015).

Diferentes espécies de bactérias do ácido láctico (LAB) são os microrganismos responsáveis pela fermentação de produtos cárneos. LAB, em particular os lactobacilos, contribuem para a qualidade higiênica e sensorial, principalmente por meio de seu catabolismo de carboidratos e proteínas, resultando em depleção de açúcar, redução do pH, produção de agentes antimicrobianos e geração de compostos de sabor e aroma (TALON *et al.*, 2008; ALMEIDA *et al.*, 2018).

Estafilococos coagulase negativa, que também estão presentes nas culturas *starters* comerciais, impedem a deterioração oxidativa, geram pigmentos estáveis de nitrosomoglobina, via atividade de nitrato redutase, e contribuem para um aroma



atraente por meio de conversões de aminoácidos e ácidos graxos, gerando um produto seguro e diferenciado (LEROY; VUYST, 2016).

Além disso, por meio da fermentação desses grupos microbianos, o nitrato adicionado pode ser reduzido a nitrito, e depois para o óxido nítrico, e isso contribui para a cor vermelha da carne ao reagir com a mioglobina (HOLCK *et al.*, 2017; CARDINALI *et al.*, 2018).

Nesse sentido, é essencial determinar os perfis da diversidade bacteriana que serão utilizadas como cultura iniciadora para melhorar o gerenciamento da fermentação e obter produtos finais com as características desejadas (WANG *et al.*, 2018).

2.2 Kefir

O Kefir é um produto lácteo fermentado produzido por grãos de kefir inoculados no leite, gerado por meio de reações bioquímicas de espécies microbianas presentes no grão como culturas iniciadoras incorporadas em kefiran, ou seja, uma matriz de polissacarídeo solúvel em água (LEITE *et al.*, 2012; DERTLI; ÇON, 2017; KABAKCI; TÜRKYILMAZ; ÖZKAN, 2020).

A legislação brasileira refere-se à kefir como um produto fermentado de leite pasteurizado ou esterilizado, cuja fermentação é realizada com cultivos ácido lácticos elaborados com grãos de kefir, contendo *Lactobacillus kefir*, espécies dos gêneros *Leuconostoc*, *Lactococcus* e *Acetobacter* com produção de ácido láctico, etanol e dióxido de carbono, além de leveduras fermentadoras de lactose (*Kluyveromyces marxianus*), leveduras não fermentadoras de lactose (*Saccharomyces omnisporus* e *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces exiguus*), *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium sp.* e *subsp. thermophilus* (BRASIL, 2007).

Por sua composição microbiológica e química, o kefir pode ser considerado um produto probiótico complexo, possuindo em sua composição microrganismos vivos capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal, produzindo efeitos benéficos à saúde do indivíduo que o consome (WESCHENFELDER; WIEST; CARVALHO, 2009; CASSANEGO *et al.*, 2015).

Os microrganismos presentes nos grãos de kefir vivem simbioticamente, sendo a composição microbiana influenciada pela origem do grão, métodos e substratos utilizados para sua manutenção (GRONNEVIK; FALSTAD; NARVHUS, 2011). Devido



à sua microflora bacteriana e fúngica ser extremamente rica, a bebida fermentada apresenta propriedades sensoriais únicas (DERTLI; ÇON, 2017).

Durante a fermentação, o ácido láctico, CO₂, álcool etílico e compostos aromáticos proporcionam ao kefir propriedades sensoriais únicas. Os grãos de kefir podem ser usados para o processamento de bebidas, recuperado no final do processo e utilizado em outro processo fermentativo. Enquanto isso, as culturas comerciais iniciais devem ser adquiridas para cada processo de fermentação, aumentando o custo para a indústria (SANTOS *et al.*, 2019).

O consumo de Kefir confere inúmeros benefícios para a saúde, atribuídos aos seus proeminentes efeitos probióticos, especialmente na saúde intestinal (O'BRIEN *et al.*, 2015; SAADI *et al.*, 2017).

Além da composição microbiana complexa, os grãos de kefir apresentam vitaminas B e K, triptofano, sais como Ca, P, Fe, Mg e Zn (ROSA *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2019), e uma série de compostos que conferem substâncias bioativas, responsáveis por propriedades nutracêuticas (DIAS *et al.*, 2016).

Compostos bioativos (ácidos acético e láctico, exopolissacarídeos, peptídeos bioativos e bacteriocinas), juntamente com os microrganismos presentes no kefir, são os responsáveis pelas diversas atividades terapêuticas que o consumo regular desse leite fermentado proporciona aos seus consumidores (LEITE *et al.*, 2013).

2.3 Salame elaborado com kefir

As inovações na área de processamento de carnes são estratégias que têm por objetivo atender as exigências dos consumidores, proporcionando produtos novos e de qualidade. A inserção de novos produtos possibilita às empresas e aos produtores aumentarem suas chances de concorrência dentro dos mercados interno e externo (OLIVEIRA; DENARDI; POLLI, 2015).

A produção de salame no Brasil foi, por alguns anos, dependente da importação integral das culturas starters, o que acarreta um desequilíbrio da balança comercial, além de levar ao esquecimento do sabor genuinamente brasileiro, os salames artesanais apresentam melhores características sensoriais, quando comparados com os salames industriais (TERRA, 2003; GRECO, 2005; CIROLINI *et al.*, 2010).



Uma característica do kefir, que o difere de outros produtos lácteos fermentados, é que seus grãos aumentam em biomassa como consequência do crescimento de microrganismos e da biossíntese de componentes do grão, podendo ser recuperados após fermentação (SIMÕES, SIMÕES; VIEIRA, 2010; WANG *et al.*, 2012). Essa biomassa é compartilhada entre os consumidores, os quais produzem o leite fermentado em nível artesanal, nas próprias residências.

Além de ser uma cultura acessível e de fácil manipulação, durante a fermentação os grãos liberam células viáveis no leite, sendo não só o grão uma ótima opção, mas também, o leite fermentado (RATTRAY; O'CONNELL, 2011; GAO; ZHANG, 2019).

Tais características despertam o interesse por estudos que avaliem e viabilizem a utilização desse produto como cultura iniciadora em outros processos fermentativos, entre eles a produção de salame, dando origem a um novo produto.

Feldman (2015), observou esse potencial do kefir ao elaborar uma pesquisa em que isolou oito linhagens de kefir pertencentes ao gêneros *Lactobacillus*, *Leuconostoc* e *Lactococcuse*, avaliou sua utilização como cultura iniciadora para um embutido cárneo fermentado. *Lactobacillus satsumensis* e *Leuconostocmesenteroides* apresentaram os melhores resultados, sendo demonstrada boa capacidade de acidificação e rápido crescimento, além de sua contribuição para a inocuidade dos embutidos cárneos fermentados.

No entanto, essa proposta dificulta o acesso dessa cultura aos produtores artesanais de salame, sendo mais interessante para esse público, a utilização direta dos grãos e/ou do leite fermentado por kefir, devido à possibilidade de inoculação direta dessa microbiota variada na produção do embutido fermentado, a qual poderia contribuir para a padronização e segurança microbiológica dos produtos.

3 Conclusões e perspectivas

Resultados promissores sobre a utilização direta de Kefir na elaboração de salame foram encontrados em recente experimento realizado por Oliveira (2020) durante o Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos do *campus* Rio Pomba.



A pesquisadora observou que houve manutenção da microbiota do Kefir na massa cárnea, o que é de suma importância para viabilizar sua utilização, apresentando boa capacidade fermentativa, sem promover alterações nas características físico-químicas dos produtos, quando comparado com o uso da cultura comercial para salame.

Os salames, produzidos no trabalho supracitado, atenderam aos padrões microbiológicos de qualidade exigidos pela legislação vigente, demonstrando que a fermentação exercida pelo kefir foi tão satisfatória quanto à exercida pela cultura comercial, no controle do desenvolvimento de microrganismos indesejáveis.

Referências

ALMLI, V. L.; VERBEKE, W.; VANHONACKER, F.; NAES, T.; HERSLETH, M. General image and attribute perceptions of traditional food in six European countries. **Food Quality and Preference**, v. 22, p. 129-138, 2011.

AQUILANTI, L., GAROFALO, C., OSIMANI, A., CLEMENTI, F. Ecology of lactic acid bacteria and coagulase negative cocci in fermented dry sausages manufactured in Italy and other Mediterranean countries: an overview. **Food Res. J.**, v. 23, p. 429–445, 2016.

BASSI, D.; PUGLISI, E.; COCCONCELLI, P. S. Comparing natural and selected starter cultures in meat and cheese fermentations. **Current Opinion in Food Science**, v.2, p. 118-122, 2015.

BERNARDI, S.; GOLINELI, B. B.; CONTRERAS-CASTILLO, C. J. Revisão: Aspectos da aplicação de culturas starter na produção de embutidos cárneos fermentados. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 13, n. 2, 2010.

BLAIOTTA, G.; MURRU, N.; DI CERBO, A.; ROMANO, R.; APONTE, M. Production of probiotic bovine salami using *Lactobacillus plantarum* 299v as adjunct. **Journal of the science of food and agriculture**, v.98, p. 2285-2294, 2018.

BONARDI, S.; BRUINI, I.; BOLZONI, L.; COZZOLINO, P.; PIERANTONI, M.; BRINDANI, P.; RENZI, M.; PONGOLINI, S. Assessment of Salmonella survival in dry-cured Italian salami. **International Journal of Food Microbiology**, v. 262, p. 99-106, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007. Padrão de identidade e qualidade de leites fermentados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 de outubro de 2007.



BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução normativa nº22, de 31 de julho de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Copa, de JerkedBeef, de Presunto tipo Parma, de Presunto Cru, de Salame, de Salaminho, de Salaminho tipo Alemão, de Salame tipo Calabrês, de Salame tipo Friolano, de Salame tipo Napolitano, de Salame tipo Hamburguês, de Salame tipo Italiano, de Salame tipo Milano, de Linguiça Colonial e Pepperoni. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 01 de agosto de 2000.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2019.

CARDINALI, F.; MILANOVIĆ, V.; OSIMANI, A.; AQUILANTIA, L.; TACCARI, M.; GAROFALO, G.; POLVERIGIANA, S.; CLEMENTI, F.; FRANCIOSI, E.; TUOHY, K.; MERCURI, L.; ALTISSIMI, S.; HAOUET, N. Microbial dynamics of model Fabriano-like fermented sausages as affected by starter cultures, nitrates and nitrites. **International Journal of Food Microbiology**, v. 278, p. 61-72, 2018.

CARPINÉ, D.; DAGOSTIN, J. L. A.; SANTA, H. S. D.; ALVAREZ, D. C.; TERRA, N. N.; SANTA, O. R. D. Atividade proteolítica e lipolítica de bactérias lácticas isoladas de salames artesanais. **Ambiência Guarapuava**, v. 6, n.1, p.125-132, 2010.

CASSANEGO, D. B.; RICHARDS, N. S. P. S.; MAZUTTI, M. A.; RAMÍREZ-CASTRILLÓN, M. Leveduras: diversidade em kefir, potencial probiótico e possível aplicação em sorvete. **Ciência e natureza**, v. 37, p.175-186, 2015.

CHEN, X.; MI, R.; QI, B.; XIONG, S.; LI, J.; QU, C.; QIAO, X.; CHEN, W.; WANG, S. Effect of proteolytic starter culture isolated from Chinese Dong fermented pork (NanxWudl) on microbiological, biochemical and organoleptic attributes in dry fermented sausages. **Food Science and Human Wellness**, 2020.

CIROLINI, A.; FRIES, L. L. M.; TERRA, N. N.; MILANI, L. I. G.; U., D.; SANTOS, B. A.; CERVO, G. D.; REZER, A. P. S.. Salame tipo italiano elaborado com culturas starters nativas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, p. 171-179, 2010.

DERTL, E.; ÇON, A. H. Microbial diversity of traditional kefir grains and their role on kefir aroma. **LWT - Food Science and Technology**, v. 85, p. 151-157, 2017.

DIAS, P. A.; ROSA, J. V.; TEJADA, T. S.; TIMM, C. D. Propriedades antimicrobianas do kefir. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, p. 1-5, 2016.

ESSID, I.; HASSOUNA, M. Effect of inoculation of selected *Staphylococcus xylosus* and *Lactobacillus plantarum* strains on biochemical, microbiological and textural characteristics of a Tunisian dry fermented sausage. **Food Control**, v. 32, p. 707-714, 2013.



FERNÁNDEZ, M.; ORDÓÑEZ, J.A.; BRUNA, J. M.; HERRANZ, B.; HOZ, L. Accelerated ripening of dry fermented sausages. **Food Science and Technology**, v.11, p.201-209, 2001.

FEINER, G. Salami: Practical Science and Processing Technology. **Academic Press**. 2016. 230 p.

FUKA, M. M.; TANUWIDJAJA, I.; MAKSIMOVIC, A. Z.; ZUNABOVIC-PICHLER, M.; KUBLIK, S.; HULAK, N.; DOMIG, K. J.; SCHLOTTER, M. Bacterial diversity of naturally fermented game meat sausages: Sources of new starter cultures. **LWT - Food Science and Technology**, v. 118, p. 108-782, 2020.

GAO, W.; ZHANG, L. Comparative analysis of the microbial community composition between Tibetan kefir grains and milks. **Food Research International**, v. 116, p.137-144, 2019.

GRECO, M. Evolution and identification of lactic acid bacteria isolated during the ripening of Sardinian sausages. **Meat Science**, v. 69, n. 4, p. 733-739, 2005.

GRONNEVIK, H.; FALSTAD, M.; NARVHUS, J.A. Microbiological and chemical properties of Norwegian kefir during storage. **International Dairy Journal**, v.21, p.601-606, 2011.

GUERRERO, L.; GUÁRDIA, M. D.; XICOLA, J.; VERBEKE, W.; VANHONACKER, F.;Z. S.; SAJDAKOWSKA, M.; SULMONT-ROSSÉ, C.; ISSANCHOU, S.; CONTEL, M.; SCALVEDI, L.; GRANLI, B. S.; HERSLETH, M. Consumer-driven definition of traditional food products and innovation in traditional foods. A qualitative cross-cultural study. **Appetite**, v.52, n. 2, p. 345-354, 2009.

HOLCK, A.; AXELSSON, L.; MCLEOD, A.; RODES, T. M.; HEIR, E. Health and safety considerations of fermented sausages. **Journal of food quality**, 2017.

KABAKCI, S. A.; TÜRKYILMAZ, M.; ÖZKAN, M. Changes in the quality of kefir fortified with anthocyanin-rich juices during storage. **Food chemistry**, v. 326, p. 126-977, 2020.

KUMAR, C.; KARIM, M. A. Microwave-convective drying of food materials: a critical review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57,p. 2844-2856, 2017.

LEITE, A.M.O.; LEITE, D. C. A.; DEL AGUILA, E. M.; ALVARES, T. S.; PEIXOTO, R. S.; MIGUEL, M. A. L.; SILVA, J.T.; PASCHOALIN, V. M. F. microbiological and chemical characteristics of Brazilian kefir during fermentation and storage processes. **Journal Dairy Science**, v. 96, p. 4149–4159, 2013.

LEITE, T. M. M.; KEMPKA, A. P.; PRESTES, R. C. Avaliação da tripa de tecido não tecido (TNT) como alternativa de envoltório para salame tipo italiano. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.16, n.1, p.51-59, 2014.



LEITE, A.; Mayo, B.; Rachid, C.T.C.C.; Peixoto, R. S.; Silva, J. T.; Paschoalin, V. M. F.; Delgado, S. Assessment of the microbial diversity of Brazilian kefir grains by PCR-DGGE and pyrosequencing analysis. **Food Microbiology**, v. 31, p. 215-221, 2012.

LEROY, F.; VUYST, L. de. Fermented Foods: Fermented Meat Products. **Encyclopedia of Food and Health**, v. 3, p.656-660, 2016.

MAKSIMOVIC, A. Z.; ZUNABOVIC-PICHLERB, M.; KOSC, I.; MAYRHOFERB, S.; HULAK, N.; DOMIG, K. J.; FUKA, M. M. Microbiological hazards and potential of spontaneously fermented game meat sausages: A focus on lactic acid bacteria diversity. **Food Science and Technology**, v. 89, p. 418-426, 2018.

MENDES, I. T. D.; PEDRO, M. A. M.; NEVES, J. O.; MORAIS, M. G.; DÁVALOS, P. L.. Análise de produção de carnes embutidas: salame. **Revista eletrônica engenharia, estudos e debates**, v. 1, 2017.

O'BRIEN, K.D.; STEWARTL, K.; FORNEY, L.A.; ARYANA, K.J.; PRINYAWIWATKUL, W.; BOENEKE, C.A. The effects of post exercise consumption of a kefir beverage on performance and recovery during intensive endurance training. **Journal of Dairy Science**, v. 98, p. 7446-7449, 2015.

OJHA, K. S.; KERRY, J. O.; DUFFY, G.; BERESFORD, T.; TIWARI, B. Technological advances for enhancing quality and safety of fermented meat product. **Trends in Food Science and Technology**, v. 44, p. 105-116, 2015.

OLIVEIRA, G. .; DENARDI, I.T.; POLLI, V. A.. Avaliação de cor e da textura de salame de coelho. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa Extensão**, v. 7, n.02, 2015.

OLIVEIRA, A. P.; SANTOS, G. A.; NOMURA, C. S.; NAOZUKA, J. Elemental chemical composition of products derived from kefir fermented milk. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 28, p. 86-90, 2019.

OLIVEIRA, M.; FERREIRA, V.; MAGALHÃES, R.; TEIXEIRA, P. Biocontrol strategies for Mediterranean-style fermented sausages. **Food Research International**, v. 03, p. 438-449, 2018.

PARUSSOLO, G.; BERNARDI, A. O.; GARCIA, M. V.; STEFANELLO, A.; SILVA, T. S.; COPETTI, M. V. Fungi in air, raw materials and surface of dry fermented sausage produced in Brazil. **Food Science and Technology**, v. 108, p. 190-98, 2019.

PÉREZ-BURILLO, S.; MEHTA, T.; PASTORIZA, S.; KRAMER, D. L.; PALIY, O.; RUFÍAN-HENARES, J. A. Potential probiotic salami with dietary fiber modulates antioxidant capacity, short chain fatty acid production and gut microbiota community structure. **LWT**, v. 105, p. 355-362, 2019.

POLKA, J.; REBECCHI, A.; PISACANE, V.; MORELLI, L.; PUGLISI, E. Bacterial diversity in typical Italian salami at different ripening stages as revealed by high-



throughput sequencing of 16S rRNA amplicons. **Foodmicrobiology**, v. 46, p. 342-356, 2015.

RATTRAY, F. P.; O'CONNELL, M. J. Fermented Milks | Kefir. **Encyclopedia of Dairy Science**, v. 2, p. 518-524, 2011.

ROCCATO, A.; UYTENDAELE, M.; BARRUCCI, F.; CIBIN, V.; FAVRETTI, M.; CERESER, A.; CIN, M. D.; PEZZUTO, A.; PIOVESANA, A.; LONGO, A.; RAMON, E.; RUI, S. D.; RICCI, A. Artisanal Italian salami and sopresse: Identification of control strategies to manage microbiological hazards. **Food Microbiology**, v. 61, p. 05-13, 2017.

ROSA, D. D.; DIAS, M. M. S.; GRZES'KOWIAK, L. M.; REIS, S. A.; CONCEIÇÃO, L. L.; PELUZ, M. C. G.; PELUZ, I. O. Milk kefir: nutritional, microbiological and health benefits. **Nutrition Research reviews**, v.30, p. 82-96, 2017.

SAADI, L. O.; ZAIDI, F.; OOMAH, B. D.; HAROS, M.; YEBRAH, M. J.; HOSSEINIAN, F. Pulse ingredients supplementation affects kefir quality and antioxidant capacity during storage. **LWT-Food Science and Technology**, v. 86, p. 619-626, 2017.

SANTOS, D. C.; FILHO, J. G. O.; SANTANA, A. C. A.; FREITAS, B. S. M.; SILVA, F. G.; TAKEUCHE, K. P.; EGEEA, M. B. Optimization of soymilk fermentation with kefir and the addition of inulin: Physicochemical, sensory and technological characteristics. **Food Science and Technology**, v. 104, p. 30-37, 2019.

SIMÕES, M., SIMÕES, L.C., VIEIRA, M.J. A review of current and emergent biofilm control strategies. **Food Science and Technology**, v.43, 573-583, 2010.

SIPP, M. D.; MARCHI, J. F.; TONIAL, I. B. Características químicas, físico-químicas e qualidade microbiológica de linguiça colonial produzida e comercializada na microrregião do município de Itapejara d'oeste/PR. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8, n. 1, p. 142-155, 2017.

STAVROPOULOUA, D. A.; RECKEM, E. V.; DE VUYST, L.; LEROY, F. The narrowing down of inoculated communities of coagulase-negative staphylococci in fermented meat models is modulated by temperature and Ph. **International Journal of Food Microbiology**, v. 274, p. 52-59, 2018.

SUN, J.; CAO, C.; FENG, M.; XU, X.; ZHOU, G. Technological and safety characterization of coagulase-negative staphylococci with high protease activity isolated from Traditional Chinese fermented sausages. **Food Science and Technology**, v. 114, p. 108-371, 2019.

TALON, R., LEROY-SATRIN, S., FADDA, S. Dry fermented sausages. **Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology**, p. 397-416, 2004.

TALON, R.; LEROY, S.; LEBERT, I.; GIAMMARIANO, P.; CHACORNAC, J.; LATORRE-MORATALLA, M.; VIDAL-CAROU, C.; ZANARDI, E.; CONTER, M.; LEBECQUE, A. Safety improvement and preservation of typical sensory qualities of



traditional dry fermented sausages using autochthonous starter cultures. **International Journal of Food Microbiology**, v. 126, p. 227-234, 2008.

TERRA, N. N. **Apontamentos de Tecnologia de Carnes**. São Leopoldo: Unisinos, 2003.

TERRA, N.; TERRA, A. B.; TERRA, L. de M. **Defeitos em produtos cárneos: origens e soluções**. São Paulo-SP, Editora Varela, 2004.

THOMÉ, B. R.; PEREIRA, M. G.; TOGNON, F. A .B.; MASSAROLLO, M. D.; FOLLADOR, F. A. C. Avaliação físico-química e microbiológica de salame tipo italiano. Anais: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, COBEQ, 2014. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/1777-17618-133253.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2018.

TRINDERUPA, C. H.; MØLLER, F.; DAHL, A. B.; CONRADSEN, K. Investigation of pausing fermentation of salamis with multispectral imaging for optimal sensory evaluations. **Meat Science**, v. 146, p. 09-17, 2018.

WANG, S-Y.; CHEN, K-N.; LO, Y-M.; CHIANG, M-L.; CHEN, H-C.; LIU, J-R.; CHE, M-J. Investigation of microorganisms involved in biosynthesis of the kefir grain. **Food Microbiology**, v.32, p. 274-285, 2012.

WANG, S-Y.; CHEN, K-N.; LO, Y-M.; CHIANG, M-L.; CHEN, H-C.; LIU, J-R.; CHE, M-J. Investigation of microorganisms involved in biosynthesis of the kefir grain. **Food Microbiology**, v.32, p. 274-285, 2018.

WESCHENFELDER, S.; WIEST, J. M.; CARVALHO, H. H. C. Atividade anti-Escherichia coli em kefir e soro de kefir tradicionais. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, v. 34, n 367/368, p. 48-55, 2009.



RECICLAGEM ANIMAL: UMA MANEIRA DE MITIGAR IMPACTOS AMBIENTAIS POR MEIO DA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS COM RESÍDUOS DA INDÚSTRIA CÁRNICA

Sérgio de Miranda Pena
Amanda Medeiros Correia
Nathalia de Matos Rodrigues
Carlos Magno da Rocha Júnior
Gean Nunes Frade
Josiane Rodrigues Oliveira
Michelle Lucia Diniz Melo

1 Introdução

O Brasil se destaca mundialmente pela produção e exportação das principais proteínas de origem animal, sendo que a carne suína ocupa a quarta posição, com 4,43 milhões de toneladas produzidas e quarta posição com 1,024 milhão de toneladas exportadas no ano de 2020 (EMBRAPA, 2021).

Os gastos com alimentação na suinocultura chegam a 80% do custo total de produção, tendo como os principais ingredientes utilizados nas dietas o milho e o farelo de soja que possuem grandes oscilações de preços ao longo do ano. Para tentar reduzir os custos com a alimentação e garantir uma melhor rentabilidade da atividade, alimentos alternativos e estratégias alimentares são constantemente estudados para auxiliar os suinocultores.

Uma dessas estratégias é o uso de farinhas e gorduras de origem animal, as quais são obtidas por meio da reciclagem animal, que é a transformação de matéria crua - rejeito de abatedouros - em proteínas, gorduras e minerais que retornam à cadeia produtiva como insumo para diversos fins (ABRA, 2020), sendo um ciclo ativo de transformações e reutilização da matéria. Vale ressaltar que quanto maior a produção de carnes de um país, maior é a geração de resíduos com alto potencial poluidor do ambiente.

Quando se utiliza esses alimentos alternativos nas rações de suínos, deve-se ficar atento aos valores máximos de inclusão que são recomendados para cada um para evitar possíveis desordens nutricionais aos animais. É fundamental atender às boas práticas de fabricação e uso desses ingredientes, tomando cuidados desde o transporte até o armazenamento para que os mesmos apresentem boa qualidade no momento de seu uso. Por serem ricos em gorduras, essas matérias-primas são



susceptíveis à rancificação, o que piora a palatabilidade da ração e pode prejudicar o desempenho dos suínos.

No Brasil, no ano de 2020, foram produzidas aproximadamente 2,2 milhões de toneladas de farinha de carne e ossos. O sebo bovino teve uma produção de 1,35 milhões de toneladas, sendo utilizado tanto na alimentação animal quanto na produção de biodiesel (ABRA, 2021).

Atendendo a todos os cuidados desde o transporte ao armazenamento, as farinhas e gorduras de origem animal são ótimas estratégias para tentar amenizar o custo de produção na suinocultura. Dessa forma, o objetivo deste capítulo justifica-se pela necessidade de reunir as principais informações quanto à utilização da reciclagem animal de forma a reduzir os impactos ambientais gerados pelos resíduos da indústria cárnica, e a diminuição dos custos com a alimentação dos suínos, almejando um menor custo de produção dos mesmos.

2 Reciclagem Animal no Brasil

Com a alta produção de proteína animal, segundo dados da Associação Brasileira de Reciclagem Animal – ABRA, para cada tonelada de carne processada, são gerados em média 320 quilos de resíduos (aparas de carne e gordura, ossos, penas, vísceras, escamas, sangue, cascos, etc.), tendo enorme potencial poluidor para o meio ambiente. Para evitar danos ambientais, é necessário adotar estratégias e alternativas para a destinação correta desses resíduos, denominados reciclagem animal.

Reciclagem animal, apesar de ser um termo pouco conhecido pela maior parte da população, é uma atividade realizada em todo o mundo. Os primeiros registros de reciclagem ocorreram por volta de 1550 A.C no Egito, quando para criar um tipo de sabão, foram utilizados uma combinação de gordura animal, óleos vegetais e sais alcalinos (ABRA, 2020).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a reciclagem animal é atividade de significativa importância para o desenvolvimento sustentável, sendo classificada como uma “atividade de interesse público”, pois se responsabiliza por evitar que os resíduos do abate dos animais sejam lançados diretamente no meio ambiente. Esses resíduos possuem alto potencial para causar danos ambientais,



sanitários e econômicos, e a reciclagem animal os transforma em coprodutos com alto valor agregado que são utilizados em diversos setores da economia (OMS *apud* Geraldês, 2018).

Os coprodutos têm sido usados para: alimentação animal (farinhas e gorduras animais, rações para pets), agricultura (fertilizantes e adubos), setor petroquímico (biodiesel, graxas e lubrificantes), saboaria (sabonetes e desinfetantes), indústria farmacêutica (cápsulas de medicamentos, pomadas), construção civil (tintas e corantes e pincéis), indústria de beleza (batons, esmaltes, maquiagens, produtos para cabelo), indústria automotiva (pneus e borrachas) e indústria esportiva (suplementos para atletas).

Em 2019, segundo Malagutti (2020), devido à inclusão de farinhas e gorduras animais nas dietas em substituição ao milho e farelo de soja, o Brasil deixou de plantar 2,1 milhões de hectares com milho e soja, consumir 1 milhão de toneladas de adubos, utilizar 12 bilhões de m³ de água e gastar R\$ 800 milhões em defensivos agrícolas.

Segundo Malafaia (2020), a indústria de proteína animal no Brasil recicla ao ano 99% dos resíduos derivados de estabelecimentos de abate e varejistas. Atualmente, há cerca de 5.570 lixões e aterros sanitários espalhados pelo país (ABRELPE, 2019). Caso a reciclagem animal não existisse, esse número aumentaria em 30%, ou seja, equivalente a cerca de 1,6 mil novos lixões e aterros (Malagutti, 2020), o que causaria danos irreversíveis ao ambiente, uma vez que a cada ano aumenta-se mais a produção nos sistemas de criação do Brasil gerando mais resíduos.

Os resíduos oriundos da indústria da carne podem ser processados por meio de dois tipos de estabelecimentos: I. as dependências anexas - instalações localizadas na mesma planta frigorífica e que são destinadas ao processamento dos coprodutos animais; e II. as Unidades de Beneficiamento de Produtos Não Comestíveis (UBPNC) - unidades que fazem a recolha dos resíduos nos frigoríficos, abatedouros, açougues e mercados fazendo sua correta destinação.

No Brasil, há um total de 318 dependências anexas e UBPNCS registradas no SIF, segundo a ABRA (2020). O estado de São Paulo e os estados das regiões Sul e Centro-Oeste possuem 72% do quantitativo, correspondendo a: 47 unidades em SP, 48 no Paraná, 30 em Santa Catarina, 23 no Rio Grande do Sul, 33 no Mato Grosso, 29 no Mato Grosso do Sul, 20 em Goiás (MALAFAIA et al., 2020).



Essas unidades de reciclagem geram 54 mil empregos diretos, e no ano de 2019 geraram um total de quase 8,5 bilhões de reais (ABRA,2021). Vale destacar que o estado de Minas Gerais possui 18 unidades, sendo 12 dependências anexas a plantas frigoríficas e seis UBPNs.

Em relação aos animais de produção, os principais coprodutos oriundos da reciclagem animal são as farinhas e as gorduras de origem animal, sendo cinco tipos de farinhas e cinco tipos de gorduras fabricadas a partir dos resíduos. No ano de 2020, foram processadas 13,3 milhões de toneladas de resíduos de abate, que gerou 3,5 milhões de toneladas de farinhas e 2,01 milhões de toneladas de gorduras animais (ABRA, 2020). Ainda, sobre a alimentação na suinocultura, os coprodutos mais utilizados são a farinha de carne e ossos e o sebo bovino, com, respectivamente, 2,1 e 1,3 milhões de toneladas produzidas no ano de 2020 (ABRA, 2020).

2.1 Regulamentação da reciclagem animal

Todos os estabelecimentos que geram e processam os resíduos animais necessitam seguir regulamentações específicas para a correta destinação dos mesmos a fim de transformá-los em coprodutos. No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o responsável por regulamentar a reciclagem animal nas indústrias.

Sendo assim, quando registradas no Serviço de Inspeção Federal (SIF), as indústrias devem atender a Lei 1.283/1950, regulamentada pelo Decreto 9.013/2017, o RIISPOA, como é conhecido o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, e, por fim, pela Instrução Normativa (IN) N° 34/2008 do MAPA. As indústrias do setor de reciclagem animal são classificadas como estabelecimentos de produtos de origem animal que realizam comércio interestadual e internacional sob inspeção federal, estando em conformidade com as determinações do Decreto 9.013/2017.

Vale ressaltar que no Brasil devido à epidemiologia da Encefalopatia Espongiforme Bovina conhecida como “Doença da Vaca Louca” foi publicada a Instrução Normativa N° 8, de 25 de março de 2004, que proíbe em todo o território nacional a produção, a comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal (MAPA, 2008).



3 Farinhas de origem animal

3.1 Principais farinhas usadas na alimentação de suínos

Produto não comestível é todo aquele resultante da manipulação e do processamento de matéria-prima de produtos e de resíduos de animais empregados na preparação de gêneros não destinados ao consumo humano. Por definição, farinha é um subproduto não comestível, resultante do processamento de resíduos animais, que atenda ao padrão de identidade e qualidade preestabelecido nos aspectos higiênico-sanitários, tecnológicos e nutricionais (BRASIL, 2017; BRASIL, 2008).

A IN 34, de 25 de maio de 2008 define os procedimentos básicos para fabricação de farinhas e produtos gordurosos destinados à alimentação animal, e traz especificações sobre a obtenção e o transporte dos resíduos animais com a finalidade de garantir a qualidade do produto final. Nessa normativa fica especificado, entre outras determinações, que os resíduos animais devem ser oriundos de estabelecimentos fornecedores devidamente autorizados pelos órgãos oficiais competentes (BRASIL, 2008).

O fluxo do processo de produção deve ser ordenado e unidirecional, dispondo de todos os equipamentos necessários à fabricação. Todas as etapas do processamento devem ser realizadas no mesmo estabelecimento, inclusive a esterilização e a moagem. As partículas dos resíduos animais devem ser trituradas por meio de equipamento adequado de forma que não excedam 5 cm em qualquer uma de suas faces. Os resíduos animais devem ser esterilizados com vapor saturado direto a uma temperatura mínima de 133 °C por um tempo mínimo de 20 minutos e com a uma pressão não inferior a 3 (três) bar. Esse processo pode ser efetuado antes, durante ou depois da fase de cocção. A água utilizada na produção de vapor injetado deve ser potável (BRASIL, 2008).

Após a cocção, a esterilização e o desengorduramento, o material resultante é moído para atingir o tamanho das partículas que não apresente retenção em peneira de 3,4 mm, ou que apresente no máximo 10% de retenção na peneira de 1,68 mm. Para que uma farinha de subprodutos atenda aos padrões higiênicos sanitários, ela deve apresentar, após o processo de esterilização, a ausência de contagem de bactérias patogênicas (ausência de *Salmonella* sp. em 25g) e esporos (ausência de *Clostridium perfringens* em 1 g de produto) Ao final do processo, a farinha deve



apresentar menos de 10% de umidade. Outros parâmetros, como porcentagem de proteína bruta, vão variar de acordo com a matéria base (BRASIL, 1952; BRASIL, 2003).

Os principais tipos de farinhas produzidas são: farinha de vísceras, farinha de penas, farinha de sangue, farinha de peixe e farinha de carne e ossos. A farinha de vísceras de aves é o produto resultante da cocção, prensagem e moagem de vísceras de aves, sendo permitida a inclusão de cabeças e pés. Não deve conter penas, nem resíduos de incubatório. As demais farinhas de vísceras têm processo de produção semelhante, mas variam na sua composição e limites de inclusão de acordo com a espécie (GOES *et al*, 2013).

A farinha de vísceras de aves com 57,7% de proteína bruta (PB) apresenta 3,33% de lisina com inclusão em dietas de suínos de 3% na fase inicial; e 4% nas demais fases; e limites de 5% na fase inicial, 7% nas fases de crescimentos e 8% na terminação e gestação e lactação. Já a farinha de vísceras de suínos, com 47% de PB e 2,6% de lisina, normalmente incluída nas mesmas porcentagens da farinha de vísceras de aves, tem limites um pouco mais baixo de crescimento (6%), terminação, gestação e lactação 7% (ROSTAGNO *et al*, 2017).

A farinha de penas é o produto resultante da cocção, sob pressão de penas limpas e não decompostas obtidas no abate de aves, sendo permitida a participação de sangue desde que a sua inclusão não altere significativamente a sua composição média. A inclusão de farinha de penas em dietas de suínos é de 1% na fase inicial (com limite de inclusão de 2%); 2% nas demais fases, com limite de inclusão de 4% nas fases de crescimentos e lactação e 5% na terminação e gestação; independentemente, se a farinha apresenta 75% ou 84% de PB (GOES *et al*, 2013; ROSTAGNO *et al*, 2017).

A farinha de sangue é constituída basicamente da cocção e desidratação do sangue coletado em abatedouros de bovinos e suínos. Do ponto de vista do teor de aminoácidos, trata-se de uma farinha rica em lisina (7,70%), triptofano (1,46%), fenilalanina (6,27%) e treonina (4,14%), sendo limitada em isoleucina (0,69%) (GOES *et al*, 2013; ROSTAGNO *et al*, 2017).

Na prática, a inclusão de farinha de sangue em dietas de suínos é de 1% nas fases inicial, crescimento e gestação; e 2% nas fases terminação e lactação. Os níveis máximos recomendados são de 2% na inicial, 3% em crescimento e lactação; e 4%

na terminação e gestação (ROSTAGNO *et al* 2017).

A farinha de peixe é obtida de peixes inteiros ou de pedaços de peixes, secos e triturados dos quais são extraídas ou não uma parcela de óleo. O teor de sal deve constar no rótulo caso supere 3%, mas esse valor não pode exceder a 7%. O teor de proteínas sempre é elevado e as quantidades de metionina (1,29% e 1,6% nas farinhas com 54% e 61% de PB, respectivamente) e triptofano (0,54% e 0,61%) são particularmente significativas. A inclusão usual de farinha de peixe em dietas de suínos é de 5% em todas as fases. Podendo chegar de 10 a 12% na fase inicial (54% e 61% PB respectivamente) e 10% nas fases de crescimento, gestação e lactação (BELLAYER e ZANOTTO, 2004; ROSTAGNO *et al*, 2017).

A composição dos alimentos, incluindo as farinhas de origem animal, pode ser consultada na Tabela Brasileira para aves e suínos. A Tabela 1 mostra uma comparação de alguns valores úteis na formulação de rações (ROSTAGNO *et al*, 2017).

3.2 Farinha de carne e ossos

No Brasil, a farinha de carne e ossos representa mais de 50% de toda a produção nacional e com grande influência na indústria da nutrição animal devido às suas características nutricionais e boa disponibilidade (ABRA, 2019). É produzida a partir de ossos e outros tecidos da carcaça de animais (bovinos, suínos, ovinos, caprinos, equinos, bubalinos) não aproveitados para consumo humano. Esse material é moído, cozido, prensado para extração da gordura e novamente moído. A composição é variável conforme a proporção de seus componentes que devem ser declarados (GOES *et al.*, 2013).

Tabela 1- Composição de farinhas de origem animal.

Produto	*EM ¹ .	% PB	Coef. Diges.	% Lisina	Coef. Diges.	Cálcio total	Fósforo disponível
F. Peixe 54%	2740	54,6	79	3,33	77,1	5,75	2,99
F. Peixe 61%	2845	63,8	87,6	4,32	88,1	4,7	2,41

¹ Coef. Diges - Coeficiente de digestibilidade. *Energia metabolizável média em Kcal/Kg.



F. Penas e vísceras	3263	66,6	70	2,84	75,2	2,47	1,15
F. Penas 75%	2805	76,2	69	2,41	76,3	0,34	0,67
F. Penas 84%	2922	83,1	67	2,45	74,7	0,33	0,47
F. Sangue	2986	85,8	73,3	7,7	79	0,2	0,24
F. Vísceras aves	3566	57,7	81	3,33	74,5	4,34	2,54
F. Visc. aves alta gordura	3905	55,3	81	3,09	74,5	4,06	2,37
F. Vísceras suínos	2256	47	78	2,6	75,9	7,28	4,68

Fonte: Adaptação de ROSTAGNO *et al.*, 2017.

A composição de farinhas de carne e ossos pode ser vista na Tabela 2.

Tabela 2- Composição de farinhas de carne e ossos.

F. de Carne e Ossos	*EM ²	% PB	Coef. Diges.	% Lisina	Coef. Diges.	Cálcio total	Fósforo disp.
38%	1738	37,9	73,3	1,76	72,7	14,1	6,79
43%	2083	42,6	78,9	2,07	76,8	11,3	5,58
48%	2389	47,4	79,3	2,44	77	11,3	5,21
52%	2588	51,7	80,3	2,73	79,9	9,54	4,3
60%	2834	59	81,2	3,03	84,2	8,55	4,13

. Fonte: Adaptação de ROSTAGNO *et al.*, 2017

Assim como as demais farinhas citadas, a farinha de carne e osso também possui valores de inclusão específicos para as fases de criação de suínos (TABELA 3).

² Coef. Diges - Coeficiente de digestibilidade. *Energia metabolizável média em Kcal/Kg.

Tabela 3 -Recomendação (%) de Inclusão de farinha de carne e ossos nas diferentes fases de criação de suínos.

F. Carne e ossos	Inicial		Crescimento		Terminação Gestação Lactação	
	Prático	Limite	Prático	Limite	Prático	Limite
38%	3	5	4	6	4	7
43%	3	5	4	6	4	7
48%	4	6	4	7	4	8
52%	4	6	4	7	4	8
60%	4	6	4	7	4	8

Fonte. Adaptação de ROSTAGNO *et al.*, 2017

3.2.1 Controle de qualidade da farinha de carne e ossos

Vários fatores influenciam a qualidade das farinhas de origem animal, sendo os de maior importância são a umidade, alta temperatura e tempo em excesso no digestor, moagem, excesso de gordura, contaminações, tempo entre o sacrifício e processamento da farinha, proteína bruta, acidez, índice de peróxidos e contaminação microbiana.

As farinhas de origem animal que possuem umidade acima de 8% têm facilidade em se decompor, aumentar a carga microbiana e acidificar. Porém, a umidade muito baixa está associada à queima do produto, o que indicaria desgaste e mau funcionamento de equipamentos (BUTOLO, 2002). Pierre-Landin, *et al* (2017) analisaram amostras de farinha de carne e ossos durante quatorze dias de armazenamento. O teor de umidade inicial variou entre 3,78 e 6,44% e após sete dias de armazenamento, algumas amostras já apresentavam teor de umidade superior a 8%. Esse resultado demonstra a necessidade de monitoramento tanto do processo produtivo, quanto das condições de armazenamento.

Alta temperatura ou tempo excessivo no digestor influencia na quantidade de

aminoácidos. Isso ocorre durante o processo de extração da gordura em que a temperatura exceda 120°C por muito tempo. Ainda, a moagem da farinha de carne e ossos é um processo que sofre influência de vários fatores, incluindo o nível residual de gordura residual (8 – 15%) e a dureza dos ossos que pode danificar as peneiras, o que leva a presença de pedaços grandes de ossos na farinha (BUTOLO, 2002). O tamanho da partícula é determinado em laboratório ou por meio de granulômetro desenvolvido pela Embrapa em 2001, e indica se a moagem foi adequada. Idealmente, 98% devem passar por uma peneira US nº10 (1,91 mm) (BELLAVÉR; ZANOTTO, 2014).

A farinha não deve conter cascos, chifres, sangue, pêlos, sal, couro ou conteúdo estomacal e intestinal. No entanto, durante o processo pode ocorrer de maneira não intencional. Os níveis de contaminantes devem ser acompanhados de modo a manter um nível total baixo. É possível verificar o nível de contaminação através de microscopia. Outros contaminantes comuns são: areia, calcário, caulim, fosfato natural de rocha e farinha de penas (BUTOLO, 2002). De acordo com Bellaver e Zanotto (2014), é admitida a presença de sangue e vísceras, desde que não alterem significativamente a composição química média.

3.2.1.1 Rancidez hidrolítica

A ocorrência de ácidos graxos livres nos alimentos nos dá uma indicação de ocorrência de rancidez hidrolítica, devido à umidade elevada e presença de enzimas que liberam os ácidos graxos livres. Essas enzimas são produzidas por bactérias, assim a acidez elevada quase sempre está associada a uma população de bactérias também elevada. De acordo com Bellaver & Zanotto (2014), as enzimas lipases liberadas por bactérias lipolíticas hidrolisam as gorduras causando a acidez. Embora os padrões mínimos tolerem uma acidez 4mg de NaOH/g de amostra, o ideal é não usar farinhas com mais de 2,5mg de NaOH/g (BUTOLO, 2002). Bellaver & Zanotto (2014) relatam que, embora algumas farinhas possam apresentar valores de 6 mg de NaOH/g de amostra, o ideal é que a acidez das farinhas neutralize no máximo 2 mg de NaOH/g de amostra.

3.2.1.2 Rancidez oxidativa

A formação de peróxido em farinhas de carne indica a ocorrência de rancidez



oxidativa. O ranço oxidativo é provocado por luz, umidade, temperatura elevada, presença de oxigênio, metais como ferro, cobre e zinco, nos quais as ligações químicas dos ácidos graxos formam o radical peróxido. Após uma reação em cadeia, ocorre a formação de cetona, aldeído e álcool que são tóxicos ao organismo animal. Os peróxidos nas gorduras destroem as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), além de piorar a palatabilidade e o odor da farinha, e levar a distúrbios digestivos. Em casos severos, pode levar a vários distúrbios metabólicos como encefalomalácia, distrofia muscular, necrose dos tecidos e órgãos, e baixa fertilidade (BUTOLO, 2002). Segundo Bellaver & Zanotto (2014), o índice de peróxido é dado em mEq/1000g de amostra, e está indicado para ser menor que 10 em todas as farinhas animais.

3.2.1.3 Contaminação por microorganismos patogênicos

Durante o processamento da farinha de carne e ossos, o material é submetido a condições de temperatura e pressão suficientes para a eliminação de microorganismos patogênicos, no entanto, podem ocorrer falhas, e até mesmo a contaminação após esse processo. A presença de *Salmonella sp* é condição suficiente para condenação do produto (BUTOLO, 2002). De acordo com Bellaver e Zanotto (2014), as boas práticas de fabricação reduzem o risco de contaminação e recontaminação, sendo essencial o controle de vetores como pássaros, roedores, insetos e também nas condições de armazenagem e distribuição.

Cardozo (2011) analisou 180 amostras de farinhas obtendo resultado positivo para *Salmonella spp* em 41 (22,8%). Esse percentual foi ainda maior quando consideramos apenas a farinha de carne e ossos. Das 60 amostras, 28 apresentaram contaminação, o que corresponde a 47,7 % de amostras analisadas. Tais resultados evidenciam que o tratamento térmico aplicado foi ineficiente ou houve uma recontaminação do produto, evidenciando a necessidade de monitoramento do processo produtivo e armazenamento.

As especificações orientativas de qualidade podem ser vistas na Tabela 4.

4 Gorduras de origem animal

Os óleos e gorduras são compostos químicos, pouco solúveis em água, mas sendo solúveis em compostos orgânicos. Óleos são provenientes de grãos e cereais, e gorduras são provenientes de animais. São muito utilizados na alimentação de

suínos com intuito de elevar a energia e fornecer ácidos graxos essenciais, além de proporcionar um aumento na energia das rações e a melhoria na palatabilidade. A inclusão de gorduras de origem animal contribui para a melhora da conversão alimentar, elimina a pulverulência e auxilia na absorção de vitaminas lipossolúveis (JÚNIOR, 2018).

Houve um aumento do uso da gordura de origem animal entre os anos de 1960 e 1970, se disseminando na produção animal onde passou a fazer parte das formulações de rações, por serem uma excelente fonte de ácidos graxos. Animais que consumiram rações com esse produto tiveram um melhor desempenho, maior ganho de peso e melhor conversão alimentar. Conseqüentemente apresentavam custo de produção muito inferior se comparado aos animais que consumiam apenas grãos. (ABRA, 2015).

Tabela 4 - Especificações Orientativas de qualidade.

Parâmetros	35% PB	40% PB	45% PB	50% PB	55% PB
Umidade	8%	8%	8%	8%	8%
Digestibilidade em pepsina	30%	30%	30%	30%	30%
Extrato etéreo (mín.)	4%	4%	8%	10%	10%
Matéria Mineral (mín.)	48%	45%	40%	35%	28%
Fósforo (mín)	6,50%	6,00%	5,00%	4,00%	3,00%
Acidez mg NaOH/g (máx)	4	4	4	4	6
Cloreto de sódio (mín)	1%	1%	1%	1%	1%
Índice de peróxido meq/1000g	10	10	10	10	10
Teste Eber (putrefação)	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Salmonella (25g)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Retenção em peneira 1,68 mm (máx)	10%	10%	10%	10%	10%



Retenção em peneira 2,00 mm (máx)	5%	5%	5%	5%	5%
Retenção em peneira 2,83 mm (máx)	0%	0%	0%	0%	0%

Fonte: Adaptação de BUTOLO 2002.

Para se evitar problemas com a rancidez na utilização de óleos de gorduras, torna-se necessário a adição de antioxidantes no momento do seu processamento para prevenir e reduzir esse tipo de situação. Recomenda-se também, que esse tipo de matéria-prima não seja estocada por longos períodos e seja armazenada em local seco (CRUZ, 2017).

Segundo Bellaver e Zanotto (2014), as gorduras podem ser armazenadas em tanques de aço inox ou ferro, mas o contato com o bronze ou cobre deve ser evitado, pois acelera a oxidação das gorduras. Além disso, a presença de ar nos tanques de armazenagem deve ser evitada ao máximo (vácuo, encanamentos sem entrada de ar/borbulhamento, gás inerte na superfície dos tanques).

A qualidade intrínseca das gorduras é dada pela sua composição de ácidos graxos, comprimento de cadeia, bem como pelo seu grau de saturação, os quais estão diretamente relacionados com o valor nutricional e a digestibilidade da energia contida na gordura (VERUSSA, 2015; JÚNIOR, 2018). Gorduras de origem animal possuem menor proporção de ácidos graxos insaturados que são considerados de maior digestibilidade.

A digestão das gorduras ocorre no intestino delgado, na porção do duodeno e jejuno, no lúmen intestinal, e requer a participação das secreções pancreáticas e biliares. A enzima Lipase Pancreática age quebrando os triglicerídeos, dando origem a monoglicerídios, ácidos graxos e glicerol. Nessa fase, as secreções biliares atuam na emulsificação das gorduras para facilitar a ação das enzimas (VERUSSA, 2015).

Na alimentação de suínos é possível fazer uso das mais variadas fontes de lipídeos, dentre elas, as gorduras de origem animal que merecem destaque são o sebo bovino e a gordura de aves, sobre as quais-falaremos a seguir.



4.1 Sebo bovino na alimentação de suínos

O sebo bovino pode ser empregado em diversos setores industriais, tais como na produção de sabões, cosméticos, tintas, vernizes entre outros, bem como na nutrição animal, contribuindo para a redução de resíduos contaminantes no meio ambiente e conseqüentemente, com a poluição. Na produção de suínos, o sebo bovino pode substituir o óleo de soja como fonte lipídica em rações nas fases de crescimento e terminação, podendo proporcionar um melhor desempenho dos animais (SANTOS, 2014).

É um produto obtido no abate, no momento da limpeza dos cortes comerciais, através da fusão dos tecidos adiposos oriundos da carcaça dos bovinos. Pode ser retirada por centrifugação, prensagem, ou por solventes orgânicos conforme recomendado pela Instrução Normativa nº 15, de 29 de outubro de 2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BUENO *et al.*, 2012).

Segundo Rostagno *et al.* (2017), o sebo bovino apresenta energia bruta igual a 9408 kcal/kg, sendo superior aos óleos vegetais, como o óleo de soja que apresenta 9333 kcal/kg de energia bruta. Porém, a metabolização da energia do sebo é menor que nos óleos devido ao seu perfil de ácidos graxos saturados (Tabela 1) que promove uma menor digestibilidade e absorção. O sebo bovino é sólido em temperatura ambiente e sua inclusão nas rações pode variar de 3 a 5% (MACIEL, 2018). A sua composição pode ser vista na Tabela 5.

4.2 Gordura de frango na alimentação de suínos

A gordura de frango é um produto utilizado nas indústrias de sabão, porém, devido à sua digestibilidade, qualidade e sabor, ela é muito utilizada na fabricação de ração de pequenos animais domésticos, como cães e gatos (MACIEL, 2018). Atualmente, esse produto vem ganhando espaço também na nutrição de suínos por ser um ingrediente de baixo custo, e que tem capacidade de elevar os níveis de energia metabolizável das dietas.

Tabela 5- Perfil de ácidos graxos do sebo bovino.

Ácidos graxos	Estrutura	Valores de referência (%)
Ácido Mirístico	C14:0	1,0 – 6,0
Ácido Palmítico	C16:0	20,0 – 37,0
Ácido Palmitoleico	C16:1	1,0 – 9,0
Ácido Margárico	C17:0	1,0 – 3,0
Ácido Esteárico	C18:0	25,0 – 40,0
Ácido Oleico (Ômega 9)	C18:1	31,0 – 50,0
Ácido Linoleico (Ômega 6)	C18:2	1,0 – 5,0

Fonte: Adaptação de MIRANDA, 2016.

É um produto obtido no momento do abate, através dos tecidos adiposos das aves pelo método de aquecimento controlado, das partes não comestíveis, seguido de prensagem, decantação ou filtração da gordura (RAIZER, 2012). A vantagem da utilização desse tipo de gordura é o baixo custo e o alto conteúdo energético (ROSTAGNO et al., 2017).

A gordura de aves apresenta energia bruta igual a 9283 kcal/kg (ROSTAGNO et al., 2017), e uma grande proporção de ácidos graxos insaturados e polinsaturados (Tabela 6). É uma gordura semi-sólida em seu estado natural, possui boas propriedades nutricionais comparadas com outras gorduras de origem animal e suas características físicas se assemelham às da banha e do sebo bovino (CENTENARO, 2016). O perfil de ácidos graxos da gordura de frango pode ser visto na Tabela 6.

Tabela 6- Perfil de ácidos graxos da gordura de frango.

Ácidos graxos	Estrutura	Valores de referência (%)
Ácido Palmítico	C16:1	18,4 – 19,3



Ácido Esteárico	C18:0	7,5 – 8,9
Ácido Oleico (Ômega 9)	C18:1	54,7 – 55,4
Ácido Linoleico (Ômega 6)	C18:2	17,8 – 17,9

Fonte: Adaptação de CENTENARO, 2016, p.

4.3 Controle de qualidade de óleos e gorduras

De acordo com a ANVISA (2019), o controle de qualidade consiste em procedimentos que visam garantir a qualidade e a adequação dos alimentos de acordo com a legislação vigente. Os óleos e gorduras utilizados como ingredientes nas dietas para suínos necessitam passar por um excelente controle de qualidade para que não ofereçam riscos à saúde dos animais, para isso existem alguns métodos relatados na literatura para esse fim, os quais iremos citar a seguir:

- Cor pode ser realizada através de um calorímetro, comparando-se à amostra bem iluminada com cores normalizadas e valores conhecidos (PEREIRA, 2012).
- Índice de iodo, também chamado de grau de instauração, é a medida da insaturação química da gordura. Os resultados são obtidos com o número de gramas de iodo absorvidos por 100 gramas de amostra. Há vários métodos de análises, sendo os principais o de Wijs e Hanus (BELLAYER, 2015; PEREIRA, 2012).
- Índice de saponificação se refere à quantidade de álcali na amostra expresso por miligramas de hidróxido de potássio (KOH) requerida para saponificar 1 grama de gordura (PEREIRA, 2012). Segundo Bellaver (2015), quanto maior o índice de saponificação, menor é a média do comprimento da cadeia dos triglicerídeos e mais indicado é essa gordura para fins alimentares.
- Índice de acidez revela o estado de conservação dos óleos e gorduras medindo a quantidade de ácido graxo livre que se encontra presente em 1 grama de amostra. É definido em miligramas de KOH e sua análise é semelhante à



análise de ácidos graxos livres (PEREIRA, 2012).

- Índice de peróxido é um indicador do estágio inicial de alterações oxidativas que tem por finalidade detectar a rancidez da gordura, determinando a presença de hidroperóxidos responsáveis pela sua deterioração. Há diversas provas para essa determinação, porém, a mais utilizada é o método do iodométrico (FUENTES, 2011). Os valores de Índice de peróxido devem estar entre 0 e 20 mEq/kg, e já nesse último valor, é perceptível o odor de rancidez (RAIZER, 2012).
- Matéria insaponificável são substâncias como esteróis, pigmentos e hidrocarbonetos que não podem ser saponificados. O seu teor ideal deve ser menor que 1% e o somatório dos três itens não deve exceder a 3% (FUENTES, 2011; PEREIRA, 2012).
- A umidade mede o teor de água no material. É calculada para expressar a pureza da gordura e pode ser mensurada por secagem térmica, destilação e titulação. Recomenda-se que o teor de umidade seja menor do que 1% (BELLAVÉR, 2015).

5 Pesquisas sobre o uso de farinhas, óleos e gorduras na alimentação de suínos

Pozza (2001) determinou a digestibilidade ileal aparente e verdadeira de aminoácidos de diferentes farinhas de carne e ossos para suínos. Os tratamentos constaram de seis rações isoprotéicas, formuladas à base de amido de milho, açúcar, casca de arroz, minerais, vitaminas e seis diferentes partidas de farinhas de carne e ossos. As farinhas utilizadas apresentavam grande variabilidade no conteúdo protéico e aminoacídico provavelmente devido às diferenças na matéria-prima utilizada. A variação de proteína bruta observada foi entre 33,53 e 52,43%, e a lisina entre 1,42 e 2,36%; observando-se também, aumento no conteúdo dos demais aminoácidos em função dos maiores níveis de proteína bruta das diferentes farinhas de carne e ossos. Os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da proteína total e lisina das diferentes farinhas de carne e ossos variaram de 63,42 a 83,74 e 54,87 a 74, respectivamente. A variação entre os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira foi de 65,06 a 84,81 (proteína total), e 57,00 a 76,08 (lisina).



Os maiores coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeiro foram obtidos para a farinha de carne e ossos que apresentou maior conteúdo de proteína bruta (52,43%) e aminoácidos totais. As farinhas de carne e ossos com 33,53 e 35,72% de proteína bruta apresentaram menores coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeiro.

Pozza *et al* (2005) determinaram os valores de aminoácidos digestíveis aparentes e verdadeiros de diferentes farinhas de vísceras para suínos. Os tratamentos constaram de cinco rações isoprotéicas formuladas à base de amido de milho, açúcar, casca de arroz, minerais, vitaminas e cinco partidas de farinhas de vísceras. As farinhas de vísceras utilizadas apresentavam diferentes valores de PB (57,16% a 62,47%) e lisina (2,68 a 3,73%). A variação no conteúdo de aminoácidos totais das diferentes amostras de farinhas de vísceras pode ser decorrente das diferenças entre os materiais utilizados no processamento. Os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da lisina, treonina e metionina das diferentes farinhas de vísceras apresentaram variação de 63,40 a 74,01; 63,17 a 79,13; e 72,60 a 81,11%, respectivamente, e os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeiros apresentaram variação de 64,38 a 74,88; 64,31 a 80,60; e 73,07 a 81,64%, respectivamente.

Em estudo com suínos na fase de crescimento, Correia (2020) observou que um produto de origem animal similar à farinha de carne e ossos, denominado de torta, pode ser utilizado em até 6% na ração sem afetar o desempenho, as características de carcaça e causar diarreia em suínos em fase de crescimento. Além disso, reduz o farelo, óleo de soja e o fosfato bicálcico da ração, ingredientes que oneram o custos de produção, logo proporciona maior retorno econômico.

Em outra pesquisa, Pena *et. al.* (2019) observaram que não houve efeito significativo ($P>0,05$) para digestibilidade de matéria seca, nitrogênio e matéria mineral com o aumento do nível de inclusão de um coproduto semelhante à farinha de carne e ossos. No entanto, constatou-se que houve efeito quadrático ($P<0,05$) dos níveis de inclusão da torta para a digestibilidade do extrato etéreo. O melhor nível de inclusão da torta para a digestibilidade do extrato etéreo foi de 3,66%.

Em uma análise recente da composição e qualidade de amostras comerciais de gordura e óleo, Wealleans *et al.* (2021) evidenciaram que a presença de fatores de diluição de energia, umidade, impurezas e insaponificáveis (MIU) podem reduzir o valor energético das amostras de óleo para 46% da estimativa para óleo de soja,



gordura animal, óleos ácidos, óleos de girassol e óleo de aves. Essas descobertas sugerem que, como gorduras e óleos de alta qualidade são cada vez mais direcionados para o consumo humano e substituídos por alternativas de baixo custo, produtores de ração para suínos correm o risco de superestimar a contribuição energética dos lipídios na dieta, bem como, sua qualidade, pois contribuição de energia de componentes como MIU podem levar a mudanças consideráveis no conteúdo de energia de gorduras e óleos.

As gorduras e óleos variam amplamente em termos de composição, estado oxidativo e palatabilidade, conforme relatado por Varona *et al.* (2021); Wealleans *et al.* (2021), e Thng *et al.* (2020). Além disso, é bem conhecido que a presença de produtos de oxidação primária pode ter um efeito negativo na alimentação e eficiência e, por consequência, no desempenho animal (CABEL *et al.*, 1988).

Em um estudo realizado por Bai *et al.* (2017), foram comparados os seguintes itens: efeitos da adição de diferentes fontes de gordura às dietas para porcas no desempenho, perfis de ácidos graxos do leite (AF), tamanho dos glóbulos de gordura do leite e imunoglobulinas de porcas e leitões durante o final da gestação e lactação. Sessenta porcas foram aleatoriamente distribuídas em quatro dietas com suplementação de 3% de óleo de soja, 3% de óleo de coco, 3% de palma óleo, ou óleo misto a 3%, que incluía 1% de óleo de soja, 1% de óleo de coco, e 1% de óleo de palma, respectivamente, do dia 107 de gestação ao dia 21 de lactação e, verificou-se que a adição de óleo de soja à dieta aumentou as concentrações de gordura no colostro em comparação com dietas suplementadas com óleo de palma e óleo de coco ($P < 0,05$) e que a adição de óleo de coco à dieta da porca diminuiu o tamanho do glóbulo da gordura do leite, seguido por óleo de palma e óleo de soja.

Em um estudo realizado por Santos *et al.* (2017), foi possível observar que o sebo bovino pode substituir o óleo de soja como fonte de lipídios em dietas para suínos em crescimento e terminação, e que a redução de até 150 kcal de energia metabolizável por quilo na dieta com o uso de sebo bovino pode ser compensado pela adição de emulsionante.

6 Conclusão

A reciclagem animal pode contribuir para mitigar possíveis impactos ambientais



oriundos de resíduos de frigoríficos ao transformá-los em alimentos de alto valor nutricional para suínos.

A inclusão de produtos de origem animal na dieta de suínos, ainda reduz a necessidade de área plantada de milho e soja, e conseqüentemente, há diminuição no gasto de água, adubos e defensivos nas lavouras dessa cultura.

O controle de qualidade dos produtos de origem animal torna-se imprescindível para a obtenção de alimentos seguros para suínos, e assim, garantir ao suinocultor confiabilidade na inclusão em dietas nas diferentes fases.

Há carência de estudos recentes sobre a inclusão de produtos de origem animal para suínos e pesquisas poderiam ser incentivadas, principalmente por empresas ligadas à reciclagem animal.

O uso de emulsificantes em dietas suplementadas com gordura de origem animal pode ser uma estratégia para elevar a metabolizabilidade dos nutrientes e reduzir custos com a alimentação de suínos.

Referências bibliográficas

ABRA – Associação Brasileira de Reciclagem Animal (ABRA). Brasília, 2021. Disponível em: <https://abra.ind.br/conheca-o-setor/>. Acesso: 21 de jun. de 2021.

ABRA – Anuário ABRA. **Setor De Reciclagem Animal 2019**. Associação Brasileira de Reciclagem Animal (ABRA). Brasília. Outubro, 2020. Disponível em: <https://abra.ind.br/anuario2019/>. Acesso: 21 de jun. 2021.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. (ABRELPE). São Paulo, novembro, 2019. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018/2019/>. Acesso em 14 de mai. 2021.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia de boas práticas para bancos de alimentos. **ANVISA**. Guia nº 26, versão 1, 2019. Disponível em: <https://pesquisa.anvisa.gov.br/upload/surveys/15455/files/GUIA%20BANCO%20ALIMENTOS.pdf>. Acesso: 01 de setembro de 2021.

Bai, Y.S. C.Q. Wang, X. Zhao, B.M. Shi* , A.S. Shan. Effects of fat sources in sow on the fatty acid profiles and fat globule size of milk and immunoglobulins of sows and piglets Citation Data Animal **Feed Science and Technology**, v. 234, p. 217-227. 2017.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D.L. Parâmetros de qualidade em gordura e subprodutos proteicos de origem animal. *In*: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA



E TECNOLOGIA AVÍCOLAS; 2004, Santos ,SP. **Anais...** Campinas: FACTA, v.1.p.79-102, 2004.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D.L. **Parâmetros de qualidade em gordura e subprodutos proteicos de origem animal.** In: Manual prático para produção de suínos. 2014. 472p.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D. L. **Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos protéicos de origem animal.** 2005. Disponível em:https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/parametros_qualidade_gorduras_e_subprodutos_proteicos_de_origem_animal_000fyrf0t6n02wx5ok0pvo4k33hlhtkv.pdf. Acesso: 01 de setembro de 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal.** Aprovado pelo Decreto nº 30.691/1952., Brasília, DF, 1952.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº15, de 29 de outubro de 2003.** Aprova o regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos que processam resíduos de animais destinados à alimentação animal Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº34, de 28 de maio de 2008.** Aprova o regulamento técnico da inspeção higiênico-sanitária e tecnológica do processamento de resíduos de animais e o modelo de documento de transporte de resíduos animais Brasília, DF, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal.** Aprovado pelo Decreto nº 9.013/2017 e alterado pelo Decreto nº 9.069/2017, Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº34, de 28 de maio de 2008.** Aprova o regulamento técnico da inspeção higiênico-sanitária e tecnológica do processamento de resíduos de animais e o modelo de documento de transporte de resíduos animais.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Lei nº 1.283 de dezembro de 1950.** Dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal. Rio de Janeiro, RJ, 1950. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L1283.htm >. Acesso em 14 de mai. de 2021.

BUENO, C.R.F; FREITAS, S.M.; NACHILUK, K. **Produção e aplicações do sebo bovino. TD-IEA.** Textos para Discussão, n.32/2012. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/TD/td-32-2012.pdf>. Acesso em 28 de jun. de 2021.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal.** Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. Campinas, SP, 2002. 430p.,



CABEL, M.C., WALDROUP, P.W., SHERMER, W.D., CALABOTTA, D.F., 1988. **Effects of ethoxyquin feed preservative and peroxide level on broiler performance.** Poultry Sci. 67, 1725–1730.

CARDOZO, M. V. **Salmonella spp. e Clostridium perfringens em farinhas de origem animal utilizadas na fabricação de rações e avaliação de aditivo na inibição de patógeno.** Jaboticabal, 2011. 60f. Dissertação de mestrado em Microbiologia. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011.

CENTENARO, Graciela Salet; FURIAN, Valcenir Júnior Mendes; SOARES, Leonor Almeida de Souza. Gordura de frango: alternativas tecnológicas e nutricionais. **Revista Avicultura Industrial**, 2016. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/gordura-de-frango-alternativas-tecnologicas-e-nutricionais/20090213-110309-3202>. Acesso: 01/09/2021.

CORREIA, A. M. **Inclusão de resíduos de graxaria (torta) em dietas para suínos em crescimento.** 24f. Dissertação. Pós-Graduação Stricto Sensu em Nutrição e Produção Animal - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - *Campus Rio Pomba*. 2020.

CRUZ, Frank George Guimarães; RUFINO, João Paulo Ferreira. **Formulação e fabricação de rações (Aves, Suínos e Peixes).** EDUA, 2017. Manaus: EDUA, 2017.92 p. Disponível em: [https://ecoemlivros.ufam.edu.br/attachments/article/2/Formulaco e Fabrica o de Ra es .pdf](https://ecoemlivros.ufam.edu.br/attachments/article/2/Formulaco_e_Fabrica_o_de_Ra_oes_.pdf). Acesso: 01 de setembro de 2021.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Central de Inteligência de aves e suínos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>. Acesso em: 21 de mai. de 2021.

FUENTES, Paula Heidy Aguilera. **Avaliação a Qualidade de óleos de soja, canola, milho e girassol durante o armazenamento.** Florianópolis, 2011. Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina. 2011. 98p.

GERALDES, Daniel. O Mundo da Reciclagem Animal e a Sustentabilidade. **Revista Graxaria**. v.1, Editora Stilo, 2018.

GOES, Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de; SILVA, Luiz Henrique Xavier da; SOUZA, Kennyson Alves de. **Alimentos e alimentação animal.** Dourados, MS: UFGD, 2013. Disponível em: http://nbcgib.uesc.br/ppgca/files/docentes_processo_seletivo/alimentos_e_alimentacao_animal.pdf. Acesso em: 14 de maio de 2021.

JÚNIOR, Martolino Barbosa da Costa. **Níveis e fontes lipídicas no valor energético de dietas para suínos.** Belo Horizonte, 2018. Doutorado em Zootecnia. UFMG. https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-BBYRCW/1/vers_o_final___tese_martolino_barbosa_2018.pdf. Acesso: 01 de set. 2021.



SANTOS, Kássia Moreira. **Sebo bovino e emulsificante na dieta de suínos em crescimento e terminação**. Fortaleza, 2014. Dissertação de mestrado em Zootecnia. UFC. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/18786/1/2014_dis_kmsantos.pdf. Acesso: 01 de setembro de 2021.

SANTOS, KASSIA M. *et al.* Beef tallow and emulsifier in growing-finishing pig diets. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** [online]. 2017, v. 89, n. 02, p. 1221-1230. Available from: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720160500>. Epub 27 Apr 2017. ISSN 1678-2690. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720160500>. Acesso: 01 de set. 2021.

MACIEL, Roberto. **Uso de óleos e gorduras nas rações**. 2018. http://www.dzo.ufla.br/Roberto/uso_oleos_gorduras.pdf. Acesso em 28 de jun. de 2021. MALAGUTTI, Cíntia. Você sabe o que é Reciclagem Animal?. FoodSafetyBrazil.org. 25 de fevereiro de 2020. Disponível em:

MALAFAIA, Guilherme Cunha; BISCOLA, Paulo Henrique Nogueira; DIAS, Fernando Rodrigues Teixeira. **Reciclagem animal**: uma atividade essencial, segura e sustentável. Embrapa Gado de Corte-Folder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2020. Disponível em: <https://www.cicarne.com.br/wp-content/uploads/2020/07/Boletim-CiCarne-11.pdf>. Acesso em 17 de maio de 2021.

BRASIL. **Instrução normativa nº 8 de 26 de março de 2004**. Proíbe em todo o território nacional a produção, a comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal. Publicado por Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA, Diário Oficial da União. Disponível em http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualiza_rAtoPortalMapa&chave=178957228. Acesso em 17 de mai. de 2021.

MIRANDA, PAULO VINÍCIUS GONTIJO. **Estrutura física e processo industrial para a obtenção do óleo de sebo bovino: estudo de caso na região do Triângulo Mineiro**. Brasília, 2016. 26f. Trabalho de Conclusão de Curso Agronomia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/14972/1/2016_PauloVin%c3%adnciusGontijoMiranda_tcc.pdf. Acesso: 01 set. 2021.

PENA, S.M.; CORREIA, A.M.; PINHEIRO, A.M. *et. al.* Co-produtos de Origem Animal na Alimentação de Suínos e Aves. **Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia no Campus Rio Pomba do IF Sudeste MG**. Rio Pomba, IF Sudeste MG, 2019.

PEREIRA, Francisco Sávio Gomes. **Óleos e gorduras**. Recife, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317506475_Oils_and_Fats_In_Portuguese_Oleos_e_Gorduras. Acesso em: 01 set. 2021.

PIERRE-LANDIN, J; CASSOL M.; BARBOSA, R. G.; BALDO, F. V. **Qualidade de farinha de carne e osso suíno**: Análise de shelf life de farinha de carne e osso para



a produção de ração. 2017. 72f . Trabalho de conclusão de curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, São Miguel do Oeste. 2017

POZZA, Paulo César. **Valor energético e digestibilidade ileal de aminoácidos de farinha de carne e ossos e de farinha de vísceras para suínos**. 2001. 93 f. Tese Doutorado em Zootecnia. - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2001.

POZZA, Paulo Cesar *et al.* . Digestibilidades ileal aparente e verdadeira dos aminoácidos de farinhas de vísceras para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, supl. p. 2327-2334, dez./ 2005. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982005000700019&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 22 maio 2021.

RAIZER, Fernando. Qualidade das gorduras e sub produtos protéicos de origem animal. **Revista Avicultura Industrial**. 2012. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/qualidade-das-gorduras-e-sub-produtos-proteicos-de-origem-animal-por-fernando/20120215-104237-m803>. Acesso: 01 set. 2021.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4.ed. Viçosa: UFV, 2017. 488p.

THNG A, TING JX, TAY HR, SOH CY, ONG HC AND TEY D .The use of predicted apparent metabolizable energy values to understand the oil and fat variability in broilers. Online **J. Anim. Feed Res.**, n. 10, v.4. p. 150-157. 2020

VARONA, E.; TRES, A.; RAFECAS, M.; VICHI, S.; BARROETA, A.C.; GUARDIOLA, F. Composition and Nutritional Value of Acid Oils and Fatty Acid Distillates Used in Animal Feeding. **Animals**, 2021, n. 11. Acesso em: 09 nov. 2021.

VERUSSA, Guiomar Helena. Uso de lipídios na nutrição de suínos. **Revista Eletrônica NutriTime**, v. 12, n. 05, set/out de 2015. p.4288-4301. <https://www.nutritime.com.br/site/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-329.pdf> .Acesso em: 09 nov. 2021.

WEALLEANS, A.L., BIERINCKX, K., WITTERS, E., DI BENEDETTO, M., WISEMAN, J., 2021. Assessment of the quality, oxidative status and dietary energy value of lipids used in non-ruminant animal nutrition.**J Sci Food Agric** . 2021, n. 101, v.10, p. 4266-4277. doi: 10.1002/jsfa.11066. Acesso em: 09 nov. 2021.



UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DIFERENCIÁVEIS PARA OTIMIZAÇÃO IRRESTRITA

Ramon de Oliveira Rocha
Hernando José Rocha Franco

1 Introdução

Otimização é uma área da Matemática que se refere ao estudo de problemas que consistem em minimizar ou maximizar funções de uma ou várias variáveis.

Os problemas reais de otimização estão presentes em diversos campos científicos, por exemplo, nas Engenharias, Economia, Mecânica, Logística, Informática e outros, em que se busca derivar soluções ótimas, ou as melhores possíveis para esses problemas a partir dos modelos matemáticos que os representam (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Para além desse contexto de cunho prático, a Otimização (ou Programação Matemática) busca o estudo e o aperfeiçoamento de técnicas ou métodos computacionais que se apliquem na resolução de determinada classe de problemas, conforme as características das funções envolvidas (FRANCO, 2018).

A Otimização Diferenciável trabalha com funções que possuem derivadas em todos os pontos de seu domínio. Nos casos em que tais funções não estejam sujeitas a restrições de igualdade ou desigualdade, no campo da chamada Otimização Diferenciável e Irrestrita, têm-se os algoritmos clássicos, por exemplo, método do gradiente, método de Newton, dentre outros (ZÖRNIG, 2011).

2 Objetivos

Em face do acima exposto, este trabalho tem por objetivo apresentar e comparar a implementação de dois métodos clássicos da otimização irrestrita: o método de Newton e o método do gradiente. Critérios como convergência e número de iterações dos algoritmos foram levados em consideração neste estudo.

3 Referencial teórico

Um problema padrão de otimização é dado da seguinte forma:

$$\min f(\mathbf{x})$$

$$\text{sujeito à } \mathbf{x} \in M \subset \mathbb{R}^n,$$



onde $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ e $M = \{\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n \mid r_i(\mathbf{x}) \leq 0, i = 1, \dots, m\}$. Assim, queremos obter um ponto $\mathbf{x}^* \in \mathbb{R}^n$ que minimize a função f , satisfazendo as restrições r_i do conjunto M .

Denotamos f como função objetivo e o conjunto M como conjunto viável (ou factível). Dizemos também que $\mathbf{x}^* \in M$ é um ponto ótimo de f se

$$f(\mathbf{x}^*) \leq f(\mathbf{x}); \forall \mathbf{x} \in M,$$

sendo $f(\mathbf{x}^*)$ um valor ótimo.

Em relação ao modelo do problema a ser otimizado, podemos classificá-lo quanto à:

a) existência de restrições

- Otimização irrestrita: é um caso particular em que $M = \mathbb{R}^n$.
- Otimização restrita: é o caso mais geral, onde há limitações físicas, financeiras e operacionais, por exemplo.

b) natureza das variáveis

- Otimização discreta: é um problema de programação inteira tal que $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$ e, para todo $i = 1, \dots, n$, tem-se $x_i \in \mathbb{Z}$. Há também problemas de programação inteira mista, isto é, quando existe algum $x_i \in \mathbb{Z}$, com $i = 1, \dots, n$.
- Otimização contínua: é um problema de programação em que $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$ e, para qualquer $i = 1, \dots, n$, tem-se $x_i \in \mathbb{R}$.

c) natureza das restrições e função objetivo

- Otimização linear: caso em que as funções r_i e f são lineares.
- Otimização não linear: é quando as funções r_i e/ou f não são lineares.

d) quantidade de objetivos do modelo

- Otimização escalar: é quando temos apenas uma única função objetivo.
- Otimização multiobjetivo: é o caso em que há mais de uma função objetivo.



A seguir, apresentamos um típico exemplo de problema padrão de otimização.

Exemplo 3.1: Dado um fio de comprimento L , quanto deve medir a altura e a largura de um retângulo, formado por esse fio, a fim de que sua área seja máxima?

Defina x como sendo a largura e y a altura desse retângulo. Considere também $A(x, y) = xy$ a função objetivo que determina a área do retângulo.

Perceba que, nesse contexto, temos as seguintes restrições:

- i) O comprimento do fio deve ser igual ao perímetro do retângulo, isto é, igual a duas vezes a soma da altura com a largura;
- ii) As medidas não podem ser negativas.

A partir disso, temos o seguinte problema de otimização:

$$\begin{aligned} \max \quad & xy \\ \text{sujeito a} \quad & 2(x + y) = L, \\ & x \geq 0, \\ & y \geq 0. \end{aligned}$$

O modelo acima é do tipo restrito, contínuo, não linear e escalar. Saber classificar um problema de otimização é crucial para estabelecer o melhor método ou técnica a ser utilizado para obter a solução ótima.

Ressalta-se que, no caso da *maximização* de uma função,

$$\max f(\mathbf{x}) \Leftrightarrow -\min[-f(\mathbf{x})]$$

e, em razão disso, falaremos apenas em *minimização* ao longo deste trabalho.

3.1 Métodos de otimização

Um método geral de otimização irrestrita é dado da seguinte forma:

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{x}_k + \lambda_k \mathbf{d}_k,$$

em que $\mathbf{x}_k \in \mathbb{R}^n$ é o vetor das variáveis de decisão do problema na iteração k , $\mathbf{d}_k \in \mathbb{R}^n$ é a direção de busca e $\lambda_k \in \mathbb{R}$ é o tamanho do passo dado ao longo da direção \mathbf{d}_k .

Apresentamos a seguir as características dos métodos de Newton e do gradiente.



3.1.1 O método de Newton

O método de Newton é uma importante ferramenta em otimização. Tanto o algoritmo básico, chamado de Newton Puro, quanto suas variantes, que incorporam busca linear, são muito utilizados para resolver sistemas lineares e também para minimização de funções (RIBEIRO; KARAS, 2010).

Caso unidimensional

Consideremos, inicialmente, os dois resultados do Cálculo:

Teorema 3.1 (Weierstrass) *Se $f : [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ é contínua, então f admite um ponto de máximo e de mínimo.*

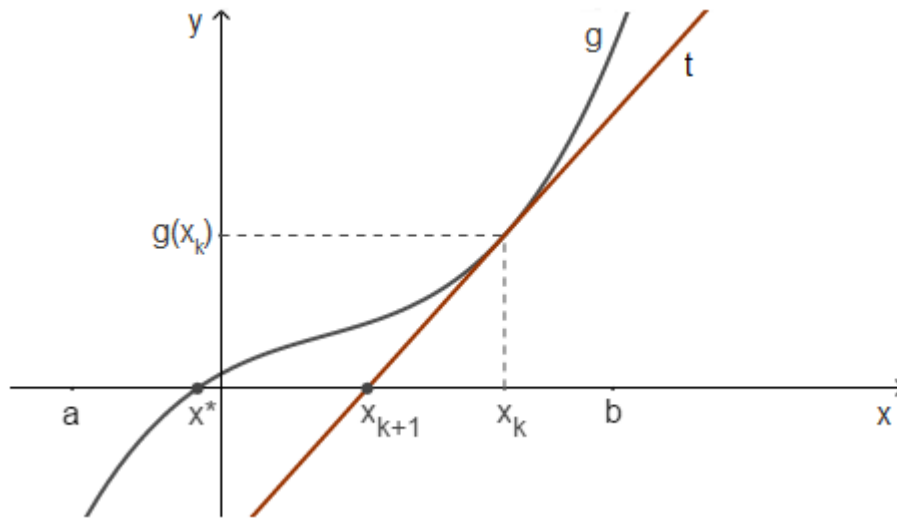
Teorema 3.2 (Fermat) *Se $f :]a, b[\rightarrow \mathbb{R}$ é diferenciável e c é um ponto de mínimo (máximo) local de f em $]a, b[$, então $f'(c) = 0$.*

Isso posto, um procedimento apropriado para minimizar uma função f seria encontrar as raízes da equação:

$$g(x) = f'(x) = 0, \quad x \in \mathbb{R}.$$

Assim, considere que $g :]a, b[\rightarrow \mathbb{R}$ é diferenciável e contínua e, além disso, admita que $g(a) < 0 < g(b)$ e g é crescente neste determinado intervalo, isto é, $g'(x) > 0; \forall x \in [a, b]$. A partir disso, escolhemos um ponto inicial x_0 e formamos uma sequência $x_0, x_1, \dots, x_k, x_{k+1}, \dots$ que geralmente converge para o ponto ótimo x^* se x_0 é próximo suficiente de x^* . Para tal, tomamos um ponto x_k de forma conveniente, construímos uma reta t tangente à g no ponto $(x_k, g(x_k))$ e definimos x_{k+1} como o ponto de interseção dessa reta com o eixo das abscissas (Figura 1).

Figura 1 – Interpretação geométrica do método de Newton.



Fonte: Elaboração própria.

Uma vez que $g'(x_k)$ coincide com o coeficiente angular da reta t , temos:

$$g'(x_k) = \frac{g(x_k)}{x_k - x_{k+1}} \Leftrightarrow x_{k+1} = x_k - \frac{g(x_k)}{g'(x_k)} \quad (1)$$

A esse processo iterativo, chama-se *método de Newton*. Na prática, ele encerra quando $|g(x_k)| \leq \varepsilon$, onde ε trata-se de um valor suficientemente pequeno escolhido como critério de parada.

Se considerarmos $g = f'$ e f for de classe C^2 , podemos reescrever (1) da seguinte forma:

$$x_{k+1} = x_k - \frac{f'(x_k)}{f''(x_k)} \quad (2)$$

Analogamente ao caso anterior, o método termina quando $|f'(x_k)| \leq \varepsilon$ para um ε previamente fixado.

Caso multidimensional

Podemos generalizar o método de Newton para dimensões mais altas. Dada a fórmula de recorrência (2), basta tomar $f'(x_k) = \nabla f(\mathbf{x}_k)$ e $f''(x_k) = \nabla^2 f(\mathbf{x}_k)$, onde

$$\nabla f(\mathbf{x}) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f(\mathbf{x})}{\partial x_1} \\ \vdots \\ \frac{\partial f(\mathbf{x})}{\partial x_n} \end{bmatrix} \text{ é o vetor gradiente de } f \text{ em } \mathbf{x}$$



e

$$\nabla^2 f(\mathbf{x}) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f(\mathbf{x})}{\partial x_1 \partial x_1} & \cdots & \frac{\partial^2 f(\mathbf{x})}{\partial x_1 \partial x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 f(\mathbf{x})}{\partial x_n \partial x_1} & \cdots & \frac{\partial^2 f(\mathbf{x})}{\partial x_n \partial x_n} \end{bmatrix} \text{ é a matriz Hessiana de } f \text{ em } \mathbf{x}.$$

Note agora também que,

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}.$$

Assim, temos

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{x}_k - (\nabla^2 f(\mathbf{x}_k))^{-1} \nabla f(\mathbf{x}_k),$$

tal que f é uma função de classe C^2 .

Em razão de custos computacionais, na prática, não se calcula a inversa da matriz Hessiana, isto é, $(\nabla^2 f(\mathbf{x}_k))^{-1}$. Ao invés disso, fazemos

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{x}_k + \mathbf{d}_k,$$

em que \mathbf{d}_k é o vetor direção dado por

$$\begin{aligned} \mathbf{d}_k = -(\nabla^2 f(\mathbf{x}_k))^{-1} \nabla f(\mathbf{x}_k) &\Leftrightarrow \nabla^2 f(\mathbf{x}_k) \mathbf{d}_k = [\nabla^2 f(\mathbf{x}_k) (\nabla^2 f(\mathbf{x}_k))^{-1}] (-\nabla f(\mathbf{x}_k)) \\ &\Leftrightarrow \nabla^2 f(\mathbf{x}_k) \mathbf{d}_k = I(-\nabla f(\mathbf{x}_k)) \\ &\Leftrightarrow \nabla^2 f(\mathbf{x}_k) \mathbf{d}_k = -\nabla f(\mathbf{x}_k) \end{aligned}$$

Logo, perceba que \mathbf{d}_k é obtido via solução de um sistema linear. Em particular, se a matriz Hessiana $\nabla^2 f(\mathbf{x}_k)$ é positiva definida, então o passo \mathbf{d}_k está bem definido e é uma direção de descida.

Além disso, se

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{x}_k + \lambda_k \mathbf{d}_k, \text{ tal que } \lambda_k = 1,$$

dizemos que o método de Newton é “puro”.



Algoritmo de Newton

Algoritmo 1: O Algoritmo de Newton para minimizar funções multidimensionais.

1. Escolha $\mathbf{x}_0 \in \mathbb{R}^n$ e faça $k = 0$.
2. Calcule $\mathbf{g}_k = \nabla f(\mathbf{x}_k)$.
3. Se $\mathbf{g}_k = 0$ (ou $|\mathbf{g}_k| \leq \varepsilon$), pare. Caso contrário, continue com a etapa (4).
4. Calcule uma solução \mathbf{d}_k de $\nabla^2 f(\mathbf{x}_k)\mathbf{d}_k = -\nabla f(\mathbf{x}_k)$ e determine o tamanho do passo $\lambda_k > 0$.
5. Faça $\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{x}_k + \lambda_k \mathbf{d}_k$; $k = k + 1$ e continue com a etapa (2).

Exemplo 3.2: Vamos começar mostrando o algoritmo para uma função de uma variável dada por $f(x) = x^2 + 3e^{-x}$ no intervalo $I = [0, 3]$. Note, então, que

$$f'(x) = 2x - 3e^{-x} \text{ e } f''(x) = 2 + 3e^{-x}.$$

Como $f'(0) < 0 < f'(3)$ e $f''(x) > 0$ para todo $x \in [0, 3]$, temos que f tem concavidade para cima (convexa) e admite um único ponto de mínimo (global) em I .

1) Assim, vamos tomar $x_0 = 1 \in I$ e fazer $k = 0$.

2) Sabendo que $f'(x) = 2x - 3e^{-x}$, então em $x_0 = 1$ teremos $f'(1) \approx 0.896$.

3) Visto que $f'(1) \neq 0$, vamos para a etapa (4).

4) Escolhendo $\lambda_0 = 1$ e calculando o ponto inicial em f'' , obtemos que $f''(1) \approx 3.104$.

5) Portanto, pela fórmula de recorrência, vem que

$$x_1 = 1 - \frac{0.896}{3.104} \approx 0.711$$

Se continuarmos o procedimento, tendo em vista que

$$x_{k+1} = x_k - \frac{f'(x_k)}{f''(x_k)} = x_k - \frac{2x_k - 3e^{-x_k}}{2 + 3e^{-x_k}},$$

vamos chegar em $x_2 \approx 0.726$, $x_3 \approx 0.726, \dots$

Daí, considerando apenas três casas decimais, já teremos uma boa aproximação do ponto x^* que minimiza f em I .

Exemplo 3.3: Vamos agora partir para um caso multidimensional, e minimizar a função $f(x, y) = (x - 1)^2 + 10(y - 2)^2$, considerando o ponto inicial $(0.5, 0.75)$, e utili-



zando o método de Newton “puro”.

1) Dado que $(x_0, y_0) = (0.5, 0.75)$, faça $k = 0$.

2) Temos que o gradiente de f em (x, y) é dado por:

$$\nabla f(x, y) = \begin{bmatrix} 2x - 2 \\ 20y - 40 \end{bmatrix}$$

Assim, no ponto inicial, vamos obter:

$$\nabla f(0.5, 0.75) = \begin{bmatrix} -1 \\ -25 \end{bmatrix}$$

3) Como $\nabla f(0.5, 0.75) \neq (0, 0)$, passamos para a etapa (4).

4) Escolha $\lambda_0 = 1$ e defina $\mathbf{d}_0 = (u_0, v_0)$. Uma vez que a matriz Hessiana de f em (x, y) é

$$\nabla^2 f(x, y) = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 20 \end{bmatrix},$$

vamos calcular a direção de busca através do sistema linear $\nabla^2 f(x_0, y_0) \cdot (u_0, v_0) = -\nabla f(x_0, y_0)$, isto é,

$$\begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 20 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_0 \\ v_0 \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} -1 \\ -25 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 25 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 2u_0 & = 1 \\ 20v_0 & = 25 \end{cases}$$

no qual se obtém que $u_0 = 0.5$ e $v_0 = 1.25$.

5) A partir disso, utilizamos a fórmula de recorrência $(x_1, y_1) = (x_0, y_0) + \lambda_0(u_0, v_0)$, ou seja,

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.75 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.5 \\ 1.25 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

Feito isso, fazemos $k = k + 1$ e retornamos para a etapa (2).



2) Note agora que para o ponto $(1, 2)$ obtido anteriormente, temos $\nabla f(1, 2) = (0, 0)$. Portanto, concluímos que $(x^*, y^*) = (1, 2)$ é um ponto ótimo que minimiza a função f .

3.1.2 Método do gradiente

Um dos algoritmos mais conhecidos para minimizar uma função é o método clássico do gradiente, também chamado método de Cauchy.

Dentre uma das variações desse algoritmo, tem-se o chamado método do Gradiente Descendente Estocástico (GDE). Esse é muito utilizado em estudos de redes neurais artificiais, uma vez que busca minimizar o erro de determinados parâmetros e, por conseguinte, obter um melhor mapeamento da rede (RAUBER, 2005).

Iterativamente, em cada etapa, faz-se uma busca na direção oposta ao vetor gradiente da função objetivo f no ponto corrente. Tal escolha se justifica no fato de que, dentre as direções ao longo das quais f decresce, a direção oposta ao gradiente é a de decrescimento mais acentuado.

Por conveniência, considere que $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ é duas vezes diferenciável, temos então, o seguinte procedimento iterativo:

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{x}_k + \lambda_k \mathbf{d}_k,$$

onde $\mathbf{d}_k = -\nabla f(\mathbf{x}_k)$ é a direção de descida máxima.

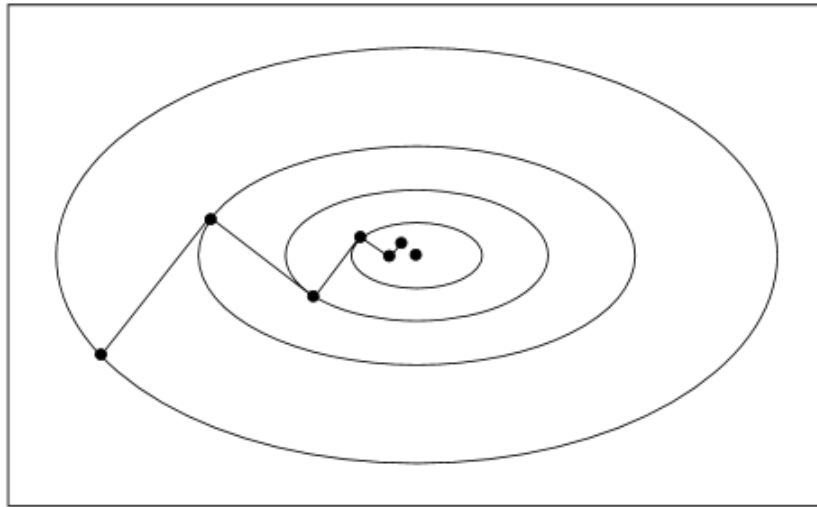
Em particular, se f é quadrática e a matriz hessiana $H \in \mathbb{R}^{n \times n}$ é positiva definida, então, o tamanho do passo ótimo λ_k pode ser obtido da forma:

$$\lambda_k = \frac{\mathbf{d}_k^T \mathbf{d}_k}{\mathbf{d}_k^T H \mathbf{d}_k} \quad (3)$$

em que $H = \nabla^2 f(\mathbf{x}_k)$, $\mathbf{d}_k = -\nabla f(\mathbf{x}_k)$ e \mathbf{d}_k^T é o vetor direção transposto (ZÖRNIG, 2011).

Uma propriedade do algoritmo do gradiente reside no fato de que, se λ_k é obtido por uma minimização local de $f(\mathbf{x}_k + \lambda_k \mathbf{d}_k)$, então $(\mathbf{d}_{k+1})^T \mathbf{d}_k = 0$. Essa ortogonalidade de duas direções consecutivas pode ser observada a seguir (Figura 2):

Figura 2 – Passos do método do gradiente (bidimensional).



Fonte: NOCEDAL; WRIGHT, 2006, p. 42.

Algoritmo do gradiente

Algoritmo 2: O Algoritmo do gradiente para minimizar funções multidimensionais.

1. Escolha $\mathbf{x}_0 \in \mathbb{R}^n$ e faça $k = 0$.
 2. Calcule $\mathbf{d}_k = -\nabla f(\mathbf{x}_k)$.
 3. Se $\mathbf{d}_k = 0$ (ou $|\mathbf{d}_k| \leq \epsilon$), pare. Caso contrário, continue com a etapa (4).
 4. Determine o tamanho do passo $\lambda_k > 0$.
 5. Faça $\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{x}_k + \lambda_k \mathbf{d}_k$; $k = k + 1$ e continue com a etapa (2).
-

Exemplo 3.4: Realizaremos a primeira iteração do problema de otimização

$$\min x^2 + e^y - y$$

a partir do ponto inicial $(2, 1)$.

1) Sabendo que $(x_0, y_0) = (2, 1)$, faça $k = 0$.

2) Temos que o gradiente de f em (x, y) é dado por

$$\nabla f(x, y) = \begin{bmatrix} 2x \\ e^y - 1 \end{bmatrix}$$



Ou seja, como agora $\mathbf{d} = -\nabla f(x, y)$, então,

$$\mathbf{d} = \begin{bmatrix} -2x \\ 1 - e^y \end{bmatrix}$$

Daí, no ponto inicial, temos:

$$\mathbf{d}_0 = \begin{bmatrix} -4 \\ 1 - e \end{bmatrix}$$

3) Uma vez que $\mathbf{d}_0 \neq (0, 0)$, vamos para a etapa (4).

4) De acordo com Zörnig (2011), se realizarmos uma busca linear exata, isto é, minimizarmos a função unidimensional $f(\mathbf{x}_0 + \lambda \mathbf{d}_0)$, então, vamos obter que o tamanho de passo ótimo para esta primeira iteração é $\lambda_0 \approx 0.507$.

5) Utilizando a fórmula de recorrência, vamos chegar em

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} + 0.507 \begin{bmatrix} -4 \\ -1.718 \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} -0.028 \\ 0.129 \end{bmatrix}$$

que já é um ponto relativamente próximo do ponto de mínimo exato $\mathbf{x}^* = (0, 0)$ do problema de otimização.

Note, nesse último exemplo, que tivemos que resolver um subproblema de otimização para obter um tamanho de passo bem calibrado. No entanto, nem sempre tal procedimento é possível, e há maiores custos computacionais envolvidos, dado que, a cada nova iteração, o valor de λ teria que ser recalculado.

Exemplo 3.5: Utilizando a equação (3) para o cálculo do tamanho do passo λ , vamos minimizar a função quadrática dada pelo seguinte problema:

$$\min (x - 1)^2 + 2(y - 2)^2$$

com ponto inicial $(0, 3)$.

1) Sabendo que $(x_0, y_0) = (0, 3)$, faça $k = 0$.

2) Como o gradiente de f em (x, y) é



$$\nabla f(x, y) = \begin{bmatrix} 2(x-1) \\ 4(y-2) \end{bmatrix},$$

obtemos:

$$\nabla f(0, 3) = \begin{bmatrix} -2 \\ 4 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad \mathbf{d}_0 = \begin{bmatrix} 2 \\ -4 \end{bmatrix}.$$

3) Uma vez que $\mathbf{d}_0 \neq (0, 0)$, vamos para a etapa (4).

4) Pela Equação (3), segue-se que

$$\lambda_0 = \frac{[-2 \quad 4] \cdot \begin{bmatrix} -2 \\ 4 \end{bmatrix}}{[-2 \quad 4] \cdot \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -2 \\ 4 \end{bmatrix}} = \frac{5}{18}$$

5) Então, temos que o iterado

$$\mathbf{x}_1 = \mathbf{x}_0 + \lambda_0 \mathbf{d}_0 = \begin{bmatrix} 0 \\ 3 \end{bmatrix} + \frac{5}{18} \begin{bmatrix} 2 \\ -4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5/9 \\ 17/9 \end{bmatrix}.$$

Assim, fazemos $k = k + 1$ e repetimos todo o procedimento a partir da etapa (2).

Em suma, na iteração seguinte teremos que $\lambda_1 = 5/12$, a nova direção será

$$\mathbf{d}_1 = -\nabla f(\mathbf{x}_1) = \begin{bmatrix} 8/9 \\ 4/9 \end{bmatrix},$$

e a atualização do ponto pela fórmula de recorrência

$$\mathbf{x}_2 = \mathbf{x}_1 + \lambda_1 \mathbf{d}_1 = \begin{bmatrix} 5/9 \\ 17/9 \end{bmatrix} + \frac{5}{12} \begin{bmatrix} 8/9 \\ 4/9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 25/27 \\ 56/27 \end{bmatrix}.$$

Observe que, nessa segunda iteração do método, a função objetivo já é aproximada para $f(\mathbf{x}_2) = 4/243 \approx 0.0164$, em comparação com a solução de referência $f(\mathbf{x}^*) = 0$.

Como já havíamos comentado, uma outra característica do método do gradiente, que pode ser verificada nesse exemplo, é a ortogonalidade de duas direções



consecutivas de busca (Figura 2). Notemos que:

$$\mathbf{d}_0^T \cdot \mathbf{d}_1 = [2 \quad -4] \cdot \begin{bmatrix} 8/9 \\ 4/9 \end{bmatrix} = \frac{16}{9} - \frac{16}{9} = 0.$$

4 Metodologia

O presente estudo utilizou a metodologia comparativa, que consiste em investigar dois ou mais fenômenos, fatos ou objetos, com a finalidade de explicar suas semelhanças e divergências (FACHIN, 2001).

Foram estudados dois métodos clássicos de otimização, método de Newton e método do gradiente, com posterior implementação computacional desses algoritmos. Para tal, foi utilizada a versão 2018(b) do *software* MatLab em um microcomputador core i5, 6GB de RAM.

A pesquisa seguiu as seguintes etapas:

1. Realização de testes iniciais de cada método, com os devidos ajustes para melhoria de sua convergência.

Ressalta-se que, para o método de Newton, os testes iniciais foram executados com o tamanho do passo fixo $\lambda_k = 1$. Quanto ao método do gradiente, foi necessário dar um tratamento computacional ao cálculo do passo λ_k a fim de aprimorar sua convergência.

Assim, o método do gradiente foi reajustado e subdividido para aplicação em dois casos:

- 1.1. Problemas quadráticos: utilizou-se a equação (3) anterior para o cálculo do tamanho do passo adequado;

- 1.2. Problemas não-quadráticos: implementou-se uma rotina de busca linear com *backtracking* de forma que $\lambda_k > 0$ fosse reduzido progressivamente de um valor $\tau \in (0, 1)$ até que $f(\mathbf{x}_k + \lambda_k \mathbf{d}_k) < f(\mathbf{x}_k)$.

2. Uma vez ajustados, os métodos foram aplicados na resolução de um conjunto de dez problemas testes da literatura, descritos na seção 4.1 e retirados de (MORÉ *et al*, 1981; ZÖRNIG, 2011);

3. Foram coletados os resultados de cada problema e elaborada uma tabela para análise e comparação do desempenho dos métodos.

A tolerância do critério de parada dos algoritmos, tanto o de Newton, quanto o do gradiente, foi de $\varepsilon = 10^{-5}$.



4.1 Descrição dos problemas numéricos

Problema 1

Função objetivo: $f(x) = x^2 + 3e^{-x}$

Ponto inicial: $x_0 = 1$

Valor ótimo: $f(x^*) = 1.9786$ em $x^* = 0.726$

Problema 2

Função objetivo: $f(x) = 1/x^2 + x$

Ponto inicial: $x_0 = 1$

Valor ótimo: $f(x^*) = 1.8898$ em $x^* = 1.260$

Problema 3

Função objetivo: $f(x_1, x_2) = (x_1 - 2)^4 + (x_2 - 5)^4$

Ponto inicial: $\mathbf{x}_0 = (0, 0)$

Valor ótimo: $f(\mathbf{x}^*) = 0$ em $\mathbf{x}^* = (2, 5)$

Problema 4

Função objetivo: $f(x_1, x_2) = x_1^2 + e^{x_2} - x_2$

Ponto inicial: $\mathbf{x}_0 = (2, 1)$

Valor ótimo: $f(\mathbf{x}^*) = 1$ em $\mathbf{x}^* = (0, 0)$

Problema 5

Função objetivo: $f(x_1, x_2) = [10(x_2 - x_1^2)]^2 + (1 - x_1)^2$

Ponto inicial: $\mathbf{x}_0 = (-1.2, 1)$

Valor ótimo: $f(\mathbf{x}^*) = 0$ em $\mathbf{x}^* = (1, 1)$

Problema 6

Função objetivo: $f(x_1, x_2) = (-13 + x_1 + ((5 - x_2)x_2 - 2)x_2)^2 + (-29 + x_1 + ((x_2 + 1)x_2 - 14)x_2)^2$

Ponto inicial: $\mathbf{x}_0 = (0.5, -2)$

Valor ótimo: $f(\mathbf{x}^*) = 48.9842$ em $\mathbf{x}^* = (11.41, -0.8968)$

Problema 7

Função objetivo: $f(x_1, x_2) = (x_1 - 2)^2 + (3x_1 - x_2)^2$

Ponto inicial: $\mathbf{x}_0 = (3, 5)$

Valor ótimo: $f(\mathbf{x}^*) = 0$ em $\mathbf{x}^* = (2, 6)$



Problema 8

Função objetivo: $f(x_1, x_2) = (x_1 - 10^6)^2 + (x_2 - 2 \times 10^{-6})^2 + (x_1 x_2 - 2)^2$

Ponto inicial: $\mathbf{x}_0 = (1, 1)$

Valor ótimo: $f(\mathbf{x}^*) = 0$ em $\mathbf{x}^* = (10^6, 2 \times 10^{-6})$

Problema 9

Função objetivo: $f(x_1, x_2) = (x_1 - 1)^2 + 2(x_2 - 2)^2$

Ponto inicial: $\mathbf{x}_0 = (0, 3)$

Valor ótimo: $f(\mathbf{x}^*) = 0$ em $\mathbf{x}^* = (1, 2)$

Problema 10

Função objetivo: $f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^4$

Ponto inicial: $\mathbf{x}_0 = (2, 1)$

Valor ótimo: $f(\mathbf{x}^*) = 0$ em $\mathbf{x}^* = (0, 0)$

5 Resultados e discussão

São apresentados, a seguir, os resultados numéricos dos dez problemas testes obtidos pelos referidos métodos (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados comparativos dos métodos.

Problemas	Método de Newton			Método do gradiente		
	n_{its}	soluções		n_{its}	soluções	
		\mathbf{x}	$f(\mathbf{x})$		\mathbf{x}	$f(\mathbf{x})$
1	3	0.7259	1.9786	15	0.7259	1.9786
2	4	1.2599	1.8899	16	1.2599	1.8899
3	15	(1.9954, 4.9886)	0	15	(1.9894, 4.9894)	0
4	4	(0, 0)	1.0	13	(0, 0)	1.0
5	5	(1, 1)	0	14478	(1, 1)	0
6	6	(11.4128, -0.8968)	48.9843	4259	(11.4128, -0.8968)	48.9843
7	350	(2, 6)	0	447	(2, 6)	0
8	172	(10^6 , 0)	0	57	(10^6 , 0)	0
9	1	(1, 2)	0	10	(1, 2)	0
10	11	(0, 0.0116)	0	605	(0, 0.128)	0

Fonte: Dados da pesquisa.



Em geral, constata-se que ambos os métodos resolveram os dez problemas testes em consonância com suas soluções de referência x^* e $f(x^*)$ apresentadas na seção 4.1.

No entanto, quanto ao número de iterações n_{its} do algoritmo, os métodos apresentaram resultados bem discrepantes.

No problema 5, por exemplo, o n_{its} obtido pelo método do gradiente foi aproximadamente 2895 vezes maior do que o valor alcançado pelo método de Newton.

Observa-se também, que o método de Newton obteve menor valor do n_{its} em 80% dos problemas, sendo que o método do gradiente se sobressaiu apenas no problema 8 nesse quesito.

Por fim, no problema 3, os dois algoritmos obtiveram valores de n_{its} iguais.

Essa distinção significativa entre os dois métodos no cálculo do n_{its} pode se justificar no fato de que, enquanto o método do gradiente apresenta convergência linear, o de Newton pode apresentar convergência quadrática (RIBEIRO; KARAS, 2010). Assim, de maneira geral, o método de Newton encontra um minimizador da função objetivo mais rápido que o método do gradiente.

6 Considerações finais

Ao longo deste trabalho, foram abordados dois métodos clássicos de otimização para problemas irrestritos. Vimos que o método de Newton recorre ao cálculo da matriz hessiana para cada iteração, ao passo que o método do gradiente calcula apenas o gradiente oposto da função objetivo. Contudo, em relação a este, percebemos a necessidade de calcular um tamanho de passo em cada iteração.

Como trabalhos futuros, uma análise do desempenho desses métodos com a utilização de outras estratégias para determinar o tamanho do passo λ pode trazer contribuições à otimização irrestrita.

Referências

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologias**. São Paulo: Saraiva Educação SA, 2001.

FRANCO, H. J. R., **Método de Direções Interiores ao Epígrafo - IED para Otimização Não Diferenciável e Não Convexa via Dualidade Lagrangeana: Estratégias para Minimização da Lagrangeana Aumentada**. 2018, p. 18. Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Juiz de Fora.



HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. São Paulo: McGraw Hill Brasil, 2013.

MORÉ, J. J.; GARBOW, B. S.; HILLSTROM, K. E. Testing unconstrained optimization software. **ACM Transactions on Mathematical Software (TOMS)**, v. 7, n. 1, p. 17-41, March 1981.

NOCEDAL, J.; WRIGHT, S. **Numerical optimization**. New York: Springer Science & Business Media, 2006.

RAUBER, T. W. **Redes neurais artificiais**. Departamento de Informática. Espírito Santo: Universidade Federal do Espírito Santo, p. 29, 2005.

RIBEIRO, A. A.; KARAS, E. W. **Um curso de otimização**. Curitiba: Universidade de Curitiba Brasil, 2001.

ZÖRNIG, P. **Introdução à programação não linear**. Brasília: UNB, 2011.



INSTITUTO FEDERAL

Sudeste de Minas Gerais

Campus Rio Pomba



**XII SIMPÓSIO DE CIÊNCIA,
INOVAÇÃO & TECNOLOGIA**

“Ciência e Tecnologia no Campus Rio Pomba: Avanços acadêmicos e os impactos da ciência para a sociedade” é um e-book formado por trabalhos selecionados e apresentados no XII Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia do IF Sudeste MG, Campus Rio Pomba, no ano de 2020. Trata-se de uma obra ampla que contempla pesquisas das diversas áreas de formação e níveis de ensino, enfatizando o papel do Campus Rio Pomba no desenvolvimento de pesquisas e comprometimento na geração do conhecimento científico.

ISBN: 978-65-996404-0-7

CDL



9 786599 640407