

Fabrcia de Castro Silva (Org.)

ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NO CAMPO: INTEGRAÇÃO DE SABERES E PRÁTICAS




edufpi

ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NO CAMPO: *INTEGRAÇÃO DE SABERES E PRÁTICAS*



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

Reitora

Nadir do Nascimento Nogueira

Vice-Reitor

Edmilson Miranda de Moura

Superintendente de Comunicação Social

Jacqueline Lima Dourado

Diretora da EDUFPI

Olívia Cristina Perez

EDUFPI - Conselho Editorial

Jacqueline Lima Dourado (presidente)

Olívia Cristina Perez (vice-presidente)

Carlos Herold Junior

César Ricardo Siqueira Bolaño

Fernanda Antônia da Fonseca Sobral

Jasmine Soares Ribeiro Malta

João Batista Lopes

Kássio Fernando da Silva Gomes

Maria do Socorro Rios Magalhães

Teresinha de Jesus Mesquita Queiroz

Projeto Gráfico. Capa. Diagramação

Jéssica Almondes S. Saraiva

Revisão

Fabília de Castro Silva



FICHA CATALOGRÁFICA

**Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca José Albano de Macêdo**

E61 Ensino de química orgânica no campo: integração de saberes e práticas./
Fabília de Castro Silva – [Picos] : [s. n.], [2024].
199 f.: il. color.

Cartilha desenvolvida pelos discentes do Curso de Licenciatura em
Educação do Campo./ UFPI/ Picos/ PI.
Elaboração dos discentes com colaboração dos docentes do CSHNB/UFPI,
Campus Picos, PI.

Autoria: Antonia Amanda Cardoso de Almeida et al.

ISBN 978-65-5904-358-3

1. Química orgânica-ensino. 2. Educação do campo. 3. Professor-
formação. I. Almeida, Antonia Amanda Cardoso de. II. Silva, Fabília de Castro.
III. Título.

CDD 547

Elaborado por Sérvulo Fernandes da Silva Neto CRB 15/603



Editora da Universidade Federal do Piauí – EDUFPI
Campus Universitário Ministro Petrônio Portella
CEP: 64049-550 – Bairro Ininga – Teresina – PI – Brasil



Fabrcia de Castro Silva (Org.)

ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NO CAMPO: *INTEGRAÇÃO DE SABERES E PRÁTICAS*





INFORMAÇÕES SOBRE OS AUTORES

Antonia Amanda Cardoso de Almeida

Possui graduação em licenciatura em Química, mestrado em Ciências Farmacêuticas e doutorado em Biotecnologia, área: Química, pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) com período sanduíche na Universidade de Coimbra, Portugal. Desenvolve pesquisa na área de farmacologia com ênfase em neuroquímica e produtos naturais. Atualmente é professora do estado do Ceará.

Email: antoniaamanda.almeida@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3362086607520583>

Ameria de Jesus Pereira Feitosa

Graduanda do curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza (LEdoC/CN), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), na cidade de Picos-PI. Técnica de Serviço Jurídico pelo Serviço Nacional de Aprendizagem do Comércio (SENAC) e Técnica em Serviço público pela Secretaria Estadual da Educação-PI (SEDUC).

E-mail: ameriafeitosa@hotmail.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0510607879091331>

Beatriz Bezerra de Sousa

Graduanda do curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza (LEdoC/CN), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), na cidade de Picos-PI. Já participou da atividade de Extensão Diálogo entre Escola Família e Licenciatura em Educação do Campo, participante da atividade de extensão Falando de Educação do Campo em Escolas da microrregião de Picos, atualmente é bolsista do Programa da Bolsa de Assistência Estudantil (BAE).

E-mail: beatrizsousafs@gmail.com

Link do Currículo Lattes: <https://lattes.cnpq.br/1158433474543675>

Carlos Roberto Porto Dechandt

Graduado em Bacharelado em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso

– UFMT, (2008-2013), onde realizou durante 4 anos atividade de Iniciação Científica no Laboratório de Bioquímica Pesquisa do Departamento de Química – UFMT. Licenciado em Química e Ciências Biológicas pelo Centro universitário Leonardo Da Vinci. Especialista em Química Ambiental e Metodologia de Ensino em Química e Biologia. Doutor em Bioquímica pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – FMRP-USP.

E-mail: carlos.dechandt91@gmail.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8131886152929551>

Cícera de Sousa Pereira

Graduanda em Licenciatura em Educação do Campo/Ciência da Natureza da Universidade Federal do Piauí, campus Senador Helvídio Nunes de Barros (UFPI-CSHNB), na cidade de Picos-PI. Já participou nos projetos de extensão Diálogos sobre Educação do Campo em Picos (2022), Energia solar e Física através de oficina na Escola do Campo (2023), sistema Fotovoltaico de Bombeamento para irrigação em horta como proposta de Ensino de Física (2023) com organizadora.

E-mail:cicerasousapereira96@gamil.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/465230019661231>

Damácia de Carvalho Costa

Graduanda do curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza (LEdoC/CN), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), na cidade de Picos-PI. Já participou da ação de extensão das atividades Curriculares de Extensão e foi membro organizadora do projeto de extensão sistema fotovoltaico de bombeamento para irrigação em horta como proposta de ensino de física.

E-mail: damarciacosta2000@gmail.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6777605651384324>

Edneide Maria Ferreira da Silva

Professora adjunta da Universidade Federal do Piauí – UFPI (2015). Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Educação na linha de Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará – UFC (2013). Especialista em Ensino de Química (2009) e em Coordenação Escolar (2014), ambos pela UFC. Graduada em Ciências pela Universidade Estadual do Ceará – UECE (1999). Licenciada em Química (2002-UECE). Atuou por 18 anos como professora

da Educação Básica na rede pública estadual e particular no estado do Ceará. É membro do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Ensino de Ciências (NEsPEC) – UFPI, e líder do grupo de pesquisa Estratégias para o Ensino de Ciências que contribuem para o letramento/alfabetização e divulgação científica.

E-mail: ed.mfs@ufpi.edu.br

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6809910380825337>

Fabricia de Castro Silva

Licenciada em Química pela Universidade Federal do Piauí (2011), possui Mestrado em Ciência dos Materiais pela mesma instituição (2014) e Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais (2019). Durante o doutorado, realizou um estágio de doutorado-sanduíche no Laboratoire d'Archeologie Moleculaire et Structurale, na Université Pierre et Marie Curie – Sorbonne Université, em Paris, França, através do Programa CAPES/COFECUB, de Maio/2018 a Abril/2019. Atualmente, está cursando Pedagogia na Universidade Cruzeiro do Sul, faz pós-doutorado em Ensino de Química na UFPI e é professora no curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza no Campus Senador Helvídio Nunes de Barros, Picos-PI. Coordena o Núcleo de Estudos e Pesquisas sobre o Ensino de Ciências (NEsPEC) e é integrante do Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências da UFPI (NUPEC).

E-mail: fabriciacastro@ufpi.edu.br

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3337475900846157>

Fernanda Coelho da Rocha

Graduanda em Licenciatura em Educação do Campo/Ciência da Natureza da Universidade Federal do Piauí, Campus Senador Helvídio Nunes de Barros (UFPI-CSHNB) na cidade de Picos-PI. Já participou de projetos de extensão sobre Educação do Campo em Escolas da microrregião de Picos (2022), Energia solar e Física através de oficina na Escola do Campo (2023), Sistema Fotovoltaico de Bombeamento para irrigação em horta como proposta de Ensino de Física (2023) e Educação do Campo em Escolas da microrregião de Picos (2023) como organizadora.

E-mail: nandacoelhoiry18@gmail.com

Link do currículo Lattes: <https://lattes.cnpq.br/5514169901523575>

Francinildo de Sousa Santos

Graduando do curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza (LEdoC/CN), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), na cidade de Picos-PI.

E-mail: francinildoledoc@outlook.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5551267130652019>

Francisca Maria de Sousa Lima

Graduanda do curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza (LEdoC/CN), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), na cidade de Picos-PI. Técnica em Agropecuária pela Escola Agrícola Dom Edilberto II (2013).

E-mail: franciscama4141742@gmail.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8667332099182806>

Iêda Batista Feitosa

Graduanda em Licenciatura em Educação do Campo/Ciência da Natureza da Universidade Federal do Piauí, Campus Senador Helvídio Nunes de Barros (UFPI-CSHNB) na cidade de Picos-PI.

E-mail: iedabatistaf@hotmail.com

Link do currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9383576695082940>

Larissa da Sousa Pereira

Graduanda do curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza (LEdoC/CN), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), na cidade de Picos-PI.

E-mail: sousalaryssa2020@gmail.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8899081176632105>

Lázara Maria Rodrigues de Sousa Santos

Graduanda do curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza (LEdoC/CN), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), na cidade de Picos-PI. Técnica em Agropecuária pela Escola Agrícola Dom Edilberto II (2010).

E-mail: lazarasofia@hotmail.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6121674626625783>

Lillian Ravenya de Carvalho Pereira

Graduanda do curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza (LEdoC/CN), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), na cidade de Picos-PI.

E-mail: rlyllyan@gmail.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3713389633903260>

Marcos Vinícius Andrade

Graduado em Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza (LEdoC/CN), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), na cidade de Picos-PI. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Ensino-Aprendizagem, atuando principalmente nos seguintes temas: Ensino de Ciências, Educação do Campo, Sustentabilidade, Ensino de Física e Física.

E-mail: marcosandrade0260@gmail.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3280033444938313>

Mayra Dalsico Monteiro

Possui Graduação em Química Licenciatura Plena pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT (2008). Curso-tecnico-profissionalizante em Técnico em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT (2006).

E-mail: mayra.monteiro@edu.mt.gov.br

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9215045726366781>

Michelle de Sousa Ferreira

Graduada em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Estadual do Piauí, Mestre em Ciências dos Materiais pela Universidade Federal do Piauí e professora de Química na educação básica do estado do Piauí.

E-mail: quimicamichelly@gmail.com

Currículo lattes: <https://lattes.cnpq.br/4174989355877715>

Mirna Sales Loiola Rosa

doutora e mestre em ciências e engenharia dos materiais na área de físico-química e química inorgânica – UFPI e graduada em licenciatura em química – IFPI. Tem experiência em docência na educação básica de 2017-2018 e no ensino superior de 2012- 2023 na área de química, com ênfase em química Inorgânica e físico-química, atuando principalmente nos seguintes temas: adsorção, adsorvente e adsorbato.

E-mail: mirnasales@ufpi.edu.br

Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/8779004330864195>

Natiele da Costa Carvalho

Graduanda do curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza (LEdoC/CN), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), na cidade de Picos-PI. Já participou das Atividades Curriculares de Extensão (ACE) e foi membro organizadora do projeto de extensão sistema fotovoltaico de bombeamento para irrigação em horta como proposta de ensino de física.

E-mail: costanatiele4@gmail.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8886859922859894>

Nelioneide Soares Nunes

Graduanda do curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza (LEdoC/CN), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), na cidade de Picos-PI.

E-mail: Nelioneidesoares90@gmail.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9402086158261958>

Pedro Vitor Oliveira Silva Furtado

Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química dos Produtos Naturais. Fez Iniciação científica, no projeto de Estudo químico do extrato etanólico dos galhos de *Simaba ferruginea* A. St- Hill. Em seguida, foi orientado no projeto de iniciação científica de extração e testes de atividades biológicas de *Origanum vulgare* (Orégano). Concluiu a graduação em bacharelado em química em 2020 pela Universidade Federal do Piauí, além de que em 2022 concluiu a complementação pedagógica pela Universidade Cruzeiro do Sul. Atualmente, cursa pós-graduação na área de orgânica pela Universidade Federal do Piauí.

E-mail: pedrovitor_furtado@hotmail.com

Raquel do Nascimento Albuquerque

Licenciada em Química pela Universidade Federal do Piauí (2011). Mestre em Ciência dos Materiais (2016) pela mesma Instituição de ensino superior. Professora da Secretaria de Estado da Educação do Piauí.

E-mail: raquelalbuquerque176@gmail.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7815560440065401>

Raquel do Nascimento Silva

Graduada em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal do Piauí

(2012). Mestre em Ciência dos Materiais – UFPI, possui Pós-graduação em Gestão e Supervisão Escolar, Docência do Ensino Superior pela Faculdade Evangélica do Meio Norte (2013). Doutoranda de Engenharia e Ciência dos Materiais – UFPI.

E-mail: raquel.quimufpi@hotmail.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6900616880675301>

Rogério Almiro Oliveira Silva

Possui graduação em licenciatura em Química pela Universidade Federal do Piauí. Doutor em Biotecnologia/Renorbio – UFPI na área de produtos Naturais. Mestre em Engenharia dos Materiais – IFPI. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química Inorgânica, Ciência e Engenharia dos Materiais nas áreas de Cerâmica Tradicional e Avançada. Pesquisador na área de Prospecções Tecnológicas e Propriedade Intelectual.

E-mail: rogerioalmirosilva@gmail.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4861488883292513>

Rusbene Bruno Fonseca de Carvalho

Graduado em Licenciatura em Química, Especialista em Ensino de Química e suas Tecnologias e Doutor em Biotecnologia de Produtos Naturais pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) com estágio sanduíche na Universidade de Coimbra (UC) em Portugal. Atualmente é pós-doutorando vinculado ao Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas na UFPI, onde também integra o grupo de pesquisa Laboratório de Inovação Tecnológica e Empreendedorismo Medicamentos e Correlatos (LITE) e o Laboratório de Nanossistemas Farmacêuticos (NANOSFAR). Atuou como professor-tutor do curso de Química do CEAD/UFPI (2014-2022). Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química dos Produtos Naturais e desenvolvimento de complexos de inclusão com ciclodextrinas, bem como sobre o uso de metodologias ativas para o Ensino de Química.

Email: rusbenecarvalho@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2243362623573208>

Suyanne Kássia Soares Pereira

Atualmente doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal do Piauí (2020-2023). Mestre em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal do Piauí (2016-2018). Graduada em Licenciatura plena em Química pela Universidade Federal do Piauí (2008-2012). Desenvolve pesquisa nas áreas de Química Farmacêutica Medicinal, com ênfase em Neuroquímica e

Química dos Produtos Naturais e Farmacologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Bioensaios da enzima acetilcolinesterase, ensaios da atividade antioxidante obtidos de plantas medicinais, testes comportamentais e indução da perda de memória em modelos animais, na terapia da Doença de Alzheimer. Atua no grupo de Pesquisa de Produtos Naturais em Neuroquímica Experimental.

E-mail: suyanne.kassia2@hotmail.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2597872148480281>

Thalyta Oliveira Pereira

Doutora em Biotecnologia pelo Programa de Pós-Graduação da Rede Nordeste de Biotecnologia RENORBIO UFPI, com área de concentração Biotecnologia Industrial (2019), Mestra em Ciência dos Materiais pela Universidade Federal do Piauí (2015), Licenciada em Química pela Universidade Federal do Piauí (2012) e Especialista em Docência do Ensino Superior pela Faculdade de Tecnologia de Teresina – CET (2020). Possui experiência como professora tutora do curso de Licenciatura em Química (CEAD/UFPI) no período de 2013-2016, e como Professora Coordenadora de disciplinas do Curso de Licenciatura em ciências da Natureza (CEAD/UFPI) no período de 2020-2021. Atualmente é professora na Faculdade de Tecnologia de Teresina CET, membro do Comitê de Ética em Pesquisa (Faculdade CET) e integrante do Grupo Bioeletroquímica da UFPI.

E-mail: thalyta.qui@hotmail.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3130166636875137>

Valtânia Maria da Silva

Graduada em Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza (LEdoC/CN), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), na cidade de Picos-PI. Possui ensino-médio-segundo-grau pela Unidade Escolar Álvaro Rodrigues De Araujo (2009). Atualmente é professora da secretaria municipal de Itainópolis. Tem experiência na área de Educação.

E-mail: valtania90@gmail.com

Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1449906911758417>



Com o intuito de atender a demanda de formação de professores para escolas do campo, especificamente, em Ciências da Natureza, a Universidade Federal do Piauí (UFPI) submeteu o Projeto Pedagógico do Curso à Chama Pública para seleção de Instituições Federais de Ensino Superior e os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, para criação de cursos presenciais de Licenciatura em Educação do Campo do Programa de Apoio à Formação Superior em Licenciatura em Educação do Campo – PROCAMPO, em cumprimento à Resolução CNE/CEB Nº 1, de 03/04/2002, ao Decreto Nº 7.352, de 04/11/2010 e em consonância com o Programa Nacional de Educação do – PRONACAMPO (Edital Nº 02/2012 SESU/ SETEC/SECADI/MEC)¹.

Tendo em vista que o Curso de Licenciatura em Educação do Campo (LEDOC), tem diretrizes curriculares organizativas própria e que se destina à formação inicial de discentes oriundos da área rural para atuarem nas escolas do campo situadas em contextos socioculturais diversificados, a UFPI, mantém em quatro de seus campi cursos em diversas áreas epistemológicas com essa finalidade e em atendimento às demandas das políticas públicas para a Educação do Campo, bem como às proposições dos Movimentos Sociais e Sindicais, Fórum Nacional de Educação do Campo, secretarias estaduais e municipais de educação. De modo particular no *campus* Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), a LEDOC com ênfase em Ciências da Natureza, com base na Pedagogia da Alternância², para a docência nos ciclos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio para a Educação do Campo (UFPI, 2021).

O Curso tem caráter regular e apoia-se em duas dimensões de alternância formativa integradas: o tempo-universidade (TU) e o tempo comunidade (TC). As atividades do tempo-universidade são realizadas nos meses de férias escolares

1 Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=11569-minutaeditais-selecao-ifesifets-03092012&Itemid=30192

2 Pedagogia da Alternância que, de acordo com o Parecer CNE/CEB Nº 01/2006 se coloca como uma alternativa eficiente para a Educação, pois visa estabelecer a relação entre família, comunidade e escola. Neste caso, o aluno alterna períodos de aprendizagem na família, em seu *locus* socioprofissional e em sala de aula, estabelecendo uma sinergia entre escola e trabalho, otimizada pelas práticas pedagógicas.

de modo a estimular a formação daqueles que já atuam na docência, além dos encontros sistemáticos no intervalo de cada TC (UFPI, 2021). Com efeito, pretende-se que o licenciando, no decorrer de suas atividades acadêmicas, desenvolva planos de estudo a serem executados em seu meio familiar e profissional, durante o tempo-comunidade, exigindo-lhe atitude de pesquisa, reflexão e discussão com seus familiares, colegas e profissionais para entender e propor soluções acerca de temáticas pertinentes ao curso e à sua realidade. Quando o aluno retorna para vivenciar a rotina da sala de aula tradicional, há um momento de socialização destas experiências vividas, o que lhe permitirá (re)elaborar constantemente a leitura de sua realidade, em todos os seus aspectos, por meio de novos saberes que lhe permitam explicar, compreender e agir, tomando o conhecimento científico como base para sua ação pedagógica (UFPI, 2021). As dimensões TU e TC, devem estar estritamente articuladas, possibilitando que as experiências, trazidas pelo licenciando do meio sociocultural em que vivem, sejam expandidas para o tempo universidade, constituindo fontes de reflexão e aprendizagem. Isso significa que a formação ocorrerá em ação, o que gerará uma práxis transformadora.

Como se trata de Educação do Campo, fundamentamo-nos também na Resolução Nº 01/2002 CNE/CEB3³, que institui Diretrizes Operacionais para a Educação Básica nas Escolas do Campo, conquista fundamental para a área, que teve a participação efetiva dos movimentos sociais ligados ao campo. Neste sentido, as atividades curriculares e pedagógicas estão direcionadas para um projeto de desenvolvimento fundado em eixos temáticos como agricultura familiar, etnia, cultura e identidade, desenvolvimento sustentável, sistemas de produção e processos de trabalho no campo, entre outros.

Todavia, cabe destacar que os povos tradicionais do campo (indígenas, quilombolas, pescadores, ribeirinhos, extrativistas das florestas, assentados etc.) diferenciam-se entre si, bem como em relação à outros espaços sociais e produtivos. Assim os povos tradicionais do campo constroem culturas e identidades próprias, o que não significa que estejam isolados ou que sejam autônomos em relação ao resto do mundo, ou ainda, que estejam em oposição ao que conhecem e vivenciam os povos urbanos (UFPI, 2021).

Quanto ao ensino pretendido, este deverá ocorrer em sintonia com a questão científica, ao longo do curso, e, de maneira inter e multidisciplinar, baseando-se sempre na Pedagogia da Alternância. Deve-se criar condições de ensino em função

³ Disponível em: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_RES_CNECEBN12002.pdf?query=PLENA

de relações dinâmicas entre os diferentes componentes curriculares, os saberes dos povos do campo e questões sociais próprias das realidades de que fazem parte os sujeitos implicados no processo. Dessa forma, a par dos conteúdos específicos, buscar-se-á ampliar os conhecimentos oferecidos aos graduandos, especialmente, aqueles voltados à prática educacional, com conhecimentos necessários para a atuação nas áreas de Ciências da Natureza.

Tendo tudo isso em vista, a presente obra foi organizada com vistas a atender aos pressupostos legais e organizacionais que são necessários a formação dos licenciandos para que possam atuar de forma eficiente e eficaz estimulando o desenvolvimento de habilidades e competências em seus alunos, quando no exercício da profissão docente. Sendo assim, os conteúdos aqui apresentados foram desenvolvidos pelos licenciandos do 3º semestre, Bloco III, no componente curricular de Química Orgânica e que tem como pré requisito o componente de Química Básica, o que em muito contribuiu para a composição dos textos aqui expostos.

Com carga horária de 60h/a, distribuídos em 45h/a teóricas e 15h/a práticas, o componente de Química Orgânica estuda os Conceitos fundamentais da Química orgânica; Funções orgânicas; Estereoquímica; Métodos de separação de compostos orgânicos; Lipídios; Carboidratos; Proteínas, esses três últimos com ênfase nos grupos funcionais e reações químicas. Associado a esses conteúdos, os licenciandos ao chegarem no 3º semestre já trazem o conhecimento da Química Básica: Classificação macroscópica de substâncias químicas; Organização dos elementos conhecidos e suas propriedades; Representação das transformações químicas; conceitos fundamentais para a compreensão de transformações químicas em nível de atômico e molecular; normas de segurança e manipulações básicas em laboratório; Ligações e reações químicas, o que em auxilia bastante na compreensão dos termos próprios do componente curricular de Química, bem como no entendimento de conceitos mais elaborados dessa ciência.

A partir do exposto, o livro “Ensino de Química Orgânica no Campo: Integração de saberes e práticas” traz 13 (treze) textos, escritos pelos licenciandos do Curso LEDOC, CN do CSHNB, sob a orientação da Profa. Dra. Fabrícia de Castro, responsável pelo componente curricular em questão. Neles, são explorados os conteúdos próprios do componente sem desconsiderar aqueles referentes a Química Básica. No capítulo 1, “*Estudo fitofarmacológico da aroeira: explorando suas características, componentes químicos e potencial terapêutico como planta medicinal*”, há evidente abordagem do conteúdo de grupos funcionais, atividade química e fitoquímico desses grupos, reações químicas, interações medicamentosas, além dos aspectos

históricos, quando se trata do uso das plantas medicinais como patrimônio popular. É um capítulo que ainda trata da multidisciplinaridade, quando apresenta mapa com a distribuição geográfica da planta Aroeira, demandando daquele que escreve e de quem lê a interpretação de dados contidos nos mapas, bem como o entendimento e interpretação de legendas. Ao atribuir características de sabor e textura, os autores suscitam conhecimento de propriedades organolépticas do tipo paladar e visão, o que também é visto na Química básica. Estimula ainda o uso controlado dos produtos naturais, salientando que nem tudo que é dito natural é bom. Trata ainda de nomenclatura de compostos orgânicos, suscitando indiretamente o questionamento do que pode vir a ser composto inorgânico.

No capítulo 2, *“Amburana: Características, potencialidades medicinais e contribuições para o ensino de química orgânica”* traz características morfológicas e biológicas que podem conduzir os leitores ao entendimento da importância dos nutrientes do solo no desenvolvimento das partes que compõem as plantas. Ainda nesse capítulo é possível estabelecer associações com as funções orgânicas, ação anti-inflamatória, toxicidade, ação antimalárico. Esse último, nos leva a refletir sobre como se dá a contaminação, a profilaxia, tratamento e medidas preventivas possíveis. Nesse momento além da Química, outros componentes de áreas afins ou não podem ser tratados, como a Geografia, a Matemática explorando a multidisciplinaridade. Há ainda a proposição de jogos didáticos como estratégia de ensino com a finalidade de envolver os alunos que terão contato com o material. Também é possível explorar os aspectos socioeconômicos e culturais relacionados à *A. cearensis*. Os alunos podem investigar como as comunidades locais utilizam essa planta na medicina tradicional promovendo a compreensão interações entre a química, a biologia e as práticas culturais.

O capítulo 3 *“Plantas medicinais: Medicamentos naturais do campo”* traz conceito de alcaloides e dessa forma apresenta possibilidade para ser explorado a ação dessas substâncias como substâncias que podem causar dependência. Ainda possibilita a discussão conceitual da diferença entre medicamentos naturais e medicamentos farmacêuticos. O entendimento de que a química tem como uma das maiores contribuições a produção de medicamentos pode minimizar a rejeição que parte das pessoas tem a essa ciência, uma vez que acreditam que “se tiver química” é prejudicial à saúde. Além disso, o entendimento da produção de pomadas, sabonetes, chás e garrafadas a partir de metabólitos naturais é uma forma de conhecer e reconhecer a presença da química no cotidiano e de forma benéfica.

No capítulo 4 *“Chás medicinais, suas propriedades químicas e seus benefícios”*

para saúde” também se explora as propriedades organolépticas que suscitam o sabor e aroma. Remete ainda aos aspectos históricos e importância social dessa bebida que popularmente tem sido usada em dietas alimentares, pois seus componentes químicos majoritários, os flavonoides e catequinas apresentam uma série de atividades biológicas, como antioxidante, quimioprotetora, anti-inflamatória e anticarcinogênica. Trata ainda da composição das folhas que sofre variação em função de diversos parâmetros, como condições de cultivo (solo, irrigação, presença de fertilizantes), clima (umidade relativa, temperatura, latitude), idade da planta, estação do ano, horário de colheita, transporte, manuseio pós- colheita e entre outros fatores. Além de tratar dos diversos componentes químicos que estão nos chás e que conferem a eles as suas propriedades e indicações específicas de uso, como compostos bioativos como flavonoides, catequinas, polifenóis, alcaloides, vitaminas e sais minerais.

O capítulo 5 *“Cafeína: o combustível químico secreto do café”* trata sobre a cafeína, quimicamente conhecida como (1,3,7-trimetilxantina), isto é, trata de nomenclatura de compostos orgânicos, estruturas químicas, ação de substâncias estimulantes no cérebro. Além disso, ainda deixa explícito que além do café, a cafeína está presente em diversas fontes como chá e bebidas energéticas. Trata ainda dos efeitos positivos da cafeína no nosso organismo uma vez que aumenta a memória, melhora o tempo de reação e raciocínio lógico, auxilia nos tempos de restrição de sono atrelados ao trabalho, reduz o risco de suicídio ou depressão, pode proteger contra as doenças de Alzheimer, aumenta a resistência na musculação, alivia o ácido lático no pós-treino, previne o ganho de peso; pode combater a hipertensão arterial, endurecimento das artérias e doenças cardíacas.

No capítulo 6 *“A química do leite e derivados: uma revisão bibliográfica”* são tratados os nutrientes químicos proteínas, carboidratos, gorduras, vitaminas, sais minerais e água, nos mais diversos aspectos, como estrutura química, grupo funcional, polaridade, interações químicas, reações químicas, ações e interações alimentares. É discutido sobre sua importância econômica e alimentar, características físicas e químicas e os benefícios de seu consumo. Cita alguns derivados do leite como queijos e coalhadas e sua forma de produção por meio das reações químicas orgânicas.

O capítulo 7 *“Química orgânica na educação do campo: aspectos históricos, econômicos e propriedades da cana-de-açúcar e derivados”* traz o tipo de desenvolvimento e raiz que a cana de açúcar apresenta. Trata ainda de aspectos econômicos e geográficos que são importantes para todos nós independentes de fazermos o consumo direto ou não, pois indiretamente somos consumidores,

pois há os derivados da cana de açúcar, como combustível e açúcar de mesa, por exemplo. Apresenta a reação de obtenção do etanol (álcool etílico), a nomenclatura dos compostos orgânicos, derivados da cana de açúcar, diferença química entre cachaça e aguardente, importância econômica do bagaço da cana de açúcar.

O capítulo 8 *“Caju: a riqueza do campo”* possibilita ao professor explorar as características anatômicas, composição nutricional, variedades, benefícios, potencial comercial do caju. Para cada um desses aspectos é possível realizar a inter e a multidisciplinaridade. Quanto a composição nutricional ainda pode-se classificá-lo como pertencente ao grupo das vitaminas e com isso pode-se tratar da temática e promover a realização de pesquisas sobre quais variedades são mais nutritivas.

No capítulo 9 *“Defensivos naturais: a química no cotidiano como prática alternativa para o controle de pragas e doenças”* trata sobre produtos químicos, biológicos, orgânicos ou naturais que são de baixa ou nenhuma toxicidade para o ser humano e o meio ambiente, possuem eficácia na eliminação e repulsão de insetos e microrganismos prejudiciais a partir dos compostos químicos presentes nos produtos usados para essa finalidade. Compostos orgânicos, reações orgânicas, uso industrial e laboratorial, tipos de defensivos naturais, como: fungicidas, herbicidas e inseticidas. A importância dos biofertilizantes para o aproveitamento de resíduos e seu potencial nutricional para dados grupos de plantas, são assuntos que podem ser tratados a partir da leitura e discussão desse texto.

O capítulo 10 *“A importância do esterco bovino e compostagem para a agricultura”* possibilita explorar a importância da realização da coleta seletiva e o uso de resíduos orgânicos na realização da compostagem. A partir disso, o uso do composto como biofertilizantes, promovendo a interação com o capítulo anterior. Há ainda a temática de agricultura orgânica ou ecológica, apresentando a suas vantagens principalmente para nós do nordeste uma vez que temos periodicamente escassez de água. Também aborda as características químicas e físicas dos lodos de esgoto e esterco, para reduzir a contaminação do meio ambiente, melhorar o seu aproveitamento como fertilizante e o dimensionar aos sistemas de tratamento.

O capítulo 11 *“Produção de sabão no campo: o encontro entre a química orgânica e a sustentabilidade”* traz um hábito comum dos povos do campo e estimula aos professores abordarem as reações de saponificação presentes nesse processo. Ademais ainda contribuem para minimizar o descarte de óleos nos córregos, lagos e rios, freando a contaminação dos lençóis freáticos, além de ser uma opção para gerar renda. Ainda traz a oportunidade de se diferenciar óleos de gorduras por meio de suas propriedades físicas e químicas.

No capítulo 12, a Química é utilizada no contexto do sabão, para desenvolver os conceitos da Físico-Química, tais como: soluções (que são empregadas no preparo da reação que forma o sabão), coloides, conceitos ácidos-base e suas reações, equilíbrios químicos, dureza da água. Já em Química Geral: conceito de eletronegatividade associado a polaridade dos compostos químicos, tensão superficial da água, forças intermoleculares. Na Química Orgânica: caracterização dos compostos orgânicos e algumas reações dessas substâncias, hidrocarbonetos.

Por fim, no capítulo 13 “*Pigmentos extraídos da natureza*” há a abordagem dos processos de obtenção dos pigmentos da natureza, gerando variedade e classificação dos pigmentos naturais. Os processos de obtenção desses pigmentos, como a maceração, cocção e extração por solventes, também podem ser explorados no capítulo. Assim os pigmentos possuem estruturas físicas e químicas diferenciadas, o que leva à sua classificação em distintas categorias. Além disso, existe também uma variedade de cores predominantes nas plantas, resultando em diferentes classes de pigmentos, como clorofilas, carotenoides e flavonoides, que além da cor possuem estruturas químicas distintas.

Sendo assim, todos os capítulos deixam claro que a proposta pedagógica do Curso LEDOC, CN do CSHNB vem sendo claramente contemplada e que os discentes bem como os professores estão em consonância com as ideias de inter e multidisciplinaridade, nitidamente expostos nos textos que compõem essa obra. Outrossim, o uso do conhecimento popular, advindo dos discentes em muito contribuiu para a elaboração desse livro, uma vez que ao serem tratados com viés do conhecimento acadêmico, possibilita àqueles que terão contato com os textos aqui apresentados, a possibilidade de reconhecer situações comuns de seu cotidiano.

Profa. Dra. Edneide Maria Ferreira da Silva



SUMÁRIO

<i>Estudo fitofarmacológico da aroeira: explorando suas características, componentes químicos e potencial terapêutico como planta medicinal.....</i>	23
<i>Amburana: Características, potencialidades medicinais e contribuições para o ensino de química orgânica.....</i>	45
<i>Plantas medicinais: Medicamentos naturais do campo.....</i>	65
<i>Chás medicinais, suas propriedades químicas e seus benefícios para saúde.....</i>	81
<i>Cafeína: O combustível químico secreto do café.....</i>	95
<i>A química do leite e derivados: Uma revisão bibliográfica.....</i>	108
<i>Química orgânica na educação do campo: Aspectos históricos, econômicos e propriedades da cana-de-açúcar e derivados.....</i>	120
<i>Caju: a riqueza do campo.....</i>	133
<i>Defensivos naturais: A química no cotidiano como prática alternativa para o controle de pragas e doenças.....</i>	141
<i>A importância do esterco bovino e compostagem para a agricultura.....</i>	153
<i>Produção de sabão no campo: O encontro entre a química orgânica e a sustentabilidade.....</i>	166
<i>Óleo de fritura usado para produção de sabão ecológico: Uma reação química no cotidiano.....</i>	177
<i>Pigmentos extraídos da natureza.....</i>	189



ESTUDO FITOFARMACOLÓGICO DA AROEIRA: EXPLORANDO SUAS CARACTERÍSTICAS, COMPONENTES QUÍMICOS E POTENCIAL TERAPÊUTICO COMO PLANTA MEDICINAL

*Antonia Amanda Cardoso de Almeida
Nelioneide Soares Nunes
Rusbene Bruno Fonseca de Carvalho*

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, o emprego de plantas medicinais para propósitos terapêuticos tem sido uma prática constante em diversas culturas ao redor do mundo, sendo escolhido devido à sua acessibilidade. O emprego dessas plantas teve como inspiração a observação empírica de práticas semelhantes em outros animais, já que várias espécies apresentavam o hábito de consumir plantas em resposta a situações de injúria (Ji *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2021; Carvalho *et al.*, 2023).

Nesse sentido, as plantas medicinais desempenham um papel vital na herança cultural e prática medicinal global, representando uma interseção entre conhecimento ancestral e identidade cultural. Sendo empregadas por diversas sociedades ao longo da história, essas plantas não só oferecem propriedades terapêuticas, mas também desempenham papéis em rituais, expressões artísticas e tradições espirituais. Assim, a utilização desses recursos por comunidades tradicionais tem suscitado interesse na comunidade científica por um extenso período, incentivando a realização de pesquisas para validar a eficácia e garantir a segurança no uso desses recursos naturais (Moreira *et al.*, 2002; Roque, 2010; Cavalcante *et al.*, 2013; Araujo, 2019; Silva e Zank, 2022).

A riqueza de atividades biológicas e o potencial terapêutico inerente aos compostos naturais extraídos de plantas abrem caminhos promissores para o desenvolvimento de abordagens inovadoras no tratamento de diversas enfermidades (Viegas Junior, Bolzani e Barreiro, 2006; Carvalho *et al.*, 2013a; Carvalho e Almeida,

2023). Considerando a notável diversidade biológica que caracteriza o Brasil, destacando-o como o país com a maior riqueza genética do mundo, surge uma oportunidade ímpar de construir um modelo autêntico e sustentável na esfera dos fitoterápicos (Santos, 2011; Veloso *et al.*, 2023). Esse modelo, ancorado na utilização consciente e equilibrada dos recursos naturais, visa destacar as práticas tradicionais associadas ao uso de plantas medicinais, em consonância com as diretrizes preconizadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para o fomento da saúde (Brasil, 2016).

Nesse contexto, destaca-se a Aroeira (*Schinus terebinthifolius Raddi*) como um exemplo significativo da biodiversidade brasileira, contribuindo para a proposta de um modelo inovador e sustentável na esfera dos fitoterápicos. Esta espécie é notável por conter uma variedade de compostos fitoquímicos em sua composição, apresentando também uma ampla gama de propriedades farmacológicas. Além disso, é frequentemente empregada na medicina popular brasileira (Menezes Filho, 2020; Pereira *et al.*, 2021). Assim, ao abordar a aroeira, este capítulo explora sua distribuição geográfica, características morfológicas, revisando também sua composição química e as principais ações farmacológicas.

2. AROEIRA (*SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS RADDI*)

S. terebinthifolius Raddi, destacando-se como uma planta com múltiplos usos medicinais, possui uma história rica e diversificada que transcende diferentes culturas e períodos (Falcão *et al.*, 2015; Pereira *et al.*, 2021). No contexto brasileiro, sua primeira menção como planta medicinal ocorreu por Piso, um holandês que explorou o Nordeste entre 1637 e 1644. Sob o nome indígena, a planta foi inicialmente reconhecida por suas propriedades benéficas. Em 1694, João Ferreyra da Rosa ressaltou a sua relevância ao relatar seu emprego durante uma campanha contra a febre amarela (Almeida *et al.*, 2008; Brandão *et al.*, 2008).

Ao longo do século 19, naturalistas que percorreram Minas Gerais citaram a planta entre as 39 espécies medicinais, e esse reconhecimento foi formalizado com a inclusão da planta na 1ª Farmacopéia Brasileira, estabelecida em 1926. A comunidade médica também reconheceu suas propriedades medicinais, com o médico Alfredo da Matta, em 1912, mencionando o uso do decocto como antitérmico e Chernoviz, em 1920, descreveu a resina da casca como terapêutica para edema dos membros inferiores e contra enfermidades reumatológicas (Silva, 1929; Chernoviz, 1996; Da Matta, 2003; Brandão *et al.*, 2008; Gilbert e Favoreto, 2011).

A *Schinus terebinthifolius* Raddi, é uma espécie pertencente à família Anacardiaceae, conhecida popularmente pelos nomes de “aroeira”, “aroeira-

vermelha”, “aroeira-de-remédio”, “aroeira-mansa”, “aroeira-da-praia”, “pimentarosa”, entre outros (Ramos *et al.*, 2022; SiBBr, 2023). É uma planta nativa do continente americano, amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais, principalmente na América do Sul (Neves *et al.*, 2016; Rorato *et al.*, 2018; Carneiro *et al.*, 2023).

A presença da espécie no Brasil é notável, com ampla distribuição ao longo da costa do país, abrangendo desde o Nordeste até o Sul (Carvalho *et al.*, 2013b), conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Mapa da distribuição geográfica (estados) da aroeira.



Fonte: SiBBr, 2023.

A aroeira é identificada ao longo de toda a faixa litorânea do país, em proximidade a rios, córregos e várzeas úmidas em áreas de formações secundárias. Além disso, ela prospera em dunas, terrenos secos de baixa fertilidade e com presença de pedras, ocupando diversas formações vegetais. Além disso, ela exibe uma variedade de características, manifestando-se como arbusto rasteiro e retorcido, assim como assumindo a forma de árvore com copa globosa. Isto é reflexo

da sua capacidade de se adaptar facilmente a mudanças climáticas e estabelecer-se em uma ampla distribuição geográfica é atribuída à sua notável plasticidade ecológica, podendo sobreviver em estações secas de até seis meses com deficiência hídrica moderada (Lenzi e Orth, 2004; Lorenzi, 2002; Degáspari, Waszczyński e Prado, 2005; Santana *et al.*, 2012; Carvalho *et al.*, 2013b).

2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E BIOLÓGICAS

A aroeira-vermelha é uma árvore perenifólia que se destaca por suas características únicas. Durante a fase juvenil, ela atinge alturas entre 5 m e 10 m, com um diâmetro à altura do peito (DAP) variando de 20 cm a 30 cm. À medida que amadurece, os exemplares adultos podem alcançar alturas impressionantes de até 15 m, exibindo um DAP robusto de 60 cm, entretanto, é frequentemente menor em encostas e solos mais pobres (Lorenzi, 1998; Lorenzi, 2002; Gilbert e Favoreto, 2011).

O tronco é geralmente se caracteriza por ser curto e tortuoso, sustentando uma copa arredondada, pouco densa e atraente, especialmente durante períodos de floração, quando pequenos cachos de flores brancas embelezam a planta, e de frutificação, quando cachos de frutos globulosos e vermelhos a adornam, característica visual que torna a planta uma escolha popular para uso em ornamentação. Deste pequeno tronco se desenvolvem galhos primários que emitem ramos secundários, todos seguindo uma direção horizontal e exibindo diferentes ângulos em relação ao solo. Esses ramos, também conhecidos como galhos ou ramos plagiotrópicos, são uma característica botânica distintiva da planta. Notavelmente, a aroeira-vermelha, quando cultivada, demonstra exclusivamente o plagiotropismo, pois não apresenta galhos ortotrópicos em seu desenvolvimento (Reitz *et al.*, 1983; Neves *et al.*, 2016).

Além de suas características visuais, ela possui uma madeira notavelmente pesada, com densidade de 1,19 g/cm³, apresentando grande resistência mecânica e praticamente resistindo à decomposição. A análise da madeira revela características de grande qualidade e relevância econômica, uma vez que sua durabilidade e resistência a tornam valiosas para diversos usos, como na fabricação de mourões, cercas, lenha e carvão (Baggio, 1988; Allardice *et al.*, 1999; Lorenzi, 2002).

O caule dessa espécie se destaca pela presença de uma casca externa escura de cor pardo-acinzentada, profundamente fendida tanto longitudinal quanto, em certa medida, transversalmente. A textura é notavelmente grossa e rugosa, áspera, sulcada e escamosa, com manchas mais claras dispostas de maneira irregular e placas de líquens distribuídas em intervalos regulares. A face interna da casca apresenta estrias longitudinais e uma tonalidade avermelhada, bem como um odor característico com exsudação de terebintina. Essa camada é impregnada de uma

substância resinosa, frequentemente visível em sua superfície (Silva, 1929; Fonseca, Queiroz e Venturoli, 2017; Neves *et al.*, 2016).

As folhas são perenes, possuindo uma coloração verde-escura e apresentando uma forma oblonga a elíptica. São folhas compostas, contendo de três a dez pares de folíolos imparipinados, que se destacam por serem aromáticos, medindo aproximadamente 3 a 5 cm de comprimento por 2 a 3 cm de largura. Quando esmagadas, as folhas exalam um característico cheiro de terebintina. Em uma análise microscópica, são hipoestomáticas, exibindo estômatos anomocíticos e cutícula estriada. Tricomas tectores unicelulares e glandulares capitados pluricelulares são identificados. A nervura central revela vários feixes vasculares colaterais dispostos de maneira cêntrica. No caule, observa-se um cilindro floemático externo ao xilemático, contendo cristais de oxalato de cálcio e canais secretores associados ao floema, características que estão em consonância com os atributos da família *Anacardiaceae* (Lorenzi e Matos, 2008; Duarte, Toledo e Oliveira, 2006; Gilbert, Alves e Favoreto, 2022).

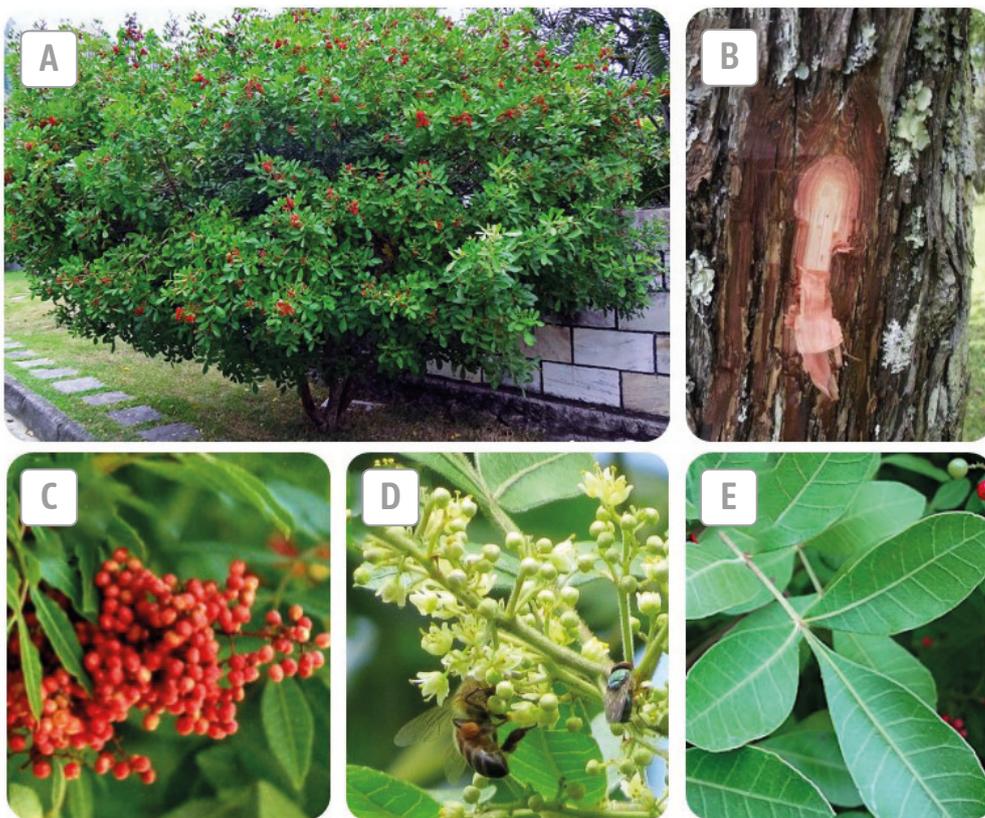
Com relação as flores, tanto as masculinas quanto as femininas da aroeira-vermelha são actinomorfas, pentâmeras e diclinas. Ambos os tipos de flores apresentam cinco sépalas verdes, cinco pétalas brancas e um disco nectarífero amarelo ouro. Nas flores masculinas, são identificados dez estames com anteras dorsifixas amarelas, acompanhadas por um gineceu reduzido, desprovido de óvulo funcional no interior do ovário. Já nas flores femininas, observa-se um gineceu com estigma trilobado, praticamente séssil, ovário súpero e unilocular, contendo um único óvulo. O androceu nessas flores não é funcional, apresentando dez estames reduzidos com anteras indeiscentes de coloração esbranquiçada e sem produção de pólen (Allardice *et al.*, 1999; Lorenzi, 2002; Santos *et al.*, 2007; Lorenzi e Matos, 2008; Neves *et al.*, 2016). Esta espécie apresenta floração predominantemente de setembro a novembro. As flores masculinas têm uma durabilidade de apenas 1 dia, enquanto as flores femininas persistem por até 6 dias, sendo polinizadas por insetos (Patocka e Almeida, 2017).

Devido às suas flores melíferas, a aroeira-vermelha atrai a avifauna, sendo suas sementes dispersas por pássaros, o que contribui para uma regeneração natural eficaz. A propagação dessa espécie é viável tanto por meio de sementes quanto por estaquia, utilizando partes da raiz e do caule. Essas abordagens proporcionam opções versáteis para a reprodução e cultivo da planta. Além disso, a aroeira-vermelha demonstra potencial na recuperação de áreas degradadas, contribuindo para a revitalização ambiental e para a economia regional (Lorenzi, 1998; Lorenzi, 2002; Gomes *et al.*, 2013).

O fruto é uma drupa globosa, com diâmetro variando entre 4 mm a 5,5 mm, apresentando uma leve compressão na parte longitudinal. Estes estão dispostos em cachos, inicialmente são brilhantes, verdes e suculentos, passando a adquirir um tom vermelho brilhante ao amadurecerem, geralmente até dezembro, com sabor adocicado e aromático. A pele vermelha dos frutos seca, formando uma casca papirácea ao redor da semente, que é marrom escura e possui aproximadamente 0,3 mm de diâmetro (Morton *et al.*, 1978; Patocka e Almeida, 2017).

A única semente por fruto é reniforme, apresentando um envoltório membranáceo liso de coloração amarelo-clara, com uma mancha marrom escura. O envoltório tem dupla origem, sendo parcialmente paquicalazal, manifestando-se na semente madura como uma mancha marrom escura, e a outra tegumentar (Neves *et al.*, 2016). Nessa perspectiva, na Figura 2 pode ser observado a aroeira-vermelha e suas diferentes partes.

Figura 2 – Aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) e suas diferentes partes.



Legenda/Fonte: A) Visão geral (Braga, 2023); B) Tronco e casca (Lopes, 2023); C) Fruto (Liberali, 2023); (D) Abertura de flores e polinizadores (Lopes, 2023); E) Folhas (Braga, 2023).

É válido ressaltar que o fruto apresenta um sabor suave e levemente picante, aliado à sua aparência, torna-o adequado para diversas preparações culinárias, podendo ser utilizado tanto na forma de grãos inteiros quanto moídos. A aroeira é especialmente indicada para a elaboração de molhos que acompanham carnes brancas, realçando seu sabor sutil. Embora suas potencialidades em aplicações nutricionais e biotecnológicas ainda não estejam amplamente difundidas no cenário nacional, essa espécie é reconhecida internacionalmente como um condimento de alta qualidade, denominado pimenta rosa. É apreciada nas cozinhas exigentes de todo o mundo para temperar carnes brancas, salames, massas e conferir sabores exóticos a bebidas e doces, como coquetéis e chocolate (Bertoldi, 2006; Gomes *et al.*, 2013).

Entretanto, a aroeira-vermelha é classificada como uma invasora agressiva no Estado da Flórida (EUA), espalhando-se agressivamente por cerca de 3000 km² de superfície terrestre. Nas áreas onde anteriormente prosperavam comunidades ecologicamente produtivas de manguezais, agora são dominadas por esta espécie. Essa invasão está afetando não apenas as comunidades de arbustos, mas também as de pinheiros (Manrique *et al.*, 2013; Donelly *et al.*, 2008; Patocka e Almeida, 2017). Sua capacidade de regeneração rápida a torna uma competidora voraz com a vegetação nativa, formando monoculturas densas. Essa característica a coloca como uma séria ameaça à biodiversidade em ecossistemas nativos da região, sendo alvo de programas de erradicação de espécies invasoras. O grande número de frutos produzidos e outros atributos da planta contribuem significativamente para sua propagação e estabelecimento, destacando a necessidade de medidas eficazes de controle e gestão (Hight *et al.*, 2002; Gomes *et al.*, 2013).

2.2 POTENCIAL TERAPÊUTICO, ABORDAGEM FARMACOLÓGICA E ASPECTOS FITOQUÍMICOS

A aroeira-vermelha tem sido uma planta valorizada ao longo da história por várias culturas em todo o mundo devido às suas aplicações medicinais diversificadas. As aplicações biológicas desta planta são conhecidas há muitos anos e suas propriedades estão descritas desde a primeira edição da Farmacopeia Brasileira, publicada em 1926, evidenciando sua relevância ao longo dos anos. Suas propriedades terapêuticas e a versatilidade de suas partes, como cascas, folhas e frutos, a tornaram um recurso valioso na medicina popular (Silva, 1929; Falcão *et al.*, 2015).

Na medicina popular, essa espécie é reconhecida por suas diversas aplicações, atuando como anti-inflamatório, antipirético, analgésico e agente depurativo. Seu papel vai além, sendo empregada no tratamento de condições específicas, como

doenças sexualmente transmissíveis, inflamações uterinas, infecções do trato urinário, úlceras cutâneas e distúrbios gastroduodenais. Adicionalmente, infusões e decocções preparadas a partir de diferentes partes da planta, como flores, caules, folhas e frutos, são frequentemente utilizadas na busca por alívio, especialmente no tratamento de tumores, revelando a diversidade de benefícios medicinais atribuídos a esta espécie (Silva, 1929; Silva *et al.*, 2017; Patocka e Almeida, 2017; Bezerra, 2022; Locali-Pereira, Lopes e Nicoletti, 2023; Carvalho *et al.*, 2023).

Em relação as formas de usos na medicina tradicional, diversas formas são destacadas, como decocção, extrato alcoólico, tisana, banho, chá, infusão, cataplasma, garrafada, pomada, maceração, pó, xarope, emplastro, lambedor, alcoolatura e tintura. A obtenção de informações adequadas, como as partes da planta utilizadas pelas comunidades tradicionais e as formas de preparo, provenientes de registros etnobotânicos e etnofarmacológicos, oferece vantagens significativas no planejamento de pesquisas experimentais (Süntar, 2020; Bezerra, 2022).

Nesse contexto, é na investigação científica que as propriedades medicinais da desta espécie são meticulosamente exploradas. Assim, diversos estudos têm enfatizado seus efeitos potenciais a partir, principalmente, de extratos das folhas e fruto, conforme pode ser observado na Tabela 1. Em todos os extratos analisados, independentemente do solvente utilizado, foram identificadas propriedades bioativas.

Tabela 1 – Extratos obtidos a partir da aroeira-vermelha e atividades biológicas relacionadas.

PARTE DA PLANTA	EXTRAÇÃO	ATIVIDADE	REFERÊNCIA
FOLHAS	Metanólico	Antialérgico (inibição da formação de edema e liberação de histamina)	Cavalher-Machado <i>et al.</i> , 2008
		Antimicrobiana e antiaderente	Freires <i>et al.</i> , 2010
		Anti-inflamatório	Fedel-Miyasato <i>et al.</i> , 2014; Silva <i>et al.</i> , 2017a
		Antidiabético/Antioxidante	Rocha <i>et al.</i> , 2018
		Antifúngica	Barbieri <i>et al.</i> , 2014;
		Antibacteriana	Bilhalva, 2015
	Etanólico	Antibacteriana	Salvi Junior, 2013
		Antimicrobiana	Martinez <i>et al.</i> , 1996a,b; El-Massry <i>et al.</i> , 2009; Guerra <i>et al.</i> , 2000; Costa, 2011; Carvalho <i>et al.</i> , 2013b;
		Antioxidante	Guerra <i>et al.</i> , 2000; El-Massry <i>et al.</i> , 2009; Silva <i>et al.</i> , 2017b;
		Antifúngica	Johann <i>et al.</i> , 2017
	Hidroalcóolico	Anti-inflamatório	Rosas <i>et al.</i> , 2015
	Óleo essencial	Antimicrobiana/antioxidante	Uliana <i>et al.</i> , 2016
		Anti-inflamatório/angiogênico	Estevão <i>et al.</i> , 2017
		Larvicida (<i>Aedes aegypti</i>)	Procópio <i>et al.</i> , 2015; Bortolucci <i>et al.</i> , 2019
		Fungicida	Santos <i>et al.</i> , 2010
Anticancerígeno		Mahmoud <i>et al.</i> , 2011	
FRUTOS	Metanólico	Antioxidante	Bernardes <i>et al.</i> , 2014
		Inibição do estresse oxidativo	Glória <i>et al.</i> , 2017
		Antibacteriana	Bilhalva, 2015
	Etanólico	Antioxidante	Silva <i>et al.</i> , 2017b; Costa, 2011;
		Antimicrobiana	Silva <i>et al.</i> , 2017b;

FRUTOS	Óleo essencial	Antioxidante/Anticancerígeno	Bendaoud <i>et al.</i> , 2010
		Larvicida (<i>Aedes aegypti</i>)	Bortolucci <i>et al.</i> , 2019
		Cicatrizantes/anti-inflamatórias	Gazzaneo, Lucena e Albuquerque, 2005
		Repelente	Cole, 2008
CASCA	Hidroalcólico	Cicatrizante	Coutinho <i>et al.</i> , 2006; Branco Neto, <i>et al.</i> , 2006; Lucena <i>et al.</i> , 2006
	Etanólico	Antimicrobiana	Rebello, 2013
	Aquoso	Antioxidante	Carvalho <i>et al.</i> 2003

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados obtidos destacam o potencial terapêutico e farmacológico desta espécie, justificando a necessidade de investigações adicionais. Essas pesquisas podem explorar não apenas o uso tradicional desta planta na medicina, mas também abrir caminho para novas aplicações terapêuticas. A diversidade de propriedades medicinais encontradas em diferentes partes da planta, especialmente em relação a atividades antialérgicas, antimicrobianas, anti-inflamatórias, antioxidantes e larvicidas, aponta para um campo promissor de estudo. Esses achados encorajam uma abordagem mais aprofundada, visando entender melhor os mecanismos envolvidos e potencializar os benefícios terapêuticos dessa espécie.

No que diz respeito à composição química dos frutos, folhas e casca do caule de *Schinus terebinthifolius*, esta revela uma rica variedade de metabólitos, abrangendo terpenos, saponinas, compostos fenólicos, taninos hidrolisados, antocianinas, antocianidinas, flavonas, flavonoides, xantonas, triterpenos pentacíclicos livres e esteróis livres. Embora os compostos fenólicos estejam presentes em todas as partes da planta, alguns, como os terpenos, são encontrados de forma mais proeminente em frutas e folhas. Vale ressaltar que o solvente utilizado e o método de extração desempenham um papel crucial na identificação e isolamento específico de cada um desses compostos, influenciando diretamente na análise da composição química da planta (Costa *et al.*, 2015; Locali-Pereira, Lopes e Nicoletti, 2023).

Os óleos essenciais provenientes desta espécie apresentam como compostos principais α e β -pineno, Δ^3 -careno, limoneno, α -felandreno, β -felandreno, p-cimeno e terpinoleno, acompanhados por pequenas quantidades de álcoois mono e

triterpênicos, hidrocarbonetos sesquiterpênicos e cetonas. Análises de extratos da casca e folhas revelaram a presença de triterpenos e ácidos triterpênicos, respectivamente (Lima *et al.*, 2006).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aroeira é uma planta interessante e com grande potencial para diversas aplicações. Sua distribuição ao longo da costa brasileira e adaptação a diversos ambientes testemunham sua notável plasticidade ecológica. Além de sua beleza morfológica, a aroeira-vermelha desempenha papéis medicinais, sendo reconhecida na medicina popular por suas propriedades anti-inflamatórias, analgésicas e depurativas. Contudo, sua ascensão como invasora na Flórida destaca desafios ambientais, exigindo medidas de controle para preservar ecossistemas nativos. A pesquisa científica revela uma riqueza fitoquímica, abrindo portas para aplicações terapêuticas inexploradas, enquanto sua trajetória continua a desafiar fronteiras temporais e geográficas, prometendo novos capítulos de descoberta e compreensão.



ALLARDICE, P.; BONE, K.; HUTCHISON, F. **Segredos e virtudes das plantas medicinais**. Rio de Janeiro: Reader's Digest Brasil, 1999. 416 p.

ALMEIDA, V. A.; CÂMARA, C. A. G.; MARQUES, E. A. T. **Plantas medicinais brasileiras usadas pelo Dr. João Ferreyra da Rosa na “Constituição Pestilencial de Pernambuco” no final do século XVII**. Biotemas, v. 21, p. 39-48, 2008.

ARAÚJO, N. R. **Práticas tradicionais de cura: poder mágico e espiritual das plantas medicinais nos rituais das comunidades quilombolas em Itamarandiba, Minas Gerais**. 2019. 99 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde, Sociedade e Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Saúde, Sociedade e Ambiente, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.

BAGGIO, A. J. Aroeira como potencial para usos múltiplos na propriedade rural. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.17, p. 25-32. 1988.

BARBIERI, D. S. V.; TONIAL, F.; LOPEZ, P. V. A.; SALES MAIA, B. H. L. N.; SANTOS, G. D.; RIBAS, M. O.; GLIENKE, C.; VICENTE, V. A. Antiadherent Activity of *Schinus Terebinthifolius* and *Croton Urucurana* Extracts on in vitro Biofilm Formation of *Candida Albicans* and *Streptococcus Mutans*. **Archives of Oral Biology**, v. 59, n. 9, p. 887–896, 2014.

BENDAOU, H.; ROMDHANE, M.; SOUCHARD, J. P.; CAZAUX, S.; BOUJILA, J. Chemical composition and anticancer and antioxidant activities of *Schinus molle* L. and *Schinus terebinthifolius* Raddi berries essential oils. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 6, p. 466-472, 2010.

BERNARDES, N. R.; HEGGDORNE-ARAÚJO, M.; BORGES, I. F. J. C.; ALMEIDA, F. M.; AMARAL, E. P.; LASUNSKAIA, E. B.; MUZITANO, M. F.; OLIVEIRA, D. B. Nitric Oxide

Production, Inhibitory, Antioxidant and Antimycobacterial Activities of the Fruits Extract and Flavonoid Content of *Schinus terebinthifolius*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 6, p. 644–650, 2014.

BEZERRA, J. J. L. Usos medicinais de *Schinus terebinthifolia* Raddi (Anacardiaceae) em diferentes regiões do Brasil: uma revisão. **Ethnoscience**, v. 7, p. 88-108, 2022.

BILHALVA, K. B. **Avaliação do potencial antimicrobiano de extratos obtidos com diferentes solventes de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) e chinchilho (*Tagetes minuta* Linnaeus)**. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

BORTOLUCCI, W. C.; OLIVEIRA, H. L. M.; SILVA, E. S.; DE CAMPO, C. F. A. A.; GONÇALVES, J. E.; JUNIOR, R. P. I. A. U.; COLAUTO, N. B.; LINDE, G. A.; GAZIM, Z. C. *Schinus terebinthifolius* Essential Oil and Fractions in the Control of *Aedes aegypti*. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 5, p. 1575–1587, 2019.

BRAGA, C. **Aroeira vermelha – *Schinus terebinthifolius***. Disponível em: <https://www.floresfolhagens.com.br/aroeira-vermelha-schinus-terebinthifolius/>. Acesso em: 22 Nov 2023.

BRANCO NETO, M. L. C.; FILHO, J. M. R.; MALAFAIA, O.; FILHO, M. A. O.; CZECHKO, N. G.; AOKI, S.; CUNHA, R.; FONSECA, V. R.; TEIXEIRA, H. M.; AGUIAR, L. R. F. Avaliação do extrato hidroalcoólico de Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) no processo de cicatrização de feridas em pele de ratos. **Acta Cirurgica Brasileira**, v. 21, p. 17-22, 2006.

BRANDÃO, M. G. L.; ZANETTI, N. N. S.; OLIVEIRA, P.; GRAEL, C. F. F.; SANTOS, A. C. P.; MONTE-MOR, R. L. M. Brazilian medicinal plants described by 19th century European naturalists and in the official Pharmacopoeia. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 120, p. 141-148, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. **Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

CARNEIRO, M. J.; PINHEIRO, G. P.; BASEGGIO, A. M.; MARÓSTICA-JÚNIOR, M. R.;

SAWAYA, A. C. H. F. Composição química e atividade antioxidante do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* masculino e feminino. **Pesquisa em Farmacognosia**, v. 15, n. 3, p. 484–491, 2023.

CARVALHO, R. B. F.; FREITAS, R. M.; LIMA, L. S.; DAVID, J. P.; FEITOSA, C. M. Chemical composition and anticholinesterase activity of an active fraction of extract of *Citrus limon* (L.) Burm leaves. **Química Nova**, v. 36, n. 9, p. 1375-1379, 2013a.

CARVALHO, M. G.; MELO, A. G. N.; ARAGÃO, C. F. S.; RAFFIN, F. N.; MOURA, T. F. A. L. *Schinus terebinthifolius* Raddi: composição química, propriedades biológicas e toxicidade. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 1, p. 158–169, 2013b.

CARVALHO, M. C.; BARCA, F. N.; AGNEZ-LIMA, L. F.; MEDEIROS, S. R. Evaluation of mutagenic activity in an extract of pepper tree stem bark (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Environmental and Molecular Mutagenesis**, v. 42, p. 185-191, 2003.

CARVALHO, R. B. F.; ALMEIDA, A. A. C. **Potencial neurofarmacológico de produtos naturais derivados de plantas como estratégia terapêutica na ansiedade**. In: George Laylson da Silva Oliveira; Ana Paula dos Santos Correia Lima da Silva. (Org.). Produtos naturais com implicações na farmacologia. 1ed. Ponta Grossa/Paraná: Atena, 2023, v. 1, p. 1-85.

CAVALCANTE, A. C. P.; DINIZ, B. L. M. T.; SILVA, A. G.; CAVALCANTE, A. P. Preservação dos recursos ambientais água e solo: promovendo a sensibilização ambiental na escola João Paulo II, Bananeiras-PB. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 13, p. 2851-2856, 2013.

CAVALHER-MACHADO, S. C.; ROSAS, E. C.; BRITO, F. A.; HERINGE, A. P.; OLIVEIRA, R. R.; KAPLAN, M. A.; FIGUEIREDO, M. R.; HENRIQUES, M. D. The anti-allergic activity of the acetate fraction of *Schinus terebinthifolius* leaves in IgE induced mice paw edema and pleurisy. **International Immunopharmacology**, v. 8, n. 11, p. 1552-1560, 2008.

CLAMOTE, F. **Aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolia*)**. Disponível em: <https://obotanicoaprendiznateradosespantos.blogspot.com/2023/02/aroeira-vermelha-schinus.html>. Acesso em 22 Nov 2023.

CHERNOVIZ, P. L. N. **A Grande Farmacopeia Brasileira**. 19. ed. Belo Horizonte: Itatiaia, 1996.

COLE, E. R. **Avaliação da atividade do óleo essencial dos frutos de *Schinus terebinthifolius* Raddi (*Anacardiaceae*) e sua eficácia no combate ao dengue**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2008.

COSTA, C. O. S.; RIBEIRO, P. R.; LOUREIRO, M. B.; SIMÕES, R. C.; DE CASTRO, R. D.; FERNANDEZ, L. G. Phytochemical Screening, Antioxidant and Antibacterial Activities of Extracts Prepared from Different Tissues of *Schinus Terebinthifolius* Raddi That Occurs in the Coast of Bahia, Brazil. **Pharmacognosy Magazine**, v. 11, n. 43, p. 607–614, 2015.

COSTA, C. O. D'S. **Avaliação da atividade antioxidante e antimicrobiana de extratos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Schinus terebinthifolius* Raddi**. Dissertação (Mestrado em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas). Universidade Federal da Bahia, 2011.

COUTINHO, I. H. I. L. S.; TORRES, O. J. M.; MATIAS, J. E. F.; COELHO, J. C. U.; STAHLKE, H. J. Jr.; AGULHAM, M. Â.; BACHLE, Ê.; CAMARGO, P. A. M.; PIMENTEL, S. K.; FREITAS, A. C. T. Efeito do extrato hidroalcoólico de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) na cicatrização de anastomoses colônicas: estudo experimental em ratos. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 21, Suplemento 3, p. 49-54, 2006.

DAMATTA, A. A. **Flora Médica Brasiliense**. 3ª edição. 1912, reimpressão. Editora Valer, Manaus, 2003.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N.; PRADO, M. R. M. Atividade antimicrobiana de *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 617-622, 2005.

DONNELLY, M. J.; GREEN, D. M.; WALTERS, L. J. *Allelopathic effects of fruits of the Brazilian pepper *Schinus terebinthifolius* on growth, leaf production and biomass of seedlings of the red mangrove *Rhizophora mangle* and the black mangrove *Avicennia germinans**. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 357, n. 2, p. 149-156, 2008.

DUARTE, M. R.; TOLEDO, M. G.; OLIVEIRA, R. B. Diagnose morfoanatômica de

aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae). **Revista Visão Acadêmica**, v. 7, p. 5-13, 2006.

EL-MASSRY, K. F.; EL-GHORAB, A. H.; SHAABAN, H. A.; SHIBAMOTO, T. Chemical Compositions and Antioxidant/Antimicrobial Activities of Various Samples Prepared from *Schinus terebinthifolius* Leaves Cultivated in Egypt. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 5265-5270, 2009.

ESTEVÃO, L. R. M.; SIMÕES, R. S.; CASSINI-VIEIRA, P.; CANESSO, M. C. C.; BARCELOS, L. D. S.; RACHID, M. A.; CÂMARA, C. A. G.; EVÊNCIO-NETO, J. *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) leaves oil attenuates inflammatory responses in cutaneous wound healing in mice. **Acta Cirurgica Brasileira**, v. 32, n. 9, p. 726-735, 2017.

FALCÃO, M. P. M. M.; OLIVEIRA, T. K. B.; Ó, N. P. R. DO; SARMENTO, D. A.; GADELHA, N. C. *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) e suas propriedades na Medicina Popular. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, p. 23-27, 2015.

FEDEL-MIYASATO, L. E.; KASSUYA, C. A.; AUHAREK, S. A.; FORMAGIO, A. S.; CARDOSO, C. A.; MAURO, M. O.; *et al.* Evaluation of anti-inflammatory, immunomodulatory, chemopreventive and wound healing potentials from *Schinus terebinthifolius* methanolic extract. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 5, p. 565-575, 2014.

FILHO, A. C. P. de M. *Schinus molle* e *Schinus terebinthifolius*: Revisão sistemática da classificação, e aspectos químicos, fitoquímicos, biológicos e farmacobotânicos. **Brazilian Journal of Natural Sciences**, v. 3, n. 3, p. 490, 2020.

FONSECA, C. S.; QUEIROZ, E. D.; VENTUROLI, F. **Identificação de espécies florestais na Escola de Agronomia da UFG**. 1. ed. Goiânia: EA/UFG, 2017. v. 1. 70p.

FREIRES, I. M. *et al.* Atividade antimicrobiana e antiaderente in vitro de tintura de *Schinus terebinthifolius* (aroeira) e *Solidago microglossa* (arnica) frente a bactérias formadoras do biofilme dentário. **Odontologia Clínica e Científica**, v. 9, p. 139-143, 2010.

GAZZANEO, L. R. S.; LUCENA, R. F. P.; ALBUQUERQUE, U. P. Knowledge and use of medicinal plants by local specialists in a region of Atlantic Forest in the state of Pernambuco (Northeastern Brazil). **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 1, p. 1-9, 2005.

GILBERT, B.; ALVES, L. F.; FAVORETO, R. F. **Monografias de Plantas Mediciniais Brasileiras e Aclimatadas**: Volume II. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2022. 291p.

GILBERT, B.; FAVORETO, R. *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Revista Fitos (ALANAC)**, v. 6, p. 43-56, 2011.

GLÓRIA, L. L.; DE SOUZA ARANTES, M. B.; DE FARIA PEREIRA, S. M.; DE SOUZA VIEIRA, G.; MARTINS, C. X.; DE CARVALHO JUNIOR, A. R.; ANTUNES, F.; BRAZ-FILHO, R.; VIEIRA, I. J. C.; DA CRUZ, L. L., *et al.* Phenolic Compounds Present in *Schinus Terebinthifolius* Raddi Influence the Lowering of Blood Pressure in Rats. **Molecules**, v. 22, n. 10, 2017.

GOMES, L. J.; SILVA-MANN, R.; MATTOS, P. P. de; RABBANI, A. R. C. **Pensando a biodiversidade: aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi.)**. 1. ed. Aracaju: Editora UFS, 2013. v. 1. 372p.

GUERRA, M. J. M.; BARREIRO, M. L.; RODRÍGUEZ, Z. M.; RUBALCABA, Y. Actividad Antimicrobiana de un extracto fluido al 80% de *Schinus terebinthifolius* Raddi (COPAL). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 5, p. 23-25, 2000.

HIGHT, S. D.; CUDA, J. P.; MEDAL, J. C. Brazilian Peppertree. In: VAN DRIESCHE, R.; HIGUCHI, N.; SANTOS, J. M.; IMANAGA, M.; YOSHIDA, S. Aboveground biomass estimate for Amazonian dense tropical moist forests. **Memoirs of the Faculty of Agriculture Kagoshima University**, v. 30, p. 43-54, 1994.

JI, H. F.; LI, X. J.; ZHANG, H. Y. Natural products and drug discovery. **EMBO Reports**, v. 10, n. 3, p. 194-200, 2009.

PATOČKA, J.; ALMEIDA, J. Brazilian pepper tree: review of pharmacology. **Military Medical Science Letters**, n. 1, p. 32-41, 2017.

JOHANN, S.; SILVA, D. L.; MARTINS, C. V. B.; ZANI, C. L.; PIZZOLATTI, M. G.; RESENDE, M. A. Inhibitory Effect of Extracts from Brazilian Medicinal Plants on the Adhesion of *Candida Albicans* to Buccal Epithelial Cells. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 24, n. 11, p. 2459–2464, 2008.

LENZI, M.; ORTH, A. I. Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 17, p. 67-89, 2004.

LIBERALI, H. **Espécie *Schinus terebinthifolia* Raddi, 182**. Disponível em: <http://elianto.fisica.unimi.it/life/index.php?x=23905&d=100&l=0>. Acesso em 22 Nov 2023.

LIMA, L. B.; VASCONCELOS, C. F. B.; MARANHÃO, H. M. L.; LEITE, V. R.; FERREIRA, P. A.; ANDRADE, B. A.; ARAÚJO, E. L.; XAVIER, H. S.; LAFAYETTE, S. S. L.; WANDERLEY, A. G. Acute and subacute toxicity of *Schinus terebinthifolius* bark extract. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 126, p. 468-473, 2009.

LOCALI-PEREIRA, A. R.; LOPES, N. A.; NICOLETTI, V. R. Pink Pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) from Extracts to Application: Truths about a Fake Pepper. **Food Reviews International**, v. 39, n. 8, p. 5185–5214, 2023.

LOPES, G. L. ***Schinus terebinthifolia* Raddi** – aroeira-vermelha. Disponível em: <https://sites.unicentro.br/wp/manejoflorestal/7976-2/>. Acesso em 22 Nov 2023.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. ed. v.1. São Paulo: Instituto Plantarum, 2002. 368p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa, São Paulo: Editora Plantarum, 1998.

LUCENA, P. L. H.; RIBAS FILHO, J. M.; MASSA, M.; CZECHOKO, N. G.; DIETZ, U. A.; CORREIA NETO, M. A.; HENRIQUES, G. S.; SANTOS, O. J.; CESCHIN, A. P.; THIELE, E. S. Avaliação da ação da aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) na cicatrização de feridas cirúrgicas em bexigas de ratos. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 12, n. 2, p. 46-51, 2006.

MAHMOUD, T. S.; MARQUES, M. R.; PESSOA, C. O.; LOTUFO, L. V. C.; MAGALHÃES,

H. I. F.; MORAES, M. O.; *et al.* In vitro cytotoxic activity of Brazilian Middle West plant extracts. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 21, n. 3, p. 456-464, 2011.

MANRIQUE, V.; CUDA, J. P.; OVERHOLT, W. A. Brazilian peppertree: a poster child for invasive plants in Florida. **Journal of Florida Studies**, v. 1, p. 1-14, 2013.

MARTINEZ, M. J.; BETANCOURT, J.; ALONSO-GONZALEZ, N.; JAUREGUI, A. Screening of some Cuban medicinal plants for antimicrobial activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 52, p. 171-174, 1996a.

MARTÍNEZ, M. J. A.; GONZÁLEZ, N.; BETANCOURT-BADELL, J. Actividad antimicrobiana del *Schinus terebinthifolius* Raddi (copal). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 1, p. 37-39, 1996b.

MOREIRA, R. C. T. *et al.* Abordagem Etnobotânica acerca do Uso de Plantas Medicinais na Vila Cachoeira, Ilhéus, Bahia, Brasil. **Acta Farmacéutica Bonaerense**, v. 21, n. 3, p. 205-211, 2002.

NEVES, E. J. M. *et al.* Cultivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para produção de pimenta-rosa. **Embrapa Florestas-Documents (INFOTECA-E)**, v. 1, n. 1, p. 114-117, 2016.

OLIVEIRA, L. S. T.; CUNHA E SILVA, S. L.; TAVARES, D. C.; SANTOS, A.; OLIVEIRA, G. C. B. Uso de plantas medicinais no tratamento de animais. **Enciclopédia Biosfera**, v. 5, n. 8, p. 1-8, 2009.

PEREIRA, D. P.; SILVA, A. I. B.; NUNES, L. E.; SÁ-FILHO, G. F.; RIBEIRO, L. H. F. Potencial Biotecnológico da Aroeira Vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi): Uma Revisão Narrativa. **Revista Saúde e Meio Ambiente - RESMA**, v. 13, p. 25-37, 2021.

PROCÓPIO, T. F.; FERNANDES, K. M.; PONTUAL, E. V.; XIMENES, R. M.; DE OLIVEIRA, A. R. C.; SOUZA, C. D. S.; DE ALBUQUERQUE MELO, A. M. M.; NAVARRO, D. M. D. A. F.; PAIVA, P. M. G.; MARTINS, G. F., *et al.* *Schinus Terebinthifolius* Leaf Extract Causes Midgut Damage, Interfering with Survival and Development of *Aedes Aegypti* Larvae. **PLoS One**, v. 10, n. 5, p. 1-19, 2015.

RAMOS, H. de O.; FERREIRA, G. G.; BRANDÃO, D. L. do N.; DOLABELA, M. F.

Schinus terebinthifolius Raddi: a literature review associated with an in silico study. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. e421111234262, 2022.

REBELLO, L. C. **Atividade antimicrobiana dos extratos de *Schinus terebinthifolia* Raddi**. 2013. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2013.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. *Sellowia*. **Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues**, v. 70, n. 34/35, p. 5-483, 1983.

ROCHA, P. S.; CAMPOS, J. F.; NUNES-SOUZA, V.; VIEIRA, M. C.; BOLETI, A. P. A.; RABELO, L. A.; SANTOS, E. L.; PICOLI SOUZA, K. Antioxidant and Protective Effects of *Schinus Terebinthifolius* Raddi Against Doxorubicin-Induced Toxicity. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 184, n. 3, p. 869–888, 2018.

ROQUE, A. A. *et al.* Uso e diversidade de plantas medicinais da Caatinga na comunidade rural de Laginhas, município de Caicó, Rio Grande do Norte (Nordeste do Brasil). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, n. 1, p. 31-42, 2010.

RORATO, D. G. *et al.* Tolerance and resilience of forest species to frost in restoration planting in southern Brazil. **Restoration Ecology**, v. 26, n. 3, p. 537-542, 2018.

ROSAS, E. C.; CORREA, L. B.; PÁDUA, T. A.; COSTA, T. E. M. M.; MAZZEI, J. L.; HERINGER, A. P.; *et al.* Anti-inflammatory effect of *Schinus terebinthifolius* Raddi hydroalcoholic extract on neutrophil migration in zymosan-induced arthritis. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 175, p. 490-498, 2015.

SALVI JUNIOR, A. ***Schinus terebinthifolius* Raddi: estudo farmacognóstico e investigação da atividade biológica de extratos e frações**. 2013. (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, 2013.

SANTANA, J. S.; SARTORELLI, P.; LAGO, J. H. G.; MATSUO, A. L. Isolamento e Avaliação do Potencial Citotóxico de Derivados Fenólicos de *Schinus Terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). **Química Nova**, v. 35, n. 11, p. 2245–2248, 2012.

SANTOS, R. L. *et al.* Análise sobre a fitoterapia como prática integrativa no Sistema Único de Saúde. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 4, p. 486-491, 2011.

SANTOS, A. C. A.; ROSSATO, M.; SERAFINI, L. A.; BUENO, M.; CRIPPA, L. B.; SARTORI, V. C.; DELLACASSA, E.; MOYNA, P. Efeito fungicida dos óleos essenciais de *Schinus molle* L. e *Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae, do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 2, p. 154-159, abr. 2010.

SANTOS, A. C. A.; ROSSATO, M.; AGOSTINI, F.; SANTOS, P. L.; SERAFINI, L. A.; MOYNA, P.; DELLACASSA, E. Avaliação química mensal de três exemplares de *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 1011-1013, 2007.

Ficha de Espécies do Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR). *Schinus terebinthifolius*. Disponível em: https://ferramentas.sibbr.gov.br/ficha/bin/view/especie/schinus_terebinthifolius. Acesso em: 13 nov. 2023.

SILVA, A. G. N.; ALMEIDA, A. A. C.; VIEIRA, T. B. S.; CARVALHO, R. B. F. Uso medicinal popular de plantas na comunidade Estreito, zona rural de Redenção do Gurguéia, Piauí, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, p. e27101724350, 2021.

SILVA, C. F.; ZANK, S. Entre a tradição e a modernidade: a relação entre as benzedadeiras e as plantas medicinais em um centro urbano no sul do Brasil. **Ethnobotany Research and Applications**, v. 23, p. 1-12, 2022.

SILVA, M. T.; BORGES, L. L.; FIUZA, T. S.; TRESVENZOL, L. M. F.; CONCEIÇÃO, E. C.; BATISTA, C. R.; MATOS, C. B.; VEIGA JÚNIOR, V. F.; MOURÃO, R. H. V.; FERRI, P. H., *et al.* Viscosity of the Oil-Resins and Chemical Composition of the Essential Oils from Oils-Resins of *Copaifera Multijuga* Hayne Growing in the National Forest Saracá-Taquera Brazil. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 20, n. 5, p. 1226-1234, 2017a.

SILVA, M. M.; IRIGUCHI, E. K. K.; KASSUYA, C. A. L.; VIEIRA, M. C.; FOGGIO, M. A.; CARVALHO, J. E.; RUIZ, A. L. T. G.; SOUZA, K. P.; FORMAGIO, A. S. N. *Schinus Terebinthifolius*: Phenolic Constituents and in vitro Antioxidant, Antiproliferative and in vivo Anti-Inflammatory Activities. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 27, n. 4, p. 445-452, 2017b.

SILVA, R. A. D. **Monographias sobre as drogas vegetaes e animaes, productos chimicos e prepareações officinaes.** In: _____. Pharmacoepia dos Estados Unidos do Brasil. 1. ed. São Paulo: Indústria Gráfica Siqueira, 1929. Disponível em: https://fitoterapiabrasil.com.br/sites/default/files/documentos-oficiais/farmacopeia_brasileira_1a_edicao.pdf. Acesso em nov. 2023.

SÜNTAR, I. Importance of ethnopharmacological studies in drug discovery: role of medicinal plants. **Phytochemistry Reviews**, v. 19, p. 1199–1209, 2020.

ULIANA, M. P.; FRONZA, M.; da SILVA, A. G.; VARGAS, T. S.; de ANDRADE, T. U.; SCHERER, R. Composition and Biological Activity of Brazilian Rose Pepper (*Schinus Terebinthifolius* Raddi) Leaves. **Industrial Crops and Products**, v. 83, p. 235–240, 2016.

VELOSO, A. R.; GERONIMO, E.; NEVES, A. C.; de JESUS, A. G. M.; MANDOTTI, F.; dos SANTOS, G. H. A.; FEDRIGO, T. T.; HOSCHEID, J.; JESUS, D. R.; SEGURA, D. de C. A.; ZARDETO, G. Cultivo e uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos. **Arquivos De Ciências Da Saúde Da UNIPAR**, v. 27, n. 1, 2023.

VIEGAS JUNIOR, C.; BOLZANI, V. S.; BARREIRO, E. J. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Química Nova**, v. 29, n. 2, p. 326-337, 2006.



AMBURANA: CARACTERÍSTICAS, POTENCIALIDADES MEDICINAIS E CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA

*Rusbene Bruno Fonseca de Carvalho
Antonia Amanda Cardoso de Almeida
Francinildo de Sousa Santos
Fabrícia de Castro Silva*

1. INTRODUÇÃO

A utilização de plantas medicinais pelo homem é uma prática que remonta à pré-história, sendo que, desde os primórdios das civilizações até o final do século XIX, essas plantas representaram a principal fonte de medicamentos. Elas desempenharam um papel crucial na melhoria das condições de vida e no aumento das chances de sobrevivência, e ao longo do tempo, a sua utilização evoluiu, passando de métodos simples de tratamento para as formas tecnologicamente sofisticadas de fabricação industrial empregadas pelo homem moderno (Lorenzi e Matos 2002).

Nesse contexto, plantas medicinais, conforme definido, englobam todas as plantas que o homem utiliza com o intuito de cura, seja em sua totalidade ou em partes específicas, devido à presença de substâncias terapêuticas (Brasil, 2010). Assim, com um vasto arsenal de compostos químicos, tanto orgânicos quanto inorgânicos, as plantas oferecem diversas oportunidades de exploração pelo homem. Frequentemente, são empregadas como terapia complementar aos tratamentos estabelecidos, influenciadas por práticas ancestrais ou recomendadas por familiares e pessoas próximas ao longo de várias gerações (Pedroso, Andrade e Pires 2021).

Entretanto, é importante destacar que as plantas possuem componentes químicos com potenciais efeitos adversos. Portanto, podemos afirmar que o conceito associado às plantas medicinais de que “se é natural, não faz mal” é

equivocado. Assim, devido ao aumento preocupante do uso não regulamentado e indiscriminado de plantas medicinais pela população, muitas vezes em conjunto com medicamentos sintéticos, frequentemente sem compreender plenamente seus benefícios, riscos e contraindicações, o Ministério da Saúde tomou medidas por meio do Decreto Presidencial nº. 5.813, datado de 22 de junho de 2006. Essa ação culminou na aprovação da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF), cujo objetivo é proporcionar orientações aprofundadas aos profissionais de saúde sobre o uso adequado de plantas medicinais e medicamentos fitoterápicos (Brasil, 2006; Faustino, Almeida e Andreatini, 2010; Carvalho e Almeida, 2023).

Em contrapartida, a promoção da saúde com base em plantas medicinais é reconhecida pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que também encoraja a revitalização, o reconhecimento e a valorização das práticas tradicionais e populares no uso de plantas e remédios caseiros. A OMS destaca, ainda, a relevância da Medicina Tradicional no contexto da atenção primária à saúde, considerando que 80% da população recorre a essas práticas em seus cuidados básicos, dos quais 85% envolvem plantas ou preparações à base delas (OMS, 2013; Brasil, 2016; Silva *et al.*, 2021a).

No cenário da pesquisa em produtos naturais, as plantas medicinais e seus derivados assumem um papel de destaque como fontes essenciais de moléculas com propriedades terapêuticas e farmacológicas. Essas substâncias representam um reservatório promissor de compostos biologicamente ativos. Múltiplos grupos de pesquisa se dedicam à exploração científica das potencialidades dos recursos naturais, abordando tanto os aspectos químicos quanto farmacológicos (Raut e Karuppaiyil, 2014; Costa, 2014; Carvalho e Almeida, 2023).

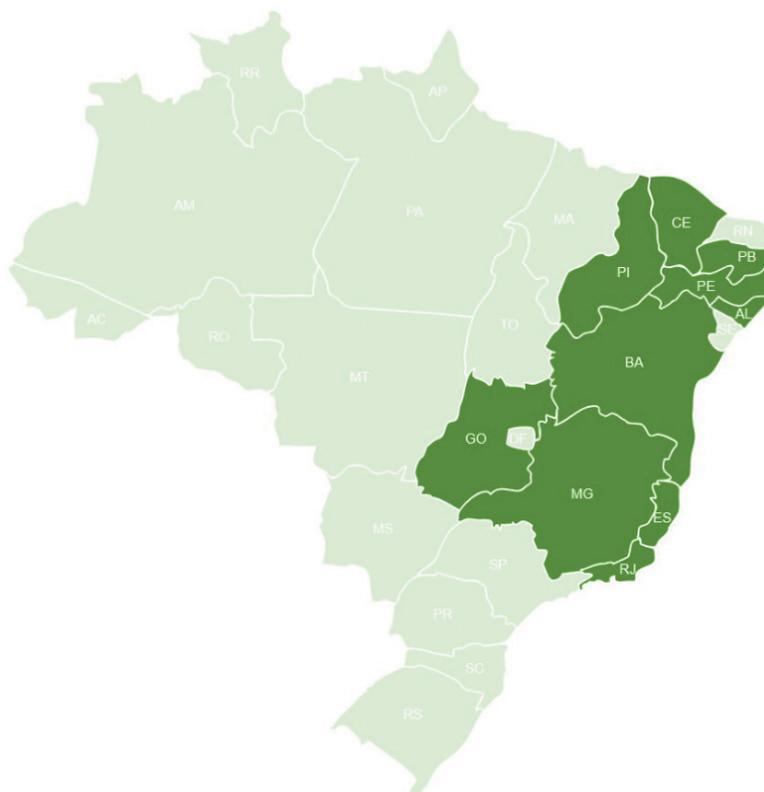
Nesse contexto, merecem atenção especial a *Amburana* (*Amburana cearensis* (Freire Allemão) A.C. Smith), dada sua notável relevância na investigação das propriedades terapêuticas e farmacológicas. Assim, esse capítulo tem como objetivo explorar a biodiversidade e a relevância desta espécie, abrangendo sua distribuição geográfica, características morfológicas e biológicas, bem como suas propriedades medicinais e suas potenciais contribuições para o ensino de química orgânica.

2. AMBURANA (AMBURANA CEARENSIS (FREIRE ALLEMÃO) A.C. SMITH)

AC Smith, em 1940, estabeleceu *Amburana cearenses* como sinônimo botânico da espécie *Torresea cearensis*, que por sua vez foi originalmente nomeada por Freire Allemão em 1864 (Smith, 1940). A espécie *Amburana cearenses* pertence à família Fabaceae, conhecida popularmente no Brasil como “Amburana”, “Baru”, “Cumaru-do-Ceará”, “Cumaru-das-Caatingas”, “Imburana-de-cheiro”, “Louro-ingá”, “Umburana”, “Angelim”, “Cerejeira-rajada”, “Cumaré”, “Roble crioulo”, “Tumi”

e “Palo trébol”, “cumaru” e/ou “imburana/umburana de cheiro”, pode atingir entre 10 a 20 m de altura. Sua área de distribuição natural engloba o bioma desértico brasileiro conhecido como “Caatinga”, bem como regiões da floresta pluvial (Loureiro, 2013; Vasconcelos *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2020). O mapa da distribuição geográfica dessa espécie no Brasil pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Mapa da distribuição geográfica (estados) da *Amburana cearenses*.



Fonte: SiBB, 2023.

Embora seja originária do Brasil, é também comumente encontrada em outros países da América do Sul, como Peru e Argentina (Canuto e Silveira, 2006). No território brasileiro, essa espécie é identificada em uma faixa de altitude que abrange de 20 a 800 metros acima do nível do mar. Ela é tipicamente encontrada em regiões onde os valores médios de temperatura e precipitação anual variam, respectivamente, de 19 a 29 °C e de 500 a 1700 mm. Uma das notáveis características dessa espécie é sua notável adaptação a solos de baixa fertilidade e com teor de cálcio elevado, bem como sua ocorrência em ecossistemas de floresta seca (Carvalho, 1994; Ramos *et al.*, 2004; Silva e Scariot, 2003; Araujo e Dantas, 2018).

2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E BIOLÓGICAS

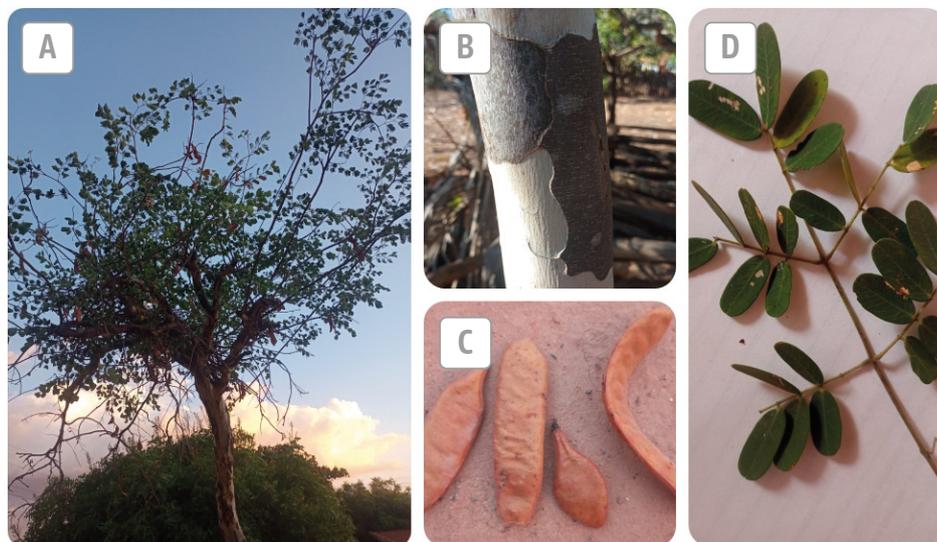
A *Amburana cearensis* se destaca por seus caules de coloração marrom, cuja casca externa espessa do tipo ritidoma esfoliativa se descola em finas camadas, criando grandes áreas vermelho-pardacentas e de superfície lisa. Suas folhas, dispostas alternadamente, são compostas por um número que varia entre 7 e 15 folíolos, que assumem formas elípticas a ovais, com ápice obtuso e base arredondada. As inflorescências desta espécie geralmente têm um comprimento médio de 2 a 5 centímetros e apresentam flores delicadas de coloração branca (Lima, 1989; Leite, 2005; Loureiro, 2013; Seleme *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2020).

O período de floração dessa espécie no Nordeste do Brasil é notável, ocorrendo entre maio e julho, no início da estação seca. A frutificação, por sua vez, se desenrola de agosto a outubro, coincidindo com a perda de suas folhas. Um aspecto singular dessa árvore é que a primeira floração e frutificação só acontecem após aproximadamente 10 anos desde o plantio. É importante destacar que, ao contrário da maioria das plantas da Caatinga, essa espécie floresce predominantemente nas estações secas. Devido a essa particularidade no período de floração, essa espécie desempenha um papel significativo como fonte de pólen e néctar essenciais para a fauna local (Carvalho, 1994; Maia, 2008; Lorenzi e Mattos, 2008; Araujo e Dantas, 2018).

Os frutos singulares da *A. cearensis* consistem em vagens aladas, que passam de verde com manchas amareladas para manchas marrons escuras à medida que secam, adquirindo uma textura enrugada e se abrindo para liberar as sementes (Da Silva *et al.*, 2013; Cardoso *et al.*, 2015). Essas sementes, que exibem um formato estenospérmico variável, podendo ser elíptico, oblongo ou ovóide, apresentam dimensões médias de cerca de 14,4 mm de altura, 10,4 mm de largura e 4,7 mm de espessura, manchadas de marrom e branco e têm aroma forte agradável. O hilo é localizado lateralmente, próximo à base da semente, em uma região mais escura e proeminente (Cunha e Ferreira, 2003; Pareyn *et al.*, 2018; Silveira *et al.*, 2022). Nessa perspectiva, na Figura 2 pode ser observado a espécie *A. cearensis* e suas diferentes partes.

De qualquer parte da planta, quando cortada, exala forte cheiro característico da cumarina, daí o nome conhecido na cultura popular, o Cumaru do Ceará ou Cumaru de cheiro. Além disso, a madeira produzida por essa espécie é altamente valorizada na indústria madeireira devido à sua notável durabilidade e à resistência a insetos e fungos, sendo frequentemente empregada na fabricação de móveis de alta qualidade, assoalhos, esculturas, caixas de alta durabilidade, barris de cachaça de cana-de-açúcar para maturação rápida e até mesmo em projetos de construção civil (Maia, 2004; Araujo e Dantas, 2018; Loureiro *et al.*, 2013; Pareyn *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2020).

Figura 2 – Espécie *Amburana cearensis* e suas diferentes partes.



Fonte: Arquivo pessoal. **Legenda:** A) Visão geral; B) Tronco e casca externa; C) Fruto (vagens aladas) e D) Folhas.

Nesse contexto, devido às suas características únicas e à significativa importância econômica na Região Nordeste, esta espécie tem sido amplamente explorada ao longo do tempo. A exploração desenfreada resultou em uma drástica redução das populações naturais, levando à sua atual classificação como “Quase ameaçada (NT ou LR/nt)¹” na lista de espécies no Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr) (Cunha e Ferreira, 2003; *et al.*, 2020; Lima *et al.*, 2022; SiBBr, 2023). Nesse sentido, estudo realizado por Ramos e colaboradores (2004) sugere que o uso de determinada abordagem deveria ser considerado nos estágios iniciais de um programa de reflorestamento em áreas de florestas sazonais degradadas e durante testes de plantação. Essa estratégia pode desempenhar um papel fundamental na restauração e recuperação de áreas degradadas e o estabelecimento bem-sucedido de novas plantações.

2.2 BIOATIVIDADE, CONHECIMENTO FITOQUÍMICO E POTENCIAL TERAPÊUTICO

A espécie é amplamente empregada pela população no tratamento de diversas enfermidades, com suas raízes, cascas e sementes sendo utilizadas para combater e prevenir doenças, especialmente em remédios caseiros voltados para o alívio

¹ Quase ameaçada (NT ou LR/nt): perto de ser classificada ou provavelmente qualificável para ser incluída numa das categorias de ameaça num futuro próximo.

e cura de problemas do sistema respiratório, atividades anti-inflamatórias, asma, cicatrização de feridas, expectorante, tosse, gases, sinusite, prisão de ventre, calmante, cólica, antianêmico, antigripal, bronquite, dor no corpo, dor de cabeça, veneno de cobra, estomáquica, bem como para afecções do sistema nervoso, especialmente como calmante, entre outros (Canuto *et al.*, 2008; Almeida *et al.*, 2010; Dutra *et al.*, 2016; Fagundes, Oliveira e Souza, 2017; Silva *et al.*, 2020, Oliveira *et al.*, 2022).

Devido à sua notável utilização popular para fins medicinais, a espécie tem sido categorizada como medicinal. Assim, a confirmação das diversas atividades biológicas atribuídas à *A. cearensis* tem sido realizada por meio de vários estudos científicos.

Nesse contexto, atividades analgésicas, antinociceptivo, broncodilatadoras e anti-inflamatórias foram evidenciadas a partir do extrato hidroalcolico (EHA) das cascas dessa espécie (Leal *et al.*, 2006; Leal *et al.*, 2020). Em estudo de toxicidade aguda do EHA não-padronizados das cascas, quando administrado oralmente ou intraperitonealmente em ratos, revelou a baixa toxicidade dessa planta (Leal *et al.*, 2003).

A partir do extrato aquoso das sementes foi observado toxicidade contra larvas do mosquito *Aedes aegypti*, espécie que é vetor de uma variedade de vírus com epidemiologia significativa no Brasil (Farias *et al.*, 2010), e propriedades para prevenir e reduzir edemas (Lima *et al.*, 2013). Em um estudo conduzido para avaliar o efeito depressor no Sistema Nervoso Central (SNC), utilizando *A. cearensis* com um extrato bruto aquoso das cascas do caule em doses de 50, 100 e 500 mg/kg, administradas via intraperitoneal (i.p.) ou oral em camundongos e ratos. Estes incluíram catatonia, analgesia, diminuição na resposta ao toque, perda do reflexo corneal, bem como perda do tono muscular e da força para agarrar. Notavelmente, a concentração de 100 mg/kg de *A. cearensis* demonstrou um efeito depressor significativo no SNC (Omena, 2007).

Do extrato etanólico das folhas, foi evidenciado a melhoria no desenvolvimento *in vitro* de folículos secundários em ovinos (Barberino *et al.*, 2015), bem como no desenvolvimento *in vitro* de folículos pré-antrais em caprinos (Gouveia *et al.*, 2016). Os potenciais efeitos antinociceptivos e anti-inflamatórios do extrato etanólico das cascas do caule de *A. cearensis* foram avaliados e revelou que concentrações de 100, 200, 400 e 800 mg/kg, administradas oralmente em camundongos e ratos machos adultos, reduziram as contorções abdominais induzidas por ácido acético a 0,85% v/v. Conclui-se assim, que este extrato apresenta propriedades benéficas no tratamento da dor e inflamação (Quintas-Junior, 2009).

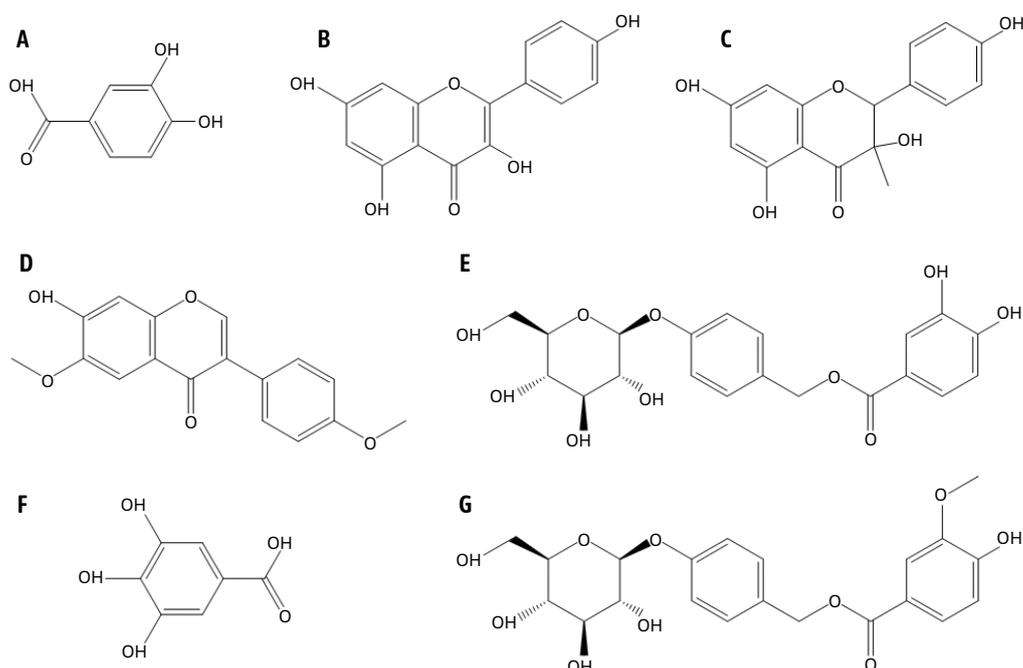
Em experimentos que utilizaram testes de nocicepção induzida por formalina e carragenina em camundongos e ratos machos adultos, com o objetivo de promover edema na pata, observou-se que o extrato etanólico das partes aéreas germinadas, com idades de 7 e 9 meses, demonstraram efeito antinociceptivo e redução do edema (Canuto, 2007). Estudos conduzidos por Trevisan e colaboradores (2003) revelaram a capacidade do extrato etanólico das cascas do caule dessa espécie de inibir a enzima acetilcolinesterase. Adicionalmente, Figueredo e colaboradores (2012) observaram que o extrato não-padronizado das folhas do cumaru apresentava atividade antibacteriana discreta. Ainda sobre o extrato etanólico, Oliveira e colaboradores (2009) evidenciaram efeito antinociceptivo.

No estudo conduzido por Sá *et al.* (2014), o extrato de clorofórmio obtido das cascas do caule de *A. cearensis* apresentou atividade bacteriostática contra cepas de *Pseudomonas aeruginosa* e *Bacillus cereus*, com uma Concentração Inibitória Mínima (CIM) de 6.900 µg/mL. Esse resultado demonstra a capacidade desse extrato de inibir o crescimento dessas bactérias em concentrações específicas. Em outro estudo, realizado por Bravo *et al.* (1999), foi observado um efeito antimalárico *in vivo* do extrato obtido da casca do caule em diclorometano contra uma cepa de *Plasmodium falciparum* sensível à cloroquina, utilizando camundongos como modelo de estudo. O extrato demonstrou a capacidade de inibir 50% da atividade do parasita em uma Concentração Inibitória de 50% (CI50) de 9 µg/mL. Isso ressalta o potencial desse extrato no combate à malária sensível à cloroquina.

O potencial antibacteriano sinérgico do extrato proteico total das sementes de *A. cearensis* em combinação com três frações obtidas com sulfato de amônio contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* foi investigado por Oliveira e colaboradores (2020). De acordo com os autores, o extrato bruto, quando combinado com antibióticos, inibiu o crescimento dessas bactérias, enquanto as três frações tiveram resultados variados. Além disso, as frações inibiram a atividade de uma enzima chamada serina protease tripsina, importante na defesa da planta e na modulação da apoptose.

Estudos com compostos isolados dessa espécie também são descritos na literatura. Nesse contexto, o conhecimento fitoquímico de *A. cearensis* é, em grande parte, limitado ao estudo dos constituintes químicos da casca do caule, devido à sua utilização medicinal predominante. Assim, da casca do tronco e das sementes da *A. cearensis*, diversos compostos isolados foram identificados, incluindo ácido protocatecuico, cumarina, flavonoides (isocampferídio, campferol, afrormosina e 4'-metoxi-fisetina), além dos glicosídeos fenólicos, amburosídeos A e B (Figura 3) (Canuto e Silveira, 2006; Almeida *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2020).

Figura 3 – Compostos isolados e identificados na amburana.



Fonte: Elaborada pelo autor. **Legenda:** A) Ácido protocatecuico; B) Campferol; C) Isocampferídio; D) Afrormosina; E) Amburosideo A; F) 3,4,5-tri-hidroxibenzóico; G) Amburosideo B.

Nessa perspectiva, na Tabela 1 é apresentado alguns compostos isolados da casca do tronco de diferentes extratos da *A. cearensis* e suas respectivas atividades biológicas.

Tabela 1 – Compostos isolados da casca do tronco da *A. cearensis* e atividades biológicas relacionadas.

EXTRATO	COMPOSTO ISOLADO	ATIVIDADE	REFERÊNCIA
Diclorometano	Cumarina, Amburosideo A e Amburosideo B	Extrato: anti-plasmódio; Cumarina: leishmanicida, bactericida e antimalárico; Amburosideo A: antimalárico.	BRAVO <i>et al.</i> , 1999
Metanólico	Campferol, isocampferídio, amburosideo A e ácido protocatecuico.	Compostos isolados: antiproliferativo e antioxidante	COSTA-LOTUFO, 2003

Hidroalcólico	Cumarina, isocampferol e flavonóides (fração)	Extrato hidroalcoólico e cumarina: antinociceptivos; anti-inflamatório.	LEAL <i>et al.</i> , 1997
	Cumarina; ácido 3,4,5-tri-hidroxibenzóico, isocampferol, fisetina e um biflavonóide.	Extrato, cumarina e fração flavonoide: anti-inflamatório; (broncodilatador).	Leal <i>et al.</i> , 2003a
	Cumarina.	Imunomodulação de anticorpos específicos; redução da permeabilidade vascular.	Marinho <i>et al.</i> , 2004
Etanólico	Amburosídeo A.	Neuroprotetor	LEAL <i>et al.</i> , 2005
	Amburosídeo A.	Hepatoprotetor e antiinflamatório	LEAL <i>et al.</i> , 2008
	Amburosídeo A e isocampferídio.	Anti-inflamatório	LEAL <i>et al.</i> , 2009
	Afrormosina.	Inibição das respostas dos neutrófilos	LOPES <i>et al.</i> , 2013
	Cumarina e amburosídeo A.	Anti-inflamatório e antioxidante.	ARAÚJO <i>et al.</i> , 2022.

Fonte: Adaptado de Silva *et al.*, 2020.

Esses resultados ressaltam o potencial terapêutico e farmacológico desta espécie, bem como justificam investigações adicionais para explorar seu uso na medicina tradicional e em novas aplicações terapêuticas.

3. AMBURANA CEARENSIS E CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA

Além de suas propriedades medicinais, a *A. cearensis* oferece uma excelente oportunidade para a aplicação de metodologias inovadoras no ensino de química, especialmente ao abordar plantas medicinais. O estudo da química voltado ao uso de plantas medicinais, como a Amburana, tem potencial para proporcionar uma abordagem prática e interdisciplinar para os alunos. Ao explorar os compostos químicos presentes na planta, como cumarinas, flavonoides e outros constituintes, os estudantes podem compreender a relação entre a estrutura química e as propriedades medicinais. Nesse contexto, diversos autores tem abordado metodologias ativas voltadas ao ensino de funções orgânicas a partir do tema

plantas medicinais (Cardoso *et al.*, 2019; Vieira *et al.*, 2019; Silva e Pinheiro, 2021; Silva *et al.*, 2021b; Brito *et al.* 2021; Sousa, 2023).

Nessa perspectiva, uma metodologia eficaz envolve a extração e análise desses compostos e/ou óleos essenciais, permitindo que os alunos apliquem técnicas de química orgânica e analítica (Vieira, 2023). A realização de experimentos práticos, como a extração de óleos essenciais ou a identificação de compostos específicos, não apenas fortalece os fundamentos da química, mas também destaca a importância das plantas medicinais na produção de substâncias terapêuticas.

Jogos didáticos também se torna uma estratégia de ensino, especialmente desenvolvidos para explorar os princípios químicos dessa espécie, podem envolver os alunos de maneira lúdica, estimulando o interesse e a compreensão dos conceitos químicos de maneira prática e divertida (Araujo *et al.*, 2019; Carvalho *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2021; Gonzalez e Soares, 2023; Silva Filho e Aquino, 2023). Essas metodologias, ao integrar a teoria à prática e ao contextualizar os compostos químicos da *A. cearensis* no ambiente real, contribuem para uma aprendizagem significativa e holística no ensino de química.

Além disso, é possível explorar os aspectos socioeconômicos e culturais relacionados à *A. cearensis*. Os alunos podem investigar como as comunidades locais utilizam essa planta na medicina tradicional, promovendo uma compreensão mais ampla das interações entre a química, a biologia e as práticas culturais. A valorização dos saberes populares, incorporando o conhecimento tradicional sobre a planta, agrega uma dimensão cultural à aprendizagem, destacando a importância histórica e social dos compostos químicos presentes (Silva *et al.*, 2021a).

A inserção da *A. cearensis* no ensino de química não apenas enriquece o conteúdo curricular, mas também desperta o interesse dos alunos ao relacionar conceitos abstratos com aplicações tangíveis. Essa abordagem facilita a aprendizagem significativa e estimula o pensamento crítico, preparando os estudantes para uma compreensão mais profunda e holística da ciência.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A amburana emerge como uma espécie de grande relevância não apenas na pesquisa de propriedades terapêuticas e farmacológicas, mas também como recurso valioso para o ensino de química. Seu estudo abrange a biodiversidade, distribuição geográfica, características morfológicas e biológicas, além de suas propriedades medicinais.

No contexto de aplicação no ensino, a *A. cearensis* oferece uma plataforma rica para metodologias ativas, pois a exploração dos compostos químicos presentes

na planta, como cumarinas e flavonoides, possibilita uma abordagem prática e interdisciplinar. Além disso, a valorização dos saberes populares e a análise dos aspectos socioeconômicos e culturais associados enriquecem a compreensão dos alunos sobre a interseção entre química, biologia e práticas culturais, bem como amplia o conteúdo curricular promovendo o pensamento crítico, proporcionando uma abordagem educacional integrada e envolvente.



ALMEIDA, J. R. G. S.; GUIMARÃES, A. G.; QUINTANS, J. D. S. S.; SANTOS, M. R. V.; LIMA, J. T.; NUNES, X. P.; QUINTANS-JÚNIOR, L. J. *Amburana cearensis* – uma revisão química e farmacológica. **Scientia Plena**, v. 6, p. 1–8, 2010.

Amburana cearensis in Ficha de Espécies do Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr). Disponível em: <https://ferramentas.sibbr.gov.br/ficha/bin/view/especie/amburana_cearensis>. Acesso em 07-11-2023.

ARAÚJO, A. B.; AZUL, F. V. C. S.; SILVA, F. R. M.; ALMEIDA, T. S.; OLIVEIRA, J. V. N.; PIMENTA, A. T. Á.; BEZERRA, A. M. E.; MACHADO, N. J.; LEAL, L. K. A. M. Antineuroinflammatory Effect of *Amburana cearensis* and Its Molecules Coumarin and Amburoside A by Inhibiting the MAPK Signaling Pathway in LPS-Activated BV-2 Microglial Cells. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 28, n. 2022, p. 6304087, 2022.

ARAÚJO, M. N.; DANTAS, B. F. **Umburana-de-cheiro *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Sm.** Londrina: ABRATES, 2018.

ARAÚJO, P. M.; VERAS, D. C.; SANTOS, M. S.; OLIVEIRA, W. S.; SOUSA, R. F.; CARVALHO, R. B. F. **Jogos didáticos como instrumento para o ensino-aprendizagem de Química: Levantamento de publicações para segundo ano do ensino médio.** In: CARVALHO, R. B. F.; ALMEIDA, A. A. C. de; SILVA, A. P. dos S. C. L. da (Org.). *Propostas metodológicas para o ensino das Ciências Naturais: Contribuições multidisciplinares.* 1ed. Novas Edições Acadêmicas, v. 1, p. 106-121, 2019.

BARBERINO, R. S.; BARROS, V. R. P.; MENEZES, V. G.; SANTOS, L. P.; ARAÚJO, V. R.; QUEIROZ, M. A. A.; ALMEIDA, J. R. G. S.; PALHETA, R. C.; MATOS, M. H. T. *Amburana cearensis* leaf extract maintains survival and promotes in vitro development of ovine secondary follicles. **Zygote**, v. 24, p. 277–285, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. **Política e Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos/Ministério da Saúde**, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica - Brasília: Ministério da Saúde. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **A Fitoterapia no SUS e o Programa de Pesquisas de Plantas Medicinais da Central de Medicamentos**. Brasília: Série B. Textos Básicos de Saúde, 2006. p. 7-13.

BRASIL. **RDC nº 10 de março de 2010**. Dispõe sobre a fitoterapia de drogas vegetais junto à Agência Nacional de Vigilância Sanitária, de 10 de março de 2010.

BRAVO, J. A.; SAUVAIN, M.; GIMÉNEZ, A.; MUÑOZ, V.; CALLAPA, J.; LE MEN-OLIVIER, L.; MASSIOT, G.; LAVAUD, C. Glicosídeos fenólicos bioativos de *Amburana cearensis*. **Fitoquímica**, v. 50, p. 71-74, 1999.

BRITO, A. K. O.; SILVA, A. P. A.; CARVALHO FILHO, R. S. M.; ARAÚJO, L. A.; SILVA, P. T.; MAGALHÃES, A. F. S.; SILVA, M. F. A.; OLIVEIRA, D. L.; AMARAL, F. M.; SILVA NETO, J. X. Use of medicinal plants in teaching botany for the final years of Elementary School. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. e408101321196, 2021.

CANUTO, K. M.; SILVEIRA, E. R. Constituintes químicos da casca do caule de *Amburana cearensis* A.C. Smith. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1241-1243, 2006.

CANUTO, K. M.; SILVEIRA, E. R.; BEZERRA, A. M. E.; LEAL, L. K. A. M.; VIANA, G. S. B. **Uso de Plantas Jovens de *Amburana cearensis* A. C. Smith: Alternativa para Preservação e Exploração Econômica da Espécie**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008.

CANUTO, K. M. **Aspectos químicos do estudo interdisciplinar (química-agronomia-farmacologia) de *Amburana cearensis* A.C. Smith**. 2007. 321 f. Tese (Doutorado em Química Orgânica) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

CARDOSO, D.; SÃO-MATEUS, W. M. B.; CRUZ, D. T.; ZARTMAN, C. E.; KOMURA, D. L.; KITE, G.; PRENNER, G.; WIERINGA, J. J.; CLARK, A.; LEWIS, G.; PENNINGTON,

R. T.; PAGANUCCI DE QUEIROZ, L. Filling in the gaps of the papilionoid legume phylogeny: The enigmatic Amazonian genus *Petaladenium* is a new branch of the early-diverging Amburaneae clade. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 84, p. 112–124, 2015.

CARDOSO, F.; AGUIAR, C. F. S.; VIEIRA, M. A. S.; BRITO, C. S.; CARVALHO, R. B. F. **Bingo orgânico: uma proposta lúdica ao ensino de química para o terceiro ano do ensino médio**. In: II Semana de Química do Instituto Federal do Piauí, Campus Cocal. Tema: Química verde atuando na preservação do meio ambiente, 2019, Cocal, Piauí. II Semana de Química do Instituto Federal do Piauí, Campus Cocal. Tema: Química verde atuando na preservação do meio ambiente, 2019.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras: Recomendações Silviculturais, Potencialidades e Uso da Madeira**. EMBRAPA: Brasília. 1994, 163 p.

CARVALHO, R. B. F.; ALMEIDA, A. A. C. **Potencial neurofarmacológico de produtos naturais derivados de plantas como estratégia terapêutica na ansiedade**. In: George Laylson da Silva Oliveira; Ana Paula dos Santos Correia Lima da Silva. (Org.). *Produtos naturais com implicações na farmacologia*. 1ed. Ponta Grossa/Paraná: Atena, 2023, v. 1, p. 1-85.

CARVALHO, T. A.; OLIVEIRA, R. E. G.; SOUSA, R. B.; VIEIRA, T. B. S.; ALMEIDA, A. A. C.; CARVALHO, R. B. F. **A utilização de jogos didáticos como metodologia alternativa para o ensino de Química do primeiro ano do ensino médio: Uma prospecção**. In: Rusbene Bruno Fonseca de Carvalho; Antonia Amanda Cardoso de Almeida; Ana Paula dos Santos Correia Lima da Silva. (Org.). *Propostas metodológicas para o ensino das Ciências Naturais: Contribuições multidisciplinares*. 1ed.: Novas Edições Acadêmicas, 2019, v. 1, p. 77-90.

COSTA, J. P.; OLIVEIRA, G. A. L.; ALMEIDA, A. A. C.; SOUSA, D. P.; ISLAM, M. T.; FREITAS, R. M. Anxiolytic-like effects of phytol: Possible involvement of GABAergic transmission. **Brain Research**, v. 547, p. 34-42, 2014.

COSTA-LOTUFO, L. V.; JIMENEZ, P. C.; WILKE, D. V.; LEAL, L. K. A. M.; CUNHA, G. M. A.; SILVEIRA, E. R.; CANUTO, K. M.; VIANA, G. S. B.; MORAES, M. E. A.; DE MORAES, M. O.; *et al.* Antiproliferative Effects of Several Compounds Isolated from *Amburana cearensis* A.C. Smith. **Zeitschrift für Naturforschung C**, v. 58, p. 675–680, 2003.

CUNHA, M. C. L.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith - Cumaru - Leguminosae Papilionoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, p. 89-96, 2003.

SILVA, G. L.; FILHO, S. M.; ZANDAVALLI, R. B.; PEREIRA, D. D. S.; DE SOUSA, G. G. Biometria e emergência de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith em função da coloração do fruto. **Ciência Florestal**, v. 23, p. 635-642, 2013.

DUTRA, R. C.; CAMPOS, M. M.; SANTOS, A. R.; CALIXTO, J. B. Medicinal plants in Brazil: Pharmacological studies, drug discovery, challenges and perspectives. **Pharmacological Research**, v. 112, p. 4-29, Oct 2016.

FAGUNDES, N. C. A.; OLIVEIRA, G. L.; SOUZA, B. G. Etnobotânica de plantas medicinais utilizadas no distrito de Vista Alegre, Claro dos Poções – Minas Gerais. **Revista Fitos**, v. 11, n. 1, p. 1-118, 2017.

FAUSTINO, T. T.; ALMEIDA, R. B.; ANDREATINI, R. Plantas medicinais no tratamento do transtorno de ansiedade generalizada: uma revisão dos estudos clínicos controlados. **Brazilian Journal of Psychiatry**, v. 32, n. 4, 2010.

FIGUEREDO, F. G.; FERREIRA, E. O.; LUCENA, B. F.; TORRES, C. M.; LUCETTI, D. L.; LUCETTI, E. C.; SILVA, J. M.; SANTOS, F. A.; MEDEIROS, C. R.; OLIVEIRA, G. M.; COLARES, A. V.; COSTA, J. G.; COUTINHO, H. D.; MENEZES, I. R.; SILVA, J. C.; KERNTOPF, M. R.; FIGUEIREDO, P. R.; MATIAS, E. F. Modulation of the antibiotic activity by extracts from *Amburana cearensis* A. C. Smith and *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. **BioMed Research International**, v. 2013, p. 640682, 2013.

GONZALEZ, B. C.; SOARES, M. H. F. B. O estado da arte sobre a utilização de jogos para o ensino de Química Ambiental e Educação Ambiental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, e44692, p. 1-30, 2023.

GOUVEIA, B. B.; MACEDO, T. J. S.; SANTOS, J. M. S.; BARBERINO, R. S.; MENEZES, V. G.; MÜLLER, M. C.; ALMEIDA, J. R. G. S.; FIGUEIREDO, J. R.; MATOS, M. H. T. Supplemented base medium containing *Amburana cearensis* associated with FSH improves in vitro development of isolated goat preantral follicles. **Theriogenology**, v. 86, p. 1275-1284, 2016.

LEAL, L. K.; CANUTO, K. M.; da SILVA COSTA, K. C.; NOBRE-JÚNIOR, H. V.; VASCONCELOS, S. M.; SILVEIRA, E. R.; FERREIRA, M. V.; FONTENELE, J. B.; ANDRADE, G. M.; de BARROS VIANA, G. S. Effects of amburoside A and isokaempferide, polyphenols from *Amburana cearensis*, on rodent inflammatory processes and myeloperoxidase activity in human neutrophils. **Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology**, v. 104, n. 3, p. 198-205, 2009.

LEAL, L. K. A. M., G. S. B.; SILVEIRA, E. R.; CANUTO, K. M.; RIBEIRO, R. A.; NECHIO, M.; FONTENELE, J. B. Anti-inflammatory and smooth muscle relaxant activities of the hydroalcoholic extract and chemical from *Amburana cearensis* A.C. Smith. **Phytotherapy Research**, USA, v. 17, p. 335-340, 2003.

LEAL, L. K.; COSTA, M. F.; PITOMBEIRA, M.; BARROSO, V. M.; SILVEIRA, E. R.; CANUTO, K. M.; VIANA, G. S. Mechanisms underlying the relaxation induced by isokaempferide from *Amburana cearensis* in the guinea-pig isolated trachea. **Life Sciences**, v. 79, p. 98-104, 2006.

LEAL, L. K. A. M.; FERREIRA, A. A. G.; BEZERRA, G. A.; MATOS, F. J. A.; VIANA, G. S. B. Antinociceptive, anti-inflammatory and bronchodilator activities of Brazilian medicinal plants containing coumarin: A comparative study. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 70, p. 151-159, 2000.

LEAL, L. K. A. M.; MATOS, M. E.; MATOS, F. J. A.; RIBEIRO, R. A.; FERREIRA, F. V.; VIANA, G. S. B. Antinociceptive and antiedematogenic effects of the hydroalcoholic extract and coumarin from *Torresea cearensis* Fr. All. **Phytomedicine**, v. 4, p. 221-227, 1997.

LEITE, E. J. State-of-knowledge on *Amburana cearensis* (Fr. Allem.) A.C. Smith (Leguminosae: Papilionoideae) for genetic conservation in Brazil. **Journal of Natural Conservation**, v. 13, p. 49-65, 2005.

LIMA, D. A. **Plantas da caatinga**. Academia Brasileira de Ciências: Rio de Janeiro, 1989. p.106-107.

LIMA, V. F. M.; MANSANO, V. F.; PEDERNEIRAS, L. C.; SOARES, T. N. **Marcadores microssatélites para a espécie ameaçada de extinção *Amburana cearensis* (Leguminosae)**. In: 72º Congresso Nacional de Botânica, 2022, online. Anais do 72º Congresso Nacional de Botânica, 2022.

LOPES, A. A.; MAGALHÃES, T. R.; DE ANDRADE UCHÔA, D. E.; SILVEIRA, E. R.; AZZOLINI, A. E. C. S.; KABEYA, L. M.; LUCISANO-VALIM, Y. M.; VASCONCELOS, S. M. M.; DE BARROS VIANA, G. S.; LEAL, L. K. A. M. Afrormosin, an isoflavonoid from *Amburana cearensis* A. C. Smith, modulates the inflammatory response of stimulated human neutrophils. **Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology**, v. 113, p. 363–369, 2013.–369, 2013.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Plantarum. 2002.

LOUREIRO, M. B.; TELES, C. A. S.; COLARES, C. C. A.; ARAÚJO, B. R. N.; FERNANDEZ, L. G.; CASTRO, R. D. Aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de sementes e plântulas de *Amburana cearensis* (Fr. All.) A.C. Smith (Leguminosae - Papilionoideae). **Revista Árvore**, v. 37, p. 1093-1101, 2013.

MAIA, G. N. **Caatinga: Árvores e Arbustos e Suas Utilidades**, D & Z Ed.: São Paulo, 2004.

MARINHO, M. G. V.; SILVA, C. C.; ANDRADE, L. H. C. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais em área de caatinga no município de São José de Espinharas, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, p. 170–180, 2011.

OLIVEIRA, R. R. B.; GÓIS, R. M. O.; SIQUEIRA, R. S.; ALMEIDA, J. R. G. S.; LIMA, J. T.; NUNES, X. P.; OLIVEIRA, V. R.; SIQUEIRA, J. S.; QUINTANS-JÚNIOR, L. J. (2009). Antinociceptive effect of the ethanolic extract of *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm., Fabaceae, in rodents. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 19, 672-676.

OLIVEIRA, G. L.; BORGES, G. F.; MASCARENHAS, A. G.; RAMOS, M. S.; FRANCO, A. A. Plantas medicinais para o tratamento de depressão e ansiedade em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil. **Revista Mosaicum**, v. 35, p. 43-58, 2022.

OLIVEIRA, R. E. G.; VIEIRA, T. B. S.; SOUSA, R. B.; CARVALHO, R. B. F. Jogos didáticos no ensino de Química: Desenvolvimento e aplicação em turmas da 1ª série do ensino médio em Cocal, Piauí. **Revista Ciências & Ideias**, v. 12, p. 79-90, 2021.

OMENA, M. L. A. Ensaio etnofarmacológico de espécies vegetais com ação no

sistema nervoso central, originárias do bioma caatinga. **Saúde e Ambiente em Revista**, v. 2, n. 2, p. 92-107, 2007.

OMS, Organización Mundial de La Salud. **Estrategia de la sobre medicina tradicional 2014-2023**. Ginebra, Editora Organización Mundial de la Salud, 75p. 2013.

PAREYN, F. G.; ARAÚJO, L. E.; DRUMOND, M.; MIRANDA, M. J. A. C.; SILVA, A. P. S.; SOUZA, C. A.; BRAZOLIN, S.; MARQUES, K. K. M. **Amburana cearensis: amburana-de-cheiro** (ISBN 978-85-7738-383-2). In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (Org.). Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: Plantas para o Futuro: Região Nordeste. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2018, v. 1, p. 732-739.

PEDROSO, R. S.; ANDRADE, G.; PIRES, R. H. Plantas medicinais: uma abordagem sobre o uso seguro e racional. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 31, n. 2, p. e310218, 2021.

QUINTANS-JUNIOR, L. J.; OLIVEIRA, R. R. B.; GÓIS, R. M. O.; SIQUEIRA, R. S.; ALMEIDA, J. R. G. S.; LIMA, J. T.; NUNES, X. P.; OLIVEIRA, V. R.; SIQUEIRA, J. S. Antinociceptive effect of the ethanolic extract of *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. Fabaceae: in rodents. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 19, n. 3, p. 672-676, 2009.

RAMOS, K. M. O.; FELFILI, J. M.; FAGG, C. W.; SILVA, J. C. S.; FRANCO, A. C. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, em diferentes condições de sombreamento. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 2, p. 351-358, 2004.

RAUT, J. K.; KARUPPAYIL, S. M. A status review on the medicinal properties of essential oils. **Industrial Crops and Products**, v. 62, p. 250-264, 2014.

SÁ, M. B.; RALPH, M. T.; NASCIMENTO, D. C. O.; RAMOS, C. S.; BARBOSA, I. M. S.; SÁ, F. B.; LIMA-FILHO, J. V. Phytochemistry and preliminary assessment of the antibacterial activity of chloroform extract of *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm. against *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase-producing strains. **Evid.-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2014, 2014.

SELEME, L. G. P.; STIRTON, C. H.; SARTORI, Â. L. B.; MANSANO, V. F. A taxonomic review and a new species of the South American woody genus *Amburana* (Leguminosae, Papilionoideae). **Phytotaxa**, v. 212, p. 249, 2015.

SILVA FILHO, T. D.; AQUINO, J. G. Os Usos da Tabela Periódica no Campo Escolar: Um Estudo Sobre o Ensino da Química em Dois Periódicos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. e39647, p. 1-22, 2023.

SILVA, J. H. C.; FERREIRA, R. S.; PEREIRA, E. P.; BRAGA-DE-SOUZA, S.; ALMEIDA, M. M. A.; SANTOS, C. C.; BUTT, A. M.; CAIAZZO, E.; CAPASSO, R.; SILVA, V. D. A.; COSTA, S. L. *Amburana cearensis*: Pharmacological and Neuroprotective Effects of Its Compounds. **Molecules**, v. 25, n. 15, p. 3394, 2020.

SILVA, A. G. N.; ALMEIDA, A. A. C.; VIEIRA, T. B. S.; CARVALHO, R. B. F. Uso medicinal popular de plantas na comunidade Estreito, zona rural de Redenção do Gurguéia, Piauí, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, p. e27101724350, 2021.

SILVA, L. S.; FREITAS FILHO, J. R.; SILVA, R. D.; FREITAS, K. C. S.; FREITAS, L. P. S. R.; FIRME, R. N. Sequência Didática para o Ensino de Funções Orgânicas a Partir da Temática Plantas Medicinais: Limites e Possibilidades em Tempo de Pandemia. **Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS)**, v. 16, p. 2021-420, 2021.

SILVA, L. A.; SCARIOT, A. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea em uma floresta estacional decidual em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos, GO, Bacia do Rio Paranã). **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 2, p. 305-313, 2003.

SILVA, M. D. N.; PINHEIRO, E. B. F. Bioactive compounds: A contribution to the teaching of Organic Functions in the Chemistry Degree course. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e55610313742, 2021.

SILVEIRA, Z. D. S.; MACÊDO, N. S.; BEZERRA, S. R.; SIYADATPANAH, A.; COUTINHO, H. D. M.; SEIFI, Z.; KIM, B.; da CUNHA, F. A. B.; BALBINO, V. D. Q. Phytochemistry and Biological Activities of *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm. **Molecules**, v. 27, n. 2, p. 505, 2022.

SMITH, A. C. Notes on the genus *Amburana* Schwacke & Taub. (Torresea Allem.). **Tropical Woods**, v. 62, p. 28-31, 1940.

SOUSA, A. C. **Jogo da memória: uma proposta lúdica e contextualizadora para o ensino de funções orgânicas a partir do tema plantas medicinais.** 2023. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Cocal, Piauí, 2023.

TREVISAN, M. T. S.; MACÊDO, F. V. V. Seleção de plantas com atividade anticolinesterase para tratamento da doença de Alzheimer. **Química Nova**, v. 36, n. 3. p. 301-304, 2003.

VASCONCELOS, A. D. M.; SCARDUA, F. P.; MARTINS, R. C. C.; SOUZA, A. M.; AMORIM, F. S. Viabilidade germinativa e condutividade elétrica em sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C Smith (Fabaceae). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 7, p. 98-104, 2019.

VIEIRA, D. L. E. **Extração e aplicação de óleos essenciais como metodologia no ensino de química orgânica.** 2023. Dissertação (Mestrado em Química em Rede Nacional) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2023.

VIEIRA, M. A. S.; CARDOSO, F.; AGUIAR, C. F. S.; BRITO, C. S.; CARVALHO, R. B. F. **Jogos didáticos com abordagem na Química orgânica: Um levantamento de publicações para o ensino médio.** In: CARVALHO, R. B. F.; ALMEIDA, A. A. C.; SILVA, A. P. S. C. L. (Org.). Propostas metodológicas para o ensino das Ciências Naturais: Contribuições multidisciplinares. Novas Edições Acadêmicas, 2019, v. 1, p. 137-153.



PLANTAS MEDICINAIS: MEDICAMENTOS NATURAIS DO CAMPO

*Beatriz Bezerra de Sousa
Suyanne Kássia Soares Pereira
Pedro Vitor Oliveira Silva Furtado*

1. INTRODUÇÃO

Os medicamentos naturais têm sido utilizados para melhorar a saúde humana e veterinária desde tempos imemoriais e o sucesso da ciência médica moderna depende em grande parte de medicamentos originalmente obtidos a partir de recursos naturais (Dhami, 2013). No Brasil, a região Nordeste é a que mais produz os medicamentos naturais, essa ocorrência deve-se ao fato de que a maioria dos habitantes dessa região utiliza o conhecimento ancestral, que é passado de geração em geração, para cuidar de doenças e buscar manter sua saúde, porém, esse não é um fenômeno isolado (Silva, Aguiar e Medeiros, 2000).

A ciência médica tem explorado plantas, animais, microrganismos e minerais como fontes potenciais de medicamentos para prevenir e curar problemas de saúde humana e veterinária. Existem vários indícios históricos que afirmam o uso antigo de remédios naturais para resolver problemas primários de saúde em diferentes partes do mundo (Balunas e Kinghorn, 2005). A terapêutica baseada em medicamentos naturais envolve a utilização de compostos encontrados na natureza (com o objetivo de prevenir, tratar ou até mesmo curar afecções de menor complexidade) conhecidos por indivíduo que o medicamento em questão pode proporcionar benefícios terapêuticos (Gurib-Fakim, 2006).

Os primeiros a fazer remédios naturais com plantas medicinais foram dos índios. A partir daí aprimorou-se o interesse pelo consumo de produtos naturais, cada vez mais informados e com elevado interesse para terapêuticos naturais, os pacientes constituem um enorme desafio para os farmacêuticos, sendo estes “especialistas” em medicamentos químicos (Gervásio, 2013).

Um terço de medicamentos prescrito mundial foram desenvolvidos a partir de produtos naturais, 70% são drogas anticancerígenas. Embora apenas cerca de 10%

da biodiversidade mundial tenha sido estudada, 140 mil metabólitos intermediários, oriundos, sobretudo de plantas superiores e de microrganismos, foram isolados e caracterizados, mas ainda não foram avaliados biologicamente (Calixto, 2000).

Os medicamentos naturais são considerados mais benéficos para a saúde, quando comparados com os medicamentos farmacêuticos, pois estes frequentemente utilizados para tratar determinadas condições, podem, em alguns casos, acarretar efeitos adversos em outros aspectos de nosso organismo (Amaral *et al.*, 2012).

Ainda hoje, as práticas medicinais tradicionais e os remédios naturais são igualmente relevantes nas práticas farmacêuticas modernas em todo o mundo. Na farmácia moderna, cerca de 50% dos medicamentos e substâncias medicamentosas são derivados de produtos naturais (Koehn e Carter, 2005). E a maioria dos projetos de descoberta de novos medicamentos adota estratégias baseadas na medicina tradicional para aumentar o sucesso e garantir a segurança de novos medicamentos (Mishra e Tiwari, 2011).

2. HERANÇA INDÍGENA E SABERES QUE PASSAM DE GERAÇÃO EM GERAÇÃO

Durante várias gerações a população de cada região do país, tinha como única forma de tratamento para seus males, o uso empírico de plantas medicinais de fácil acesso, muitas vezes, identificando as indicações das mesmas por meio da sua utilização. Dessa forma, o uso das plantas se tornou uma prática de cuidado tradicional de saúde e já é revelada em diversos estudos como de uso para fins terapêuticos por uma parcela significativa da população (Badke *et al.*, 2016).

Como os índios foram primeiros a usar as plantas como medicamentos, a parti daí os índios começaram a utilizar as plantas para fazer chás e os índios usam/usavam também para fazer algumas bebidas para seus rituais, sendo uma tradição para os índios usar as plantas em rituais que passa de geração para geração. Com isso para casar e pescar os índios usam plantas com substâncias com toxicidade para os peixes para imobilizar as presas que são conhecidas pelos índios da Amazônia, mais não são intoxicados ao comê-las (Barreiro, 2001).

De fato, inúmeros alcaloides indólicos ocorrem em plantas empregadas pelos índios em suas comemorações. Muitos dos componentes químicos destas plantas foram identificados, posteriormente, como substâncias extremamente ativas no sistema nervoso central (SNC), como o harmano e a harmina. Esta atividade central deve-se à semelhança existente entre suas estruturas e a serotonina, também denominada 5-hidroxitriptamina, um neurotransmissor que possui um núcleo indólico (Barreiro e Fraga, 2001).

Ainda hoje, muitos fármacos comercializados utilizam insumos naturais em

sua composição, contribuição dada por indígenas e povos primitivos (Pazinato *et al.*, 2012).

3. AS PLANTAS MEDICINAIS

As plantas são fábricas químicas vivas para a biossíntese de uma enorme variedade de metabólitos secundários e, de fato, são esses metabólitos que formam a base de muitos medicamentos farmacêuticos comerciais, bem como de remédios fitoterápicos derivados de plantas medicinais (Li *et al.*, 2020). Os diferentes constituintes químicos das plantas medicinais possuem atividades biológicas que podem melhorar a saúde humana através das indústrias farmacêutica e alimentícia, mas também representam importante valor nas indústrias de perfumaria, agroquímica e cosmética (Hassan *et al.*, 2012).

As plantas medicinais podem ser utilizadas em sua forma fresca, logo após seu plantio ou em sua forma seca, à descansar em água fervente, chás, emplastos, infusão ou maceradas, variando sua forma de preparo; geralmente são utilizadas em sua totalidade (folhas, casca, raiz, frutos ou flor) e são mis usadas pelas mulheres (Moraes e Cezar, 2020).

No Brasil, o uso de plantas medicinais no tratamento de enfermidades tem influências da cultura indígena, africana e europeia, cujas marcas foram integradas em um conjunto de princípios que visam à cura de doenças e restituem ao homem a vida natural (Badke *et al.*, 2016).

Mesmo com as indústrias farmacêuticas a um incentivo para a utilização de medicamentos industriais, mas grande parte da população ainda faz o uso de plantas medicinais para a saúde (Quadro 1), ou seja, no tratamento de doenças ou mesmo na cura, e buscam também porque tem menos efeitos colaterais (Vasisht, Sharma e Karan, 2016).

Por outro lado, desafios importantes relacionados com a utilização de plantas como fonte para identificação de compostos bioativos estão relacionados com a acessibilidade do material de partida. Muitas vezes a quantidade disponível de produtos naturais é baixa. Embora muitos produtos naturais derivados de plantas já tenham sido isolados e caracterizados, as quantidades de compostos disponíveis são muitas vezes insuficientes para testar uma ampla gama de atividades biológica (Atanasov *et al.*, 2015).

4. MEDICAMENTOS NATURAIS X MEDICAMENTOS FARMACÊUTICOS

As plantas medicinais são plantas que podem conferir propriedades curativas. A Organização Mundial da Saúde – OMS informa que essas plantas são plantas

Quadro 1 – Plantas medicinais e seu uso medicinal.

PLANTAS MEDICINAIS	USO MEDICINAL	AUTORES
Alcachofra	Tem sido usada tradicionalmente para vários fins incluindo doenças hepáticas, dispepsia, albuminúria e icterícia, atuando também na redução do colesterol e lípides séricos.	Sawicka et al., 2020.
Alfazema	Asma, facilita a digestão, problema de pele (alergia, queimaduras, eczemas), antiespasmódico, ansiedade, carminativo, expectorante, diurético, sedativo.	Rocha et al., 2023.
Alho	Ajuda a diminuir o colesterol, regular a pressão sanguínea, combater fungos e bactérias no organismo e proteger o coração.	Souza, 2019.
Argila Branca	Apresenta ação antisséptica e cicatrizante, contribuindo na amenização de processos inflamatórios na pele, também ajuda na regeneração celular, tem efeito antioxidante, calmante e anti-inflamatório.	Santos et al., 2022.
Baga de Mirtilo	Ajuda a reduzir o nível de açúcar no sangue, tem efeitos anti-inflamatórios, reduz o colesterol ruim e a diarreia.	Bharat et al., 2017.
Bardana	Raízes e folhas são usadas como depurativo, diurético, anti-reumático (gota) e desintoxicante do fígado; também como analgésico local (folhas aquecidas em cólicas infantis, dor de ouvidos) e anti-inflamatório.	Franco et al., 2019.
Calêndula	Tratamento de feridas superficiais, inflamações da pele, mucosa oral, eczemas, cicatrização de feridas e prevenção de varizes.	Givol et al., 2019.
Camomila	Tratamento de inflamações e problemas gastrointestinais. Age sobre o sistema imunológico, ajudando a combater gripes, alivia espasmos musculares.	Lima et al., (2019).
Cardo Mariano	Tratamento de doenças hepáticas como hepatite, cirrose, fibrose hepática, icterícia, necrose e degeneração.	Abenavoli et al., 2018.

Fonte: Autoria própria.

silvestres ou cultivadas e são utilizadas como recursos para prevenir, aliviar, curar ou alterar processos normais ou fisiopatológicos. Como fonte de drogas e seus agressores. Embora os medicamentos fitoterápicos sejam transformados em medicamentos acabados e rotulados e seus ingredientes ativos sejam formados por meio de partes no ar ou no subsolo, seu uso é uma prática antiga usada por humanos para tratar doenças relacionadas à saúde, e povos indígenas, escravos e imigrantes sendo diretamente a ascensão da medicina tradicional (Rates, 2001; Almeida, 2012).

Antigamente era mais usada as plantas medicinais pelos povos para os fins de medicinais para prevenir ou cura das doenças. Com os avanços ocorridos no meio científico, principalmente, na área da saúde, surgiram maneiras diferentes de tratar a doença, como a substituição do uso de plantas medicinais por medicamentos industrializados, embora ainda inacessíveis a uma parcela da população mundial (Floriano, 2016).

O uso de medicamentos alopáticos intensificou-se a partir da segunda metade do século XX, como reflexo desse contexto o uso de plantas passou a ser reduzido em virtude da supremacia dos medicamentos industrializados que passaram, a partir de então, a predominar nas terapias modernas (Barreto, 2011). A uma parte da população brasileira que vem de uma sociedade econômica baixa ou/e que mora em comunidades rurais, e que pode ficar distante e difícil acesso a zonas urbanas (Mazala e Almeida, 2018).

Contudo, tem-se observado um crescente redescoberta do valor curativo das plantas medicinais, pois os efeitos colaterais dos medicamentos industrializados e o seu elevado valor tem contribuído para que a população busque tratamentos mais saudáveis e mais baratos para combater as suas mazelas (Lopes, Barbieri e Campos, 2021). Estes medicamentos, embora seja natural, não podem ser administrados de qualquer jeito, tem que saber a quantidade e quantas vez podemos domar por dia. E cada planta tem um jeito de ser preparada. (Loyola e Silva, 2017).

Já nos medicamentos farmacêuticos, os procedimentos de produção e comercialização de medicamentos só ocorrem após um vasto processo que irá envolver meses ou anos de pesquisa, diversos testes e investimentos. O valor de um medicamento aproxima-se de bilhões de reais e tem uma média de 10 anos em pesquisas, sendo que há necessidade desse custo e prazo para que seja comprovado por meio de ensaios a eficiência e segurança do medicamento (Nascimento, Santos e Quintilio, 2022).

A eficácia dos medicamentos farmacêuticos depende não só dos seus componentes ativos e processos de fábrica, mas também do papel desempenhado pelos excipientes farmacêuticos. A definição tradicional de excipientes como

substâncias inativas e de baixo custo evoluiu significativamente. São hoje reconhecidos como elementos essenciais das formulações de medicamentos, constituindo 80-90% do produto final. Os rápidos avanços nos sistemas de entrega, juntamente com os desenvolvimentos científicos, regulatórios, financeiros e tecnológicos em biofarmacêuticos, geraram um interesse renovado no uso e na funcionalidade dos excipientes, especialmente em formas farmacêuticas sólidas (Pockle *et al.*, 2023).

5. A QUÍMICA MEDICINAL E PRODUTOS NATURAIS

Os produtos naturais (NPs) derivados de plantas sempre serviram como importantes pontos de partida na descoberta de medicamentos para diversas indicações terapêutica e preventivas contra várias doenças, têm recebido uma atenção crescente nos últimos anos devido aos seus efeitos reguladores globais e atividades farmacológicas específicas (Kong, 2021). Mais de 60% dos medicamentos aprovados pela FDA nas áreas de oncologia, doenças infecciosas e doenças do sistema nervoso central (SNC) contêm um farmacóforo NP. Os farmacóforos NP são mais prevalentes (> 80%) entre os medicamentos para o SNC devido à sua capacidade única de atravessar a barreira hematoencefálica (Bharate e Lindsley, 2023). Os esforços de química medicinal relacionados a este farmacóforo NP clássico levaram ainda à descoberta de mais de 70 novos medicamentos para o tratamento de várias condições, incluindo dor, tosse seca e dependência de opioides (Bharate, Mignani e Vishwakarma, 2018).

A natureza forneceu uma rica fonte de substâncias químicas farmacologicamente ativas produzidas por plantas, fungos, insetos e répteis (Houghton, 2001). A biossíntese dessas toxinas naturais funcionou como um mecanismo químico de autodefesa e protegeu a espécie de ser comida por predadores. E extratos brutos de plantas e arbustos selvagens constituíram os primeiros medicamentos fitoterápicos usados para o alívio da dor e do sofrimento, para curar feridas e para tratar todos os tipos de doenças (Jones, 2011).

A exploração pela natureza do espaço químico biologicamente relevante sempre produziu compostos otimizados úteis para a natureza como mecanismos de autodefesa e para outras funções vitais. A química tem como uma das maiores contribuições a de produção de medicamentos, por exemplo, os antibióticos que foram desenvolvidos mediante a síntese racional após o reconhecimento das propriedades antibacterianas da penicilina-G, derivada de metabólitos de microorganismos como os fungos para o bem-estar da humanidade (Pazinato *et al.*, 2012).

Portanto, a química foi, é e será essencial na produção dos medicamentos naturais com a fermentação e também permite estudar as propriedades de cada planta que é utilizada para combater as doenças da população.

6. BENEFÍCIOS DOS MEDICAMENTOS NATURAIS

As plantas medicinais vem sendo uma solução considerada nos problemas de saúde pública. A Organização Mundial de Saúde (OMS) ressalta que até 80% da população de países em desenvolvimento confiam na Medicina Complementar ou Alternativa (MAC) em cuidados iniciais a saúde, devido os saberes tradicionais ou falta de alternativas (Baracho et al., 2006). Segundo a OMS estima que o uso de algum tipo de medicina tradicional ou popular, presente nos cuidados básicos da saúde, e de aproximadamente 80% da população mundial, sendo as plantas medicinais correspondente a 85% desses tratamentos (Moraes *et al.*, 2011; Ferreira, Carvalho e Santanna, 2022).

As plantas medicinais além de ser utilizadas nas fabricações de remédios, são utilizadas também como remédios caseiros de várias formas e maneiras e com diversos conhecimentos culturais. Isso é uma maneira que as pessoas que não tem acesso a outros medicamentos aliviar a sua dor ou se curar das enfermidades (Silva, Lobato e Canete, 2019).

A principal utilidade das plantas consideradas medicinais é o tratamento de doenças. “Além de nos proporcionar o oxigênio, elas também servem para tratamentos medicinais como: menos efeitos colaterais, composição natural, matéria-prima de fácil obtenção, índice de dependências é quase inexistente, auxiliam na regulação de hormônios, diminuem ás taxas de células cancerígenas, possuem atividade anti-inflamatório, antioxidante, além de ser mais acessível para todos (Loyola e Silva, 2016).

7. PRODUTOS NATURAIS

Os produtos naturais à base de plantas são metabólitos vegetais encontrados em frutas e vegetais que desempenham papéis vitais na proteção das plantas contra herbívoros. Eles não só possuem fitopotenciais para crescimento e reprodução em humanos, mas também são utilizados no manejo e tratamento de diversas doenças (Ikonne *et al.*, 2020; Ugbogu *et al.*, 2019).

Além dos medicamentos naturais que podem ser feitos de várias plantas ou ervas há também outros produtos que podem ser produzidos naturalmente das plantas, como os cosméticos, que são os shampoos, cremes de pele, pomadas, desodorantes e sabonetes. Além dos produtos de limpeza, como água sanitária e

vários tipos de sabões. Logo abaixo tem a descrição de alguns desses produtos.

7.1 POMADAS

A aplicação de *Calendula officinalis*, em feridas, com o intuito de aperfeiçoar o processo de cicatrização, pode ser realizada de maneira tópica através do uso de pomadas e tinturas a base dessa planta, seu principal efeito no processo cicatricial é o de estimular a produção do tecido de granulação. Dentre os fatores que prejudicam o processo de cicatrização de feridas e lesões, um dos principais é a infecção por bactérias, no que a *C. officinalis* passa a ser útil porá o processo cicatricial também pelas suas propriedades antissépticas (Gazola, Freitas e Evangelista-Coimbra, 2014).

7.2 SABONETES

As plantas medicinais podem ser usadas na produção de sabonetes artesanais, seja pela sua ação terapêutica, seja pelo aroma. As ervas medicinais e aromáticas também agregam valores na produção de sabonetes artesanais, pois possuem como princípio ativo o óleo essencial, que é definido como uma mistura de monoterpenos e sesquiterpenos voláteis que conferem aroma característico às plantas aromáticas (Taiz e Zeiger, 2004).

Algumas espécies são utilizadas para a produção de sabonetes como: erva-cidreira-brasileira (*Lippia alba* (Mill.) N.E.Brown), manjeriço (*Ocimum basilicum* L), alevante (*Mentha x piperita* var. *citrata*), capim santo (*Cymbopogon citratus*), capim citronela (*Cymbopogon winterianus*) e arruda (*Ruta graveolens*) (Oliveira, Oliveira e Alves, 2019).

Durante várias gerações, o uso de sabões e sabonetes aumentou continuamente, até que a utilização se tornou um hábito essencial para a higiene e a saúde do ser humano (Silva et al., 2008). A junção entre o sabonete e a planta medicinal, oferece uma limpeza com cheiro agradável e muitas vezes com ação terapêutica, como, por exemplo, o sabonete de aroeira que já é bastante utilizado, inclusive como antifúngico (Freire et al., 2011).

7.3 CHÁS E GARRAFADAS

Atualmente o chá é uma das bebidas mais consumidas do mundo. Características como agradável aroma e sabor contribuíram para a popularização dessa bebida, mas é devido às suas propriedades medicinais que está se espalhou pelas diversas culturas. Essas propriedades devem-se à presença, em composição química, de compostos biologicamente ativos com: flavonoides, catequinas, polifenóis, alcaloides, vitaminas e sais minerais (Braibante, Silva e Pazinato, 2014).

As garrafadas são produtos complexos que, de modo geral, consistem em combinações de plantas medicinais veiculadas em bebidas alcoólicas, sendo o vinho a mais utilizada, podendo-se, ainda, utilizar mel, vinagre ou água como veículos (Graciela *et al.*, 2011). Essas preparações, amplamente difundidas entre a população, são utilizadas com finalidades terapêuticas diversas. São geralmente administradas por via oral, mas é possível também encontrar garrafadas para administração por via tópica e inalatória (Passos *et al.*, 2018).

As garrafadas constituem soluções extrativas compostas por uma variedade de espécies vegetais em um líquido extrator, geralmente hidroalcoólico (Muniz e Ito, 2015). Segundo Camargo, garrafada é definida como uma fórmula medicinal preparada com componentes de origem vegetal, mineral e animal, complementada com elementos religiosos próprios dos sistemas de crenças vigentes no Brasil (Camargo, 2011).

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste capítulo, exploramos a rica história e a ampla utilização das plantas medicinais como medicamentos naturais, destacando sua relevância tanto no passado quanto no presente. A prática de utilizar plantas para fins terapêuticos é uma herança indígena profundamente enraizada na cultura brasileira, especialmente no Nordeste, onde o conhecimento ancestral é transmitido de geração em geração. Esse conhecimento não é apenas um traço cultural, mas também uma base para o desenvolvimento de novos medicamentos e tratamentos na medicina moderna.

As plantas medicinais têm desempenhado um papel crucial na saúde pública, especialmente em comunidades com acesso limitado a medicamentos farmacêuticos. Seus benefícios incluem menor incidência de efeitos colaterais, acessibilidade e eficácia em tratar uma variedade de condições de saúde. A indústria farmacêutica moderna continua a depender significativamente de compostos derivados de plantas, que constituem uma proporção substancial dos medicamentos atualmente disponíveis no mercado.

No entanto, o uso de plantas medicinais não está isento de desafios. A acessibilidade ao material vegetal e a necessidade de garantir a eficácia e a segurança dos tratamentos são questões importantes. A pesquisa científica contínua é essencial para a identificação e a caracterização de compostos bioativos, bem como para a determinação das melhores práticas de uso.

A química medicinal desempenha um papel vital na transformação de produtos naturais em medicamentos seguros e eficazes. O desenvolvimento de medicamentos modernos muitas vezes começa com a identificação de compostos

bioativos em plantas e outros organismos naturais. A complexidade dos processos de produção e comercialização de medicamentos farmacêuticos, incluindo o rigoroso controle de qualidade e os extensos testes de segurança, contrasta com a tradição do uso empírico de plantas medicinais, mas ambos os métodos têm seu lugar na busca por melhores tratamentos de saúde.

Assim, as plantas medicinais continuam a ser uma fonte valiosa de tratamentos naturais, com um impacto significativo na saúde pública e na pesquisa farmacêutica. A combinação de saberes tradicionais e avanços científicos oferece um caminho promissor para o desenvolvimento de novos medicamentos que são tanto eficazes quanto seguros. Portanto, é crucial continuar a valorizar e integrar esses conhecimentos em nossas práticas de saúde, garantindo assim que possamos aproveitar ao máximo os benefícios terapêuticos das plantas medicinais.



ABENAVOLI, L.; IZZO, A. A.; MILIĆ, N.; CICALA, C.; SANTINI, A.; CAPASSO, R. Milk thistle (*Silybum marianum*): a concise overview on its chemistry, pharmacological, and nutraceutical uses in liver diseases. **Phytotherapy Research**, v. 32, n. 11, p. 2202-2213, 2018.

ALMEIDA, F. A. O. A percepção de alunos de duas escolas da cidade de Areia-PB acerca da utilização de plantas medicinais. 2012. 23f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas)** - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.

AMARAL, A.C.F; CASTRO, A. M; RODRIGUES, A.G; CARVALHO, A.C.B; BARRETO, B.B; SIMONI, C; PIMENTA, D.S; KLITZKE, D; NETTO, E. M; MACHADO, G. N. **Práticas integrativas e complementares: plantas medicinais e fitoterapia na atenção básica**. Brasília-Df: Departamento de Atenção Básica. Ministério da Saúde, 2012. 154 p. (A).

ATANASOV, A. G.; WALTENBERGER, B; PFERSCHY-WENZIG, E.M; LINDER, T; WAWROSCHE, C; UHRIN, P; TEMML, V; WANG, L; SCHWAIGER, S; HEISS, E.H. Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: a review. **Biotechnology Advances**, v. 33, n. 8, p. 1582-1614, 2015.

BADKE, M. R.; SOMAVILLA, C. A.; HEISLER, E. V.; ANDRADE, A.; BUDÓ, M. L. D.; GARLET, T. M. B. Saber popular: uso de plantas medicinais como forma terapêutica no cuidado à saúde. **Revista de Enfermagem da Ufsm**, v. 6, n. 2, p. 225, 2016.

BALUNAS, M. J.; KINGHORN, A. D. Drug discovery from medicinal plants. **Life sciences**, v. 78, n. 5, p. 431-441, 2005.

BARREIRO, E. J; FRAGA, C. A. M. Química Medicinal: as bases moleculares da ação dos fármacos. Porto Alegre: **ArtMed Editora Ltda.**, 2001.

BARREIRO, E. J. Sobre a química dos remédios, dos fármacos e dos medicamentos. **Química Nova na Escola**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2001.

BARRETO, B. B. **Fitoterapia na atenção primária à saúde: a visão dos profissionais envolvidos**. 2011. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Juiz de Fora (Ufjf), Juiz de Fora, 2011.

BHARATE, S. B.; LINDSLEY, C. W. Call for Papers: natural products driven medicinal chemistry. **Journal Of Medicinal Chemistry**, v. 66, n. 24, p. 16455-16456, 2023.

BHARATE, S. S.; MIGNANI, S; VISHWAKARMA, R. A. Why Are the Majority of Active Compounds in the CNS Domain Natural Products? A Critical Analysis. **Journal Of Medicinal Chemistry**, v. 61, n. 23, p. 10345-10374, 2018.

BHARAT, D.; CAVALCANTI, R. R. M.; PETERSEN, C.; BEGAYE, N.; CUTLER, B. R.; COSTA, M. M. A.; RAMOS, R. K. L. G.; FERREIRA, M. R.; LI, Y.; BHARATH, L. P. Blueberry Metabolites Attenuate Lipotoxicity-Induced Endothelial Dysfunction. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 62, n. 2, p. 1-4, 2017.

BRAIBANTE, M. E. F; SILVA, D; BRAIBANTE, H T. S; PAZINATO, M. S. A química dos chás. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 3, p. 168-175, 2014.

CALIXTO, J. B. Biodiversidade como fonte de medicamentos. **Biodiversidade. Santa Catarina**, v. 1, n. 1, p. 37-39, 2000.

CAMARGO, M. T. L. A. A garrafada na medicina popular: uma revisão historiográfica. **Dominguezia**. Buenos Aires, n. 27, v. 1, p. 41-49, 2011.

DHAMI, N. Trends in Pharmacognosy: a modern science of natural medicines. **Journal Of Herbal Medicine**, v. 3, n. 4, p. 123-131, 2013.

FERREIRA, E. E.; CARVALHO, E. S.; SANTANNA, C. C. A importância do uso de fitoterápicos como prática alternativa ou complementar na atenção básica: revisão da literatura. **Research, Society And Development**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2022.

FLORIANO, E. A. **Identidade, memória e cultura no trato com plantas**

medicinais: um possível diálogo entre saberes. 182 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Ciências da Linguagem, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2016.

FREIRE, I. A.; ALVES, L.; JOVITO, V. C.; CASTRO, R. D. Atividade antifúngica de *Schinus terebinthifolius* (Aroeira) sobre cepas do gênero *Candida*. **Revista Odontológica do Brasil Central**, v. 20, n. 52, p. 41-45, 2011.

FRANCO, F. B.; SILVA, T. T.; BASTOS, R. G.; SANTOS, G. B. TRIAGEM FITOQUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE *Arctium lappa* Linne E *Myrcianthes pungens*. **Revista Científica da UNIFENAS**, v. 1, n. 1, p. 12-21, 2019.

GAZOLA, A. M.; FREITAS, G.; COIMBRA, C. C. B. E. O uso da *calendula officinalis* no tratamento da reepitelização e regeneração tecidual. **Uningá Review**, v. 20, n. 3, p. 54-59, 2014.

GERVÁSIO, V. C. B. **Medicamentos naturais: um novo desafio para o farmacêutico.** 2013. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Farmácia, Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Muniz, Portugal, 2013.

GIVOL, O.; KORNHABER, R.; VISENTIN, D.; CLEARY, M.; HAIK, J.; HARATS, M. A systematic review of *Calendula officinalis* extract for wound healing. **Wound Repair And Regeneration**, v. 27, n. 5, p. 548-561, 2019.

GURIB-FAKIM, A. Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow. **Molecular aspects of Medicine**, v. 27, n. 1, p. 1-93, 2006.

GRACIELA, S. M.; ROSA, H. S.; GERMANO NETO, G.; GERALDO JUNIOR, A. D. Medicine bottled (garrafada): rescue of the popular knowledge. **Journal Of Medicinal Plants Research**, v. 12, n. 22, p. 325-335, 2018.

HASSAN, B. A. R. Medicinal Plants (Importance and Uses). **Pharmaceutica Analytica Acta**, v. 03, n. 10, p. 3-10, 2012.

HOUGHTON, P. J. Old Yet New—Pharmaceuticals from Plants. **Journal Of Chemical Education**, v. 78, n. 2, p. 175, 2001.

IKONNE, E. U.; IKPEAZU, V. O.; UGBOGU, E. A. The potential health benefits of dietary natural plant products in age related eye diseases. **Heliyon**, v. 6, n. 7, p. 69-77, 2020.

JONES, A. W. Early drug discovery and the rise of pharmaceutical chemistry. **Drug Testing And Analysis**, v. 3, n. 6, p. 337-344, 2011.

KOEHN, F. E.; CARTER, G. T. The evolving role of natural products in drug discovery. **Nature reviews Drug discovery**, v. 4, n. 3, p. 206-220, 2005.

KONG, L. Current Study of Natural Products for Medicinal Chemistry. **Current Medicinal Chemistry**, v. 28, n. 25, p. 5189-5190, 2021.

LI, Y.; KONG, D.; FU, Y.; SUSSMAN, M. R.; WU, H. The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. **Plant Physiology And Biochemistry**, v. 148, p. 80-89, 2020.

LIMA, S. S., FILHO, R. O. L., OLIVEIRA, G. L. Aspectos farmacológicos da Matricaria recutita (camomila) no tratamento do transtorno de ansiedade generalizada e sintomas depressivos. **Visão Acadêmica**, v. 20, n. 2, p. 59-67, 2019.

LOPES, B. E. R; BARBIERI, M.G.M; CAMPOS, W. A. Análise comparativa entre o uso de plantas medicinais e medicamentos industrializados em Rolim de Moura do Guaporé. **Biodiversidade**, v. 20, n. 1, p. 129-138, 2021.

LOYOLA, C. O. B; SILVA, F. C. Plantas Medicinais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais. **Química Nova na Escola**, v. 30, n. 1, p. 59-67, 2017.

MAZALA, T. T.; ALMEIDA, A. F. S. Prevalência do consumo de medicamentos homeopáticos no município de sete lagoas-mg. **Revista Brasileira de Ciências da Vida**, v. 6, n. Especial, 2018.

MISHRA, B. B.; TIWARI, V. K. Natural products: an evolving role in future drug discovery. **European journal of medicinal chemistry**, v. 46, n. 10, p. 4769-4807, 2011.

MORAES, L. P; CEZAR, L. S. ANAIS DO XII CONGRESSO FLUMINENSE DE

INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA / V CONGRESSO FLUMINENSE DE PÓS-GRADUAÇÃO. **Saberes e práticas populares em saúde: uso de plantas medicinais (drogas vegetais) pelas mulheres na pesca.** Rio de Janeiro: Essentia, 2020.

MUNIZ, D.H.C; ITO, R. K. Avaliação de diferentes classes de substâncias químicas naturais em garrafadas. **Revista Saúde**, v. 9, n. esp 1, p. 47-52, 2015.

NASCIMENTO, J. M. R; SANTOS, M. R; QUINTILIO, M. S. V. O controle de qualidade nas indústrias farmacêuticas. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 5, n. 11, p. 43-55, 2022.

OLIVEIRA, A. R. M. F; OLIVEIRA, A. S; ALVES, V. P. Oficina de produção de sabonetes artesanais com plantas medicinais: Aproximando escola da comunidade. **Revista Macambira**, v. 3, n. 2, p. 1-10, 2019.

PASSOS, M. M. B.; ALBINO, R. C.; FEITOZA-SILVA, M.; OLIVEIRA, D. R. A disseminação cultural das garrafadas no Brasil: um paralelo entre medicina popular e legislação sanitária. **Saúde em Debate**, v. 42, n. 116, p. 248-262, 2018.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, H. T. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; TREVISAN, M. C.; SILVA, G. S. Uma Abordagem Diferenciada para o Ensino de Funções Orgânicas através da Temática Medicamentos. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 21-25, 2012.

POCKLE, R. D; MASAREDDY, R. S; PATIL, A. S; PATIL, P. D. A comprehensive review on pharmaceutical excipients. **Therapeutic Delivery**, v. 14, n. 7, p. 443-458, 2023.

RATES, S. M. K. Promoção do uso racional de fitoterápicos: uma abordagem no ensino de farmacognosia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 11, n. 2, p. 57-69, 2001.

ROCHA, F. M. H; SANTOS, B; ALVES, M. S. MEDEIROS, M. A. A; OLIVEIRA FILHO, A. A. Aspectos botânicos, fitoquímicos e farmacológicos de *Mesosphaerum suaveolens* (lamiaceae) kuntze: uma breve revisão de literatura. **Revista Coopex**, v. 14, n. 4, p. 2753-2761. 2023.

SANTOS, H. M. C.; SOUSA, J. M.; PEIXOTO, J. C. C.; LOUREIRO, R. T. O. Análise das argilas para uso estético e medicinal/ Analysis of clay for aesthetic and medicinal use. **Brazilian Journal Of Development**, v. 8, n. 4, p. 31448-31467, 2022.

SAWICKA, B.; SKIBA, D.; PSZCZÓŁKOWSKI, P.; ASLAN, I.; SHARIFI-RAD, J.; KROCHMAL-MARCZAK, B. Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as a medicinal plant and its natural products. **Cellular and molecular biology (Noisy-le-Grand, France)**, v. 66, n. 4, p. 160–177. 2020.

SILVA, A. C; LOBATO, F. H.S; RAVENA-CANETE, V. Plantas medicinais e seus usos em um quilombo amazônico: o caso da comunidade quilombola do abacatal, ananindeua (pa). **Revista NUFEN: Phenomenology and Interdisciplinarity**, v. 11, n. 3, p. 113-136, 2019.

SILVA, P. B; AGUIAR, L. H; MEDEIROS, C. F. O papel do professor na produção de medicamentos fitoterápicos. **Química Nova na Escola**, v. 11, n. 1, p. 1-5, 2000.

SILVA, M. D. B; SILVA, L. P; SOUZA, A. S. SERRÃO, C. R. G; BATALHA, S. S. A; SANTOS, D. C. P; OLIVEIRA, R. L. C. Fontes alternativas de renda para comunidade da Vila da Barca. **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)**, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2018.

SOUZA, R. S. Efeito terapêutico do *Allium sativum* (alho) na saúde humana. Orientador: Benilson Beloti Barreto. 2019. 24f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Farmácia)** - Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Tradução de Eliane Romanato Santarém et al. 3.ed. Porto Alegre: **Artmed**, p.719, 2004.

UGBOGU, E. A. *et al.* The potential impacts of dietary plant natural products on the sustainable mitigation of methane emission from livestock farming. **Journal of Cleaner Production**, v. 213, p. 915-925, 2019.

VASISHT, K.; SHARMA, N.; KARAN, M. Current Perspective in the International Trade of Medicinal Plants Material: an update. **Current Pharmaceutical Design**, v. 22, n. 27, p. 4288-4336, 2016.



CHÁS MEDICINAIS, SUAS PROPRIEDADES QUÍMICAS E SEUS BENEFÍCIOS PARA SAÚDE

Cícera de Sousa Pereira
Suyanne Kássia Soares Pereira
Pedro Vitor Oliveira Silva Furtado

1. INTRODUÇÃO

Atualmente os chás de ervas são usados como veículos terapêuticos em muitas formas de medicina tradicional e são uma bebida popular em todo o mundo (Poswal *et al.*, 2019). Características como agradável aroma e sabor contribuíram para a popularização dessa bebida, mas é devido às suas propriedades medicinais que está se espalhou pelas diversas culturas e que foi repassada por gerações, e mesmo em tempos tão atuais ainda se utiliza o velho e bom chá. Essas propriedades devem-se à presença, em sua composição química, de compostos biologicamente ativos como: flavonoides, catequinas, polifenóis, alcaloides, vitaminas e sais minerais (Braibante *et al.*, 2014).

As ervas também são denominadas de plantas medicinais, que podem ser consumidas para o tratamento ou cura de afecções e são usadas terapêuticamente principalmente em forma de chás e infusões, sendo necessário saber prepará-las para que as suas propriedades sejam totalmente aproveitadas e disponibilizadas para o organismo humano a fim de proporcionar melhorias à qualidade de vida do indivíduo (ANVISA). O seu uso como artifício para a cura de doenças é bem antigo, isso é demonstrado por ancestrais, que se detinham a observar os animais, que comumente consumiam plantas para atenuação de algum desconforto, e como comportamento instintivo começaram a fazer uso de bebidas após cocção de planta (Guterres *et al.*, 2022).

O consumo de chás oriundos de plantas medicinais, muitas vezes é um dos métodos utilizados pela população de baixa renda na busca para alívio ou cura de certas enfermidades, devido à sua alta disponibilidade, baixa toxicidade e risco mínimo de efeitos colaterais (Saeed *et al.*, 2017). Essa demanda acontece devido os altos custos dos remédios vendidos nas farmácias. Mas não é só a população de baixa

renda que utiliza as plantas medicinais, atualmente há uma parcela significativa da população em busca de terapias alternativas que tem procurado esse recurso (Silva *et al.*, 2017).

Gradualmente, o consumo de chá foi integrado na nossa cultura social. Agora, as pessoas incluíram essa prática no seu dia a dia. Todos os dias, 70% da população mundial consome aproximadamente 18 a 20 mil milhões de chávenas de chá e, para satisfazer a procura do mercado, são produzidas cerca de 2,9 mil milhões de toneladas de chá por ano, onde consumo de chá é mais popular na parte oriental do mundo e também em diversos países da Europa (Koch, 2019).

Portanto, o simples fato de se fazer um chá é sim a realização de uma reação química, na qual os antigos não tinham conhecimento, então o tão falado chá é na verdade uma experiência química, essa experiência foi percebida depois de muitos estudos e pesquisas, no qual podemos ver as propriedades químicas de cada tipo de chá e seus benefícios medicinais.

2. BREVE HISTÓRICO DOS CHÁS

Apesar de o chá ser a segunda bebida mais consumida perdendo apenas para água, pouco se sabe da história do chá como ele surgiu e como se deu o hábito de consumo. A origem dos chás é cheia de lendas e histórias. Um dos primeiros relatos da aparição dos chás ocorreu na China que traz a lenda do imperador Shen Nung, que costumava ingerir água fervida por motivos de higiene, em um de seus passeios ele parou para descansar na sombra de uma árvore, quando algumas folhas caíram sobre o recipiente que continha à água fervida. Encantado pelo aroma e cor que a água havia ficado ele resolveu experimentar. Não existem registros históricos que comprovem essa história, mas se sabe que os chineses produzem e utilizam o chá desde a antiguidade (Trevisanato e Kim, 2000; Senna, 2013).

O chá foi introduzido pela primeira vez na China como medicamento tradicional. Hoje é produzido em países como Índia, Sri Lanka, Quênia, Indonésia, Japão, Vietname, Bangladesh, Uganda, Malawi, Tanzânia, Ruanda, Burundi, Zimbabué e África do Sul. O maior produtor de chá é a China, com uma produção anual de 1,9 milhões de toneladas, enquanto a África do Sul tem o rendimento mais baixo de todos os países produtores de chá, com uma produção anual de 2.500 toneladas (Malongane *et al.*, 2017).

Uma tradição muito conhecida é o “chá das cinco” na Inglaterra a qual foi introduzido por Ana Russell, que costumava ingerir essa bebida para evitar a fome entre o almoço e o jantar. Uma curiosidade é que o “chá das cinco” costumava

ser servido a partir de duas horas da tarde. Porém, o costume de beber chá na Inglaterra vem do século XVII e se deve a Catarina de Bragança, filha do rei João IV, casou-se com Carlos II, rei da Inglaterra, Escócia e Irlanda, em 1662. Portugal e fez com que esse costume ganhasse importância e fosse considerado elegante pela nobreza (Paganni e Carvalho, 2011). Em 1658, a primeira propaganda inglesa para um produto de consumo foi de chá. A bebida se tornou a favorita na Inglaterra por duas gerações e essa foi uma das mais dramáticas revoluções de consumo na história britânica (Schvartsman, 2010).

O chá chegou ao Brasil em 1812 por intermédio de Luiz de Abreu, um pequeno comerciante e agricultor de Portugal. Ele obteve as sementes de chá (*Camellia sinensis*) e as ofereceu a D. João VI, quando esse chegou ao país. Com a criação do Jardim Botânico no Rio de Janeiro em 1808, foram feitas as primeiras plantações de *Camellia sinensis* (Oliveira, 2016).

Em 1852, o estado de São Paulo produziu trinta mil quilos do produto, o que mostra o grande crescimento nesse período da indústria de chá no país. Nessa época, o chá produzido no Brasil era de excelente qualidade, e chegou a ganhar o prêmio de segundo melhor do mundo na Áustria, em 1873 (Schvartsman, 2010).

3. A ORIGEM DO CHÁ: *CAMELLIA SINENSIS*

O chá (*Camellia sinensis*) tem uma longa história. Esta valiosa planta foi originada no Sudeste Asiático (Heiss, 2007). Os chás são provenientes da *Camellia sinensis*, um arbusto perene nativo da China que se reproduz em zonas de alta umidade e de temperaturas amenas, independente da altitude. O primeiro registro escrito sobre o uso do chá data do século III a.C. O primeiro tratado com caráter técnico conhecido sobre o chá foi escrito no século oitavo. Isto definiu o papel deste país como responsável pela introdução do chá no mundo (Dufresne e Farnworth, 2000; Duarte e Menarim, 2006).

Popularmente, a planta é conhecida como chá-da-índia, chá verde, chá preto ou “green tea” (Figura 1). Originária do sudeste asiático, a *Camellia sinensis* é cultivada em mais de 30 países em todo o mundo a mais de 50 anos.

A composição fitoquímica das folhas da *Camellia sinensis* depende de uma variedade de fatores, incluindo clima, estação do ano, práticas de cultivo, variedade e idade da planta (Michelin, Silva e Carvalho, 2013). E popularmente, ela tem sido usada em dietas alimentares, pois seus componentes químicos majoritários, os flavonoides e catequinas apresentam uma série de atividades biológicas, como antioxidante, quimioprotetora, anti-inflamatória e anticarcinogênica (Schmitz *et al.*, 2005).

Figura 1 – Foto da *Camellia sinensis*.



Fonte: Adaptado de Natasha (2014).

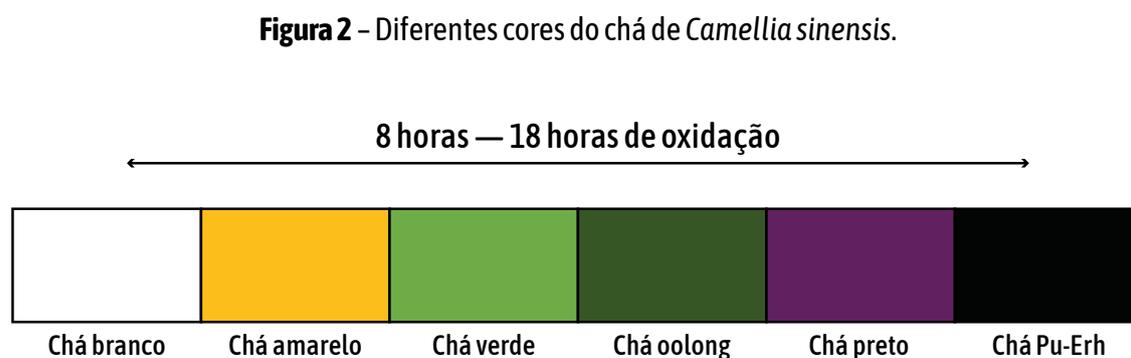
Estudos realizados demonstraram amplos benefícios para a saúde dos polifenóis presentes no chá verde (*Camellia sinensis*), que apresentam bioatividades importantes, como propriedades antioxidantes, anti-envelhecimento, antimicrobianas, antitumorais, antimutagênicas, antidiabéticas e neuroprotetoras. Evidências sugerem que a ingestão diária de antioxidantes, especialmente de compostos fenólicos, é capaz de melhorar a resposta do organismo ao estresse oxidativo e auxiliar na prevenção de diversas doenças crônicas.

A *Camellia sinensis* é a espécie de planta cujas folhas e botões de folhas são utilizados para produzir chá chinês. Pertence ao gênero *Camellia*, um gênero de plantas com flores da família Theaceae. A sua composição das folhas sofre variação em função de diversos parâmetros, como condições de cultivo (solo, irrigação, presença de fertilizantes), clima (umidade relativa, temperatura, latitude), idade da planta, estação do ano, horário de colheita, transporte, manuseio pós-colheita e entre outros fatores (Jayasekera *et al.*, 2014; Kaur *et al.*, 2014).

A forma de processamento usado nas folhas de *Camellia sinensis*, demonstrará infusões que irão conter colorações diferentes, podendo variar do branco ao preto (Silva e Vilela, 2019). O chá branco, é formado por folhas jovens da *Camellia sinensis*, cujos botões são protegidos e não sofrem oxidação (Dartora, 2010). No chá verde, após a colheita, o processo se inicia e as enzimas foliares são inativadas pela exposição ao calor, evitando a oxidação enzimática (Valenzuela, 2004). No chá *oolong*, as folhas são cortadas ou picadas e, por efeito das enzimas presentes nessas mesmas folhas, ocorre uma oxidação parcial, mas essa reação é mais branda que no chá preto, em que a oxidação ocorre durante um período prolongado (Lima *et al.*, 2009). E por último o

chá Pu-erh são colhidas, murchas e depois passam por um processo de cozimento para evitar a oxidação completa. (Namita, Mukesh e Vijay, 2012).

Na figura 2 abaixo é apresentada a diferenciação das cores dos chás de *Camellia Sinensis*.



Fonte: Adaptada de Silva e Vilela, 2019.

Na figura acima podemos verificar que ocorre a mudança na cor dos chás da *Camellia Sinensis* de acordo com o tempo de oxidação das folhas.

4. FITOQUÍMICA DO CHÁ VERDE

O chá é rico em ingredientes de saúde e ingredientes farmacologicamente ativos. A partir do início do século XIX até o momento, foi identificado mais de 500 componentes químicos foram isolados do chá englobando mais de 400 compostos orgânicos e mais de 40 inorgânicos. O chá verde, por ser um chá não fermentado, retém completamente os componentes químicos originais do chá (Fan e Lin, 1996). Do ponto de vista químico, o chá verde tem um teor de proteína de cerca de 15-20%, que inclui aminoácidos como L-teanina, tirosina, triptofano, treonina, 5- N -etilglutamina, ácido glutâmico, serina, glicina, valina, leucina, ácido aspártico, lisina e arginina (Graham, 1992). Além disso, o chá verde é rico em esteróis e lipídios – ácido linoleico e α -linolênico e vitaminas B2, B3, C (Bernatoniene e Kopustinskiene, 2018). É rico em bases xantinas, que incluem teofilina e cafeína, além de pigmentos como carotenoides e clorofila (Ye *et al.*, 2018). E na sua composição química, o chá verde também inclui ácidos fenólicos, que incluem ácido gálico e compostos voláteis, incluindo álcoois, ésteres, hidrocarbonetos e aldeídos (Musial; Kuban-Jankowska, 2020).

4.1 POLIFENOIS

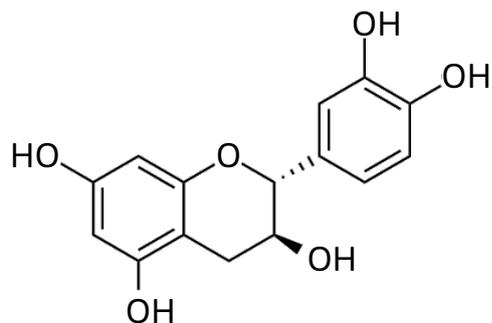
Existem cerca de 30 tipos de compostos, compostos principalmente de catequinas, flavonoides, antocianinas e ácidos fenólicos. Os dados disponíveis indicam que estes compostos podem constituir até 30% da matéria seca do chá verde, que também pode ser usado como um excelente antioxidante natural (Zhao *et al.*, 2022).

4.2 CATEQUINAS

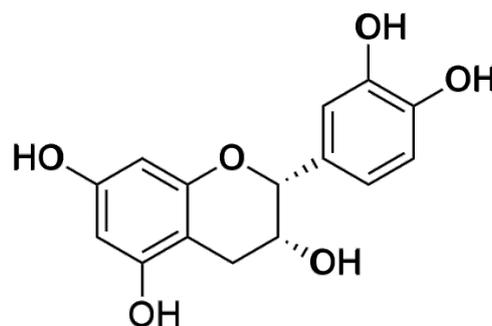
As catequinas são os flavonoides padrão do chá verde. E comparado ao chá preto, o chá verde tem um teor de catequinas muito maior. Isto é uma consequência da oxidação das catequinas em teaflavinas durante o processo de fermentação (Zhang *et al.*, 2018). Além disso, o importante é que quanto maior o teor de catequinas no chá, maior será a atividade antioxidante (Yanagimoto *et al.*, 2003).

O grupo de catequinas (flavan-3-ol) pertencentes ao grupo de flavonoides contidos no chá inclui: (+) Catequina (C), (-)-epicacatequina (EC), (-)-epigalocatequina (EGC), (-)-epicatequina-3-galato (ECG) e (-)-epigalocatequina galato (EGCG) (Tadano *et al.*, 2010). Os flavonoides são um dos grupos mais comuns e diversos de polifenóis. A presença de numerosos grupos hidroxila nas moléculas confere-lhes fortes propriedades antioxidantes (Cardoso *et al.*, 2020). A seguir, (figura 3) mostra a estrutura química das catequinas do chá verde. Além do número de grupos hidroxila, sua distribuição é igualmente importante, levando em consideração a atividade antioxidante das catequinas.

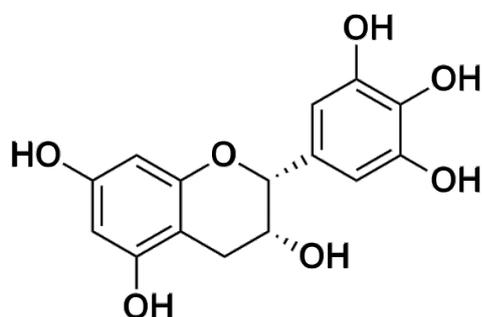
Figura 3 – Grupo de catequinas no chá verde.



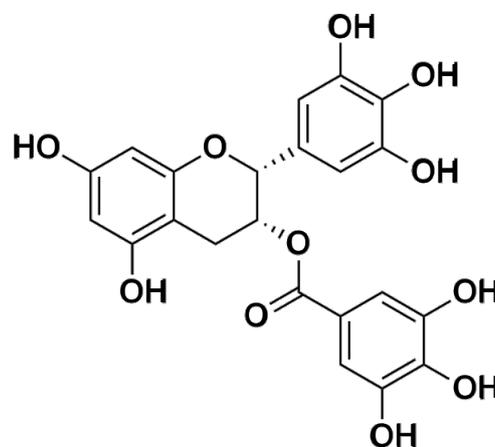
Ada (+) Catequina (C)



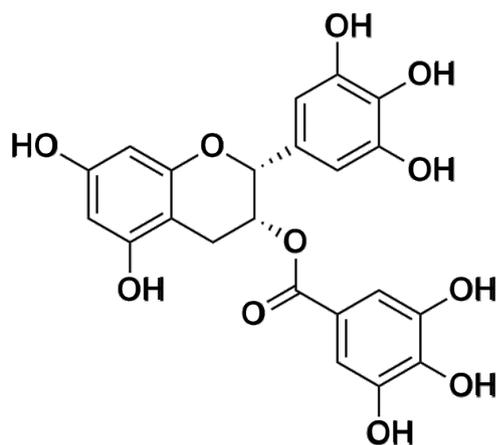
(-) - Epicacatequina (EC)



(-) - Epigallocatequina (EGC)



(-) - Epigallocatequina galato (EGCg)



(-) - Epigallocatequina galato (EGCG)

Fonte: Adaptado de Pereira, 2023.

5. CHÁS DE ERVAS E SEUS BENEFÍCIOS MEDICINAIS

A utilização de plantas para tratamento, cura e prevenção de doenças é uma das mais antigas formas de prática medicinal da humanidade. As infusões caseiras, ou “chá de ervas”, tornaram-se populares no Brasil (Braibante *et al.*, 2014).

Os chás têm recebido muita atenção por se tratarem de bebidas funcionais e por seus efeitos benéficos à saúde, associados aos seus compostos bioativos, como compostos fenólicos, aos quais são atribuídas diversas propriedades funcionais, com destaque a atividade antioxidante (Zielinski *et al.*, 2014). O conteúdo fenólico e a capacidade antioxidante dos chás dependem principalmente da espécie da planta da qual foi preparada a bebida, pois o perfil fenólico varia de acordo com a espécie, e do processo de preparo da bebida, por infusão ou decocção, que é responsável pela extração dos compostos bioativos da planta (Fotakis *et al.*, 2016).

Existe uma ampla variedade de chás de ervas disponíveis, os quais possuem benefícios medicinais. A seguir, serão apresentados alguns tipos de chás comumente utilizados no dia-a-dia dos brasileiros, juntamente com seus respectivos benefícios e princípios ativos. Nesse sentido, uma planta medicinal é um vegetal que, por meio de seu metabolismo natural, produz substâncias (princípios ativos) em quantidade e qualidade suficientes para modificar funções biológicas, sendo, portanto, utilizada para fins terapêuticos (Silva *et al.*, 2000).

No parágrafo abaixo mencionamos algumas plantas popularmente utilizadas no Brasil na forma de infusão, seus princípios ativos e usos medicinais.

O hortelã (*Mentha arvensis* L.) é muito conhecida na nossa região, com o princípio ativo mentol (2-isopropil-5-metilciclohexanol). O chá dessa planta é utilizado para combater contração muscular, afecções estomacais e intestinais, sendo usada para como descongestionante nasal, antigripal, vermífuga, digestiva e analgésica (Pandey *et al.*, 2022).

A erva-doce (*Pimpinella anisum* L. Apiaceae) é aproveitado todas as partes dessa planta, caule, folha e semente, com princípio ativo anetol (1-metoxi-4-(1-propenil)benzeno). Serve como estimulante das funções digestivas e carminativo, sendo indicada seu chá para aliviar gases, náuseas, prisão ventre, cólicas, má digestão, dor de cabeça e tem efeito calmante (Mihats *et al.*, 2016).

Capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Staf) - planta com princípio ativo Citral (3,7dimetil-2,6-octadienal). Usado medicinalmente como calmante, sedativo, problemas gastrointestinais, repelente de insetos, tratamento de diabetes e úlcera (Farooq; Sehgal, 2019).

Camomila (*Matricaria recutita* L.) – com princípio ativo Carmazuleno (7-etil-1,4-dimetilazuleno). Um dos chás mais usados e conhecidos, usado medicinalmente como

calmante, antiespasmódico e carminativa, sendo utilizado para tratar problemas estomacais, aliviar cólicas, reduzir cólicas menstruais (Mckay e Blumberg, 2006).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os chás medicinais representam uma das formas mais antigas e acessíveis de terapia natural, sendo amplamente utilizados em diversas culturas ao redor do mundo. A popularidade dos chás não se deve apenas ao seu sabor e aroma agradáveis, mas principalmente às suas propriedades terapêuticas, que são atribuídas à presença de compostos bioativos como flavonoides, catequinas, polifenóis, alcaloides, vitaminas e sais minerais.

Ao longo da história, a prática de consumir chás evoluiu, passando de uma simples observação da natureza para um conhecimento sistematizado e documentado de suas propriedades curativas. O exemplo do imperador Shen Nung na China ilustra como, desde tempos antigos, as pessoas reconheciam os benefícios dos chás. Esta tradição se disseminou globalmente, adaptando-se e sendo incorporada por diversas culturas, como o famoso “chá das cinco” na Inglaterra.

No contexto atual, o consumo de chás de ervas continua sendo uma prática comum, especialmente entre populações de baixa renda que buscam alternativas mais econômicas e com menos efeitos colaterais aos medicamentos convencionais. Entretanto, o interesse por terapias alternativas e naturais também está crescendo entre outras camadas da população, evidenciando uma busca crescente por estilos de vida mais saudáveis.

A ciência moderna tem corroborado muitos dos benefícios atribuídos aos chás medicinais através de estudos fitoquímicos que identificam e caracterizam os compostos ativos presentes nas plantas. O chá verde, por exemplo, é especialmente valorizado por suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e quimioprotetoras, derivadas dos polifenóis e catequinas presentes em sua composição.

Os chás medicinais oferecem uma gama de benefícios à saúde que vai além da simples hidratação. A compreensão de suas propriedades químicas e dos mecanismos pelos quais atuam no organismo humano proporciona uma base sólida para seu uso terapêutico, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida. Assim, os chás medicinais não apenas preservam tradições ancestrais, mas também se integram à prática moderna de cuidados com a saúde, demonstrando seu valor atemporal.



Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2022/anvisa-lanca-cartilha-de-fitoterapicos-e-plantas-medicinais>. Acesso em: 11 out. 2023.

BERNATONIENE, J.; KOPUSTINSKIENE, D. M. The role of catechins in cellular responses to oxidative stress. **Molecules**, v. 23, n. 4, p. 965, 2018.

BOIKO, L. Breve História do Chá no Japão, Universidade de São Paulo, São Paulo 2011.

BRAIBANTE, M, E, F.; SILVA, D.; BRAIBANTE, H. T. S.; PAZINATO, M. S. A química dos chás. **Química e Sociedade**, v. 36, n. 3, p. 1-8, 2014.

CARDOSO, R. R. *et al.* Kombuchas from green and black teas have different phenolic profile, which impacts their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities. **Food research international**, v. 128, p. 108782, 2020.

DUARTE, M. R; MENARIM, D.O. Morfodiagnose da anatomia foliar e caular de *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, Theaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 4, p. 545-551, 2006.

DUFRESNE, C; FARNWORTH, E. Tea, kombucha, and health: a review. **Food Research Internetalional**, v. 33, n. 6, p. 409-421, 2000.

FAN, Z.Y.; LI, N. Analysis of various life elements in tea. **Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine**, v. 8, p. 27-28. 1996.

FAROOQ, S.; SEHGAL, A. Scrutinizing antioxidant interactions between green tea and some medicinal plants commonly used as herbal teas. **Journal of food biochemistry**, v. 43, n. 9, p. 12984-12989, 2019.

FOTAKIS, C.; TSIGRIMANI, D.; TSIACA, T.; LANTZOURAKI, D. Z.; STRATI, I. F.; MAKRIS, C.; TAGKOULI, D. ;PROESTOS, C.; SINANOGLU, V. J.; ZOUMPOULAKIS, P. Metabolic and antioxidant profiles of herbal infusions and decoctions. **Food Chemistry**, v. 211, p. 963-971, 2016.

GRAHAM, H. N. Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry. **Preventive medicine**, v. 21, n. 3, p. 334-350, 1992.

GOMES, J. C. S.; VIANA, J. P. T.; FRANÇA, R.; ARAÚJO, M. C. C. A aplicação do jogo caminho da luz no ensino de geografia. **Integrar e Inovar Saberes Para A Democratização do Conhecimento**, v. 2, n. 1, p. 1-7, 2018.

GUTERRES, A. S.; PEREIRA, C. S.; BARROS, E. R. R.; AGUIAR, M. M.; MAIA, A. M.; FERREIRA, E. V. M.; FERREIRA, G. S.; ROCHA, A. L. A. Chás de ervas medicinais mais utilizados popularmente no estado do pará: uma revisão de literatura/tea of medicinal herbs most popularly used in the state state of pará. **Brazilian Journal Of Development**, v. 8, n. 4, p. 31075-31083, 2022.

HEISS, M. L; HEISS, R. J. “**A brief history of tea; from The Story of Tea.**” 2007.

JAYASEKERA, S.; KAUR, L.; MOLAN, A.; GARG, M.; MOUGHAN, P. Effects of season and plantation on phenolic content of unfermented and fermented Sri Lankan tea. **Food Chemistry**, v. 152, p. 546 - 551, 2014.

JORGE, N, A. Estudo químico e avaliação da atividade moluscicida do oleo essencial de citrus limon l. (limão) frente ao caramujo transmissor da esquistossomose (biomphalaria glabrata). **Universidade Federal Do Maranhão**. São Luís. 2017.

KAUR, L.; JAYASEKERA, S.; MOUGHAN, P. Antioxidant quality of tea (Camellia sinensis) as affected by environmental factors. **Processing and Impact on Antioxidants in Beverages**, p. 121 - 129, 2014.

KOCH, W. Theaflavins, Thearubigins, and Theasinensins. **Handbook Of Dietary Phytochemicals**, v. 1, n. 1, p. 1-29, 2019.

LIMA, J.D.; MAZZAFERA, P.; MORAES, W.S.; SILVA, R.B. Chá: aspectos relacionados à qualidade e perspectivas. **Ciência Rural**, v. 39, n.4, p. 1270-1278, 2009.

MALONGANE, F.; MCGAW, L. J.; MUDAU, F. N. The synergistic potential of various teas, herbs and therapeutic drugs in health improvement: a review. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, v. 97, n. 14, p. 4679-4689, 2017.

MCKAY, D. L.; BLUMBERG, J. B. A Review of the bioactivity and potential health benefits of chamomile tea (*Matricaria recutita* L.). **Phytotherapy Research**, v. 20, n. 7, p. 519-530, 2006.

MENG, X.; LI, N.; ZHU, H.; WANG, D.; YANG, C.; ZHANG, Y. Plant Resources, Chemical Constituents, and Bioactivities of Tea Plants from the Genus *Camellia* Section *Thea*. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, v. 67, n. 19, p. 5318-5349, 2018.

MICHELIN, B.C.S; SILVA, F; CARVALHO, D. Avaliação da qualidade de amostras de *Camellia sinensis* (L.) Kuntze (Theaceae) comercializadas no município de Araras – SP. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 2, n. 34, p. 245-250, 2013.

MIHATS, D.; PILSBACHER, L.; GABERNIG, R.; RUTIL, M.; GUTTERNIGG, M.; LAENGER, R. Levels of estragole in fennel teas marketed in Austria and assessment of dietary exposure. **International Journal Of Food Sciences And Nutrition**, v. 68, n. 5, p. 569-576, 2016.

MUSIAL, C.; KUBAN-JANKOWSKA, A.; GORSKA-PONIKOWSKA, M. Beneficial Properties of Green Tea Catechins. **International Journal Of Molecular Sciences**, v. 21, n. 5, p. 1744, 2020.

NAMITA, P.; MUKESH, R.; VIJAY, K.J. *Camellia Sinensis* (Green Tea): A Review. **Global Journal Of Pharmacology**, v. 2, n. 6, p. 55-59, 2012.

NATASHA, G. Foto da *Camellia sinensis*. Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/users/natashag-363234/>>. Acesso em: 25 out. 2023.

OLIVEIRA, M. S. **CHÁS E PLANTAS MEDICINAIS: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA**. 2016. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2016.

PAGANINI-COSTA, P.; CARVALHODA-SILVA, D. A cup (tea) of Chemistry. **Revista Virtual de Química**, v. 3, n. 1, p. 27-36, 2011.

PANDEY, P.; SINGH, S.; KHAN, M. S.; SEMWAL, M. Non-invasive Estimation of Foliar Nitrogen Concentration Using Spectral Characteristics of Menthol Mint (*Mentha arvensis* L.). **Frontiers in plant science**, v. 13, p. 680282-680288, 2022.

POSWAL, F. S.; RUSSELL, G.; MACKONOCHE, M.; MACLENNAN, E.; ADUKWU, E. C.; ROLFE, V. Herbal Teas and their Health Benefits: a scoping review. **Plant Foods For Human Nutrition**, v. 74, n. 3, p. 266-276, 2019.

SAEED, M.; NAVEED, M.; ARIF, M.; KAKAR, M. U.; MANZOOR, R.; EL-HACK, M. E. A.; ALAGAWANY, M.; TIWARI, R.; KHANDIA, R.; MUNJAL, A. Green tea (*Camellia sinensis*) and l-theanine: medicinal values and beneficial applications in humans a comprehensive review. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 95, p. 1260-1275, 2017.

SANTOS, L, M, B. Alternativa verde para extração de princípios ativos das folhas de psidium guajava l. Utilizando solventes eutéticos naturais (nades). **Universidade Estadual Paulista**. Faculdade De Ciências. Bauru. 2023.

SARIDAKIS, W. S; SAITO, A. Y; ESTEVÃO, D; OSTRENSKY, H. O chá verde e suas ações como quimioprotetor. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 26, n. 2, p. 119-130, 2005.

SCHVARTSMAN, M. P. P. **A DEMANDA POR CHÁ NO BRASIL**. 2010. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, São Paulo, 2010.

SILVA, F. E. F; RIBEIRO, V. G. P; GRAMOSA, N. V; MAZZETTO. Temática Chás. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 4, p. 329-338, 2017.

SILVA, L. R.; VILELA, D. M. Tecnologia de chá e seus processos: Uma revisão. *Revista Uningá Review*, v. 34, n. 2, p. 39-50, 2019.

SILVA, P.B.; AGUIAR, L.H.; MEDEIROS, C.F. O papel do professor na produção de medicamentos fitoterápicos. **Química Nova na Escola**, v. 11, p. 19-23, 2000.

TADANO, N. *et al.* Biological actions of green tea catechins on cardiac troponin C. **British journal of pharmacology**, v. 161, n. 5, p. 1034-1043, 2010

VALENZUELA, A.B. El Consumo te y la salud: características y propiedades benéficas de esta bebida milenaria. **Revista Chilena de Nutrición**, v. 31, n. 2, p. 72-82, 2004.

YANAGIMOTO, K.; OCHI, H.; LEE, K.; SHIBAMOTO, T. Antioxidative activities of volatile extracts from green tea, oolong tea, and black tea. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 25, p. 7396-7401, 2003.

YE, Y.; YAN, J.; CUI, J; MAO, S. Dynamic changes in amino acids, catechins, caffeine and gallic acid in green tea during withering. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 66, p. 98-108, 2018.

ZHANG, C.; SUEN, C. L.; YANG, C.; QUEK, S. Y. Antioxidant capacity and major polyphenol composition of teas as affected by geographical location, plantation elevation and leaf grade. **Food chemistry**, v. 244, p. 109-119, 2018.

ZHAO, T.; LI, C.; WANG, S.; SONG, X. Green Tea (*Camellia sinensis*): a review of its phytochemistry, pharmacology, and toxicology. **Molecules**, v. 27, n. 12, p. 3909, 2022

ZIELINSKI, A. A. F.; HAMINIUK, C. W. I.; ALBERTI, A.; NOGUEIRA, A.; DEMIATE, I. M.; GRANATO, D. A comparative study of the phenolic compounds and the in vitro antioxidant activity of different Brazilian teas using multivariate statistical techniques. **Food Research International**, v. 60, p. 246-254, 2014.



CAFEÍNA: O COMBUSTÍVEL QUÍMICO SECRETO DO CAFÉ

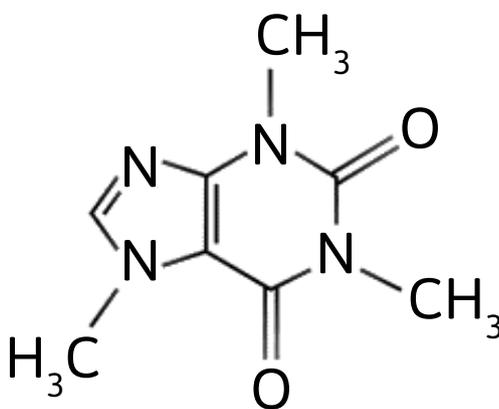
Natiele da Costa Carvalho
Raquel do Nascimento Silva

1. INTRODUÇÃO

A vida no campo tem seus benefícios, e na hora do café da manhã é que tem vantagens, pois ao senta-se a mesa, nos deparamos com um café da manhã. Podemos optar por tomar uma caneca de leite de vaca, acompanhada de um cuscuz, bem como, de uma tapioca. Mas o que realmente não falta na mesa de uma família campesina, é uma garrafa de um bom café.

O principal ingrediente ativo do café, é a cafeína. Em sua composição, uma xícara de café contém entre 64 mg e 124 mg de cafeína, o que depende de fatores como a técnica de preparo, torrefação e espécie (Nóbrega, 2011). Quimicamente conhecida como (1,3,7-trimetilxantina) a sua estrutura é apresentada na Figura 1, a cafeína pode estar presente em muitas bebidas e comidas.

Figura 1 - Molécula da cafeína.



Fonte: Adaptado de Almeida et al., 2016.

Conforme indicado por Lima (2017), a cafeína é um composto classificado como um alcaloide pertencente ao grupo das purinas, derivado das xantinas. Dada a sua presença em uma variedade de produtos, ela pode ser considerada um dos compostos químicos mais amplamente consumidos em todo o mundo, sendo notavelmente reconhecida como o principal psicoestimulante (Cunha, 2008). Estudos demonstram que cerca de 90% dos adultos incorporam a cafeína em sua dieta, seja por meio de chá, bebidas energéticas, refrigerantes à base de cola ou mesmo café propriamente dito (Moura, 2017)

Ela é usada na maioria das vezes por indivíduos que tem como objetivo a queima de gordura, pois já foi comprovada sua ação termogênica, mas que deve ser consumida com acompanhamento de profissional competente, pois a quantidade de cafeína ingerida pelos atletas interfere na ação que ela terá no organismo, vale ressaltar que o consumo exagerado pode causar problemas no TGI, insônia, ansiedade e outros sintomas (Casagrande e Vicenz, 2016).

A cafeína tem sido amplamente adotada no meio esportivo devido aos seus efeitos ergogênicos, que podem melhorar o desempenho físico e mental. Muitos atletas consomem cafeína antes de treinos e competições devido à sua capacidade de aumentar a resistência, reduzir a percepção de esforço e melhorar a concentração. Além disso, a cafeína estimula o sistema nervoso central, promovendo uma resposta mais rápida e eficiente do corpo aos estímulos. Essa substância também é conhecida por favorecer a mobilização de ácidos graxos, contribuindo para a utilização de gordura como fonte de energia durante atividades prolongadas (Altimari *et al.*, 2000). Um dos mais importantes papéis da cafeína no corpo é agir como antagonista da adenosina, que é responsável pelo aumento do sono, da percepção da dor e redução da musculatura esquelética (Silva, 2014).

Dessa forma, o objetivo desse capítulo é apresentar os efeitos do consumo da cafeína e o que isso afeta no nosso organismo, por meio de uma revisão narrativa da literatura. Desta forma demonstrar as vantagens e desvantagens do seu consumo para indivíduos praticantes de atividade física, e assim, buscar esclarecer sobre a utilização da cafeína como substância para a melhora do desempenho esportivo.

2. EFEITOS DA CAFEÍNA NO ORGANISMO

Existem discussões no meio científico sobre o efeito da cafeína no organismo humano, desde aspectos que consideram a substância como prejudicial à saúde se consumida em excesso, até o benefício causado pela mesma como recurso para aumento do desempenho em exercícios físicos e esportes, e aumento de algumas capacidades psicomotoras (Altimari *et al.*, 2000).

Entre os efeitos autonômicos estimulantes da cafeína como antagonista da adenosina observa-se a estimulação cardíaca, aumento da pressão arterial, redução da mobilidade intestinal, enfim, produz-se um clássico estado de estimulação simpática, tal como se houvesse uma atitude e estresse onde as reservas corporais se mobilizariam (Silva, 2003).

Conforme Cunha (2018), a cafeína é também conhecida por estimular o sistema nervoso central (isso pode atrapalhar o sono; promover excitação, cognição, aprendizagem e memória), assim como os problemas musculares, respiratórios e circulares. Ela atua como estimulante do sistema nervoso central, bloqueando a ação dos receptores de adenosina no cérebro, o que leva ao estado de alerta e vigiância. Também aumenta a liberação de neurotransmissores como dopamina, noradrenalina e serotonina, que podem melhorar o humor e a função cognitiva.

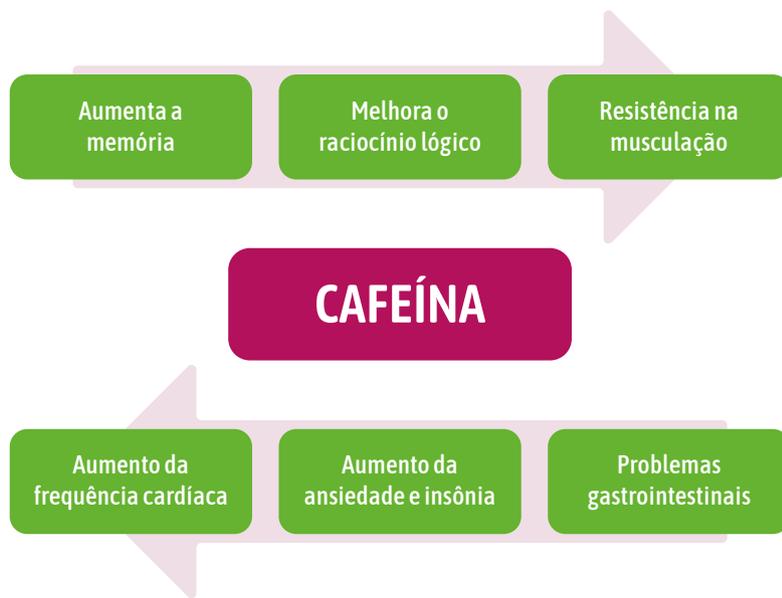
A principal ação da cafeína é de antagonismo dos receptores de adenosina, seu efeito secundário é inibir as fosfodiesterases, o que resulta no acúmulo de monofosfato cíclico de adenosina (cAMP) e intensificação dos efeitos da adrenalina, noradrenalina e dopamina (catecolaminas), estas propriedades são responsáveis por aumentar o processo de percepção e aumento da pressão arterial como resposta do sistema cardiovascular (Caballero, Fingla e Toldrá, 2016).

Os efeitos citados acima variam entre cada ser humano, de acordo com as características físicas de cada sujeito, como o peso, bem como, a quantidade de cafeína ingerida por cada pessoa. Sendo assim, os efeitos são sentidos enquanto a cafeína estiver presente na corrente sanguínea (organismo). Os principais sintomas causadores da abstinência de cafeína aos consumidores impulsivos são: dores de cabeça, irritabilidade, cansaço e incapacidade de concentração. Para enfatizar, esses efeitos são causados principalmente aos consumidores que fazem uso de alta dosagem de cafeína, pelo fato de já ser dependente, o que acaba provocando o efeito de tolerância, pois para não causar esses efeitos, o consumidor impulsivo precisa ingerir o mesmo número de doses da cafeína, diariamente, para que assim possa atingir o mesmo efeito (Silva, 2003).

A cafeína, presente em diversas fontes como café, chá e bebidas energéticas, exibe efeitos significativos no organismo humano, a Figura 2 ilustra alguns desses efeitos.

Alguns efeitos positivos da cafeína no nosso organismo foram atribuídos com base em estudos, a cafeína aumenta a memória, melhora o tempo de reação e raciocínio lógico, auxilia nos tempos de restrição de sono atrelados ao trabalho, reduz o risco de suicídio ou depressão, pode proteger contra as doenças de Alzheimer, aumenta a resistência na musculação, alivia o ácido lático no pós-treino,

Figura 2 – Efeitos da Cafeína.



Fonte: Autoria própria.

previne o ganho de peso; pode combater a hipertensão arterial, endurecimento das artérias e doenças cardíacas. Estudos, ressaltam sua influência como estimulante do sistema nervoso central, resultando em aprimoramento da concentração, alerta e desempenho cognitivo. Além disso, pode proteger contra o espasmo da pálpebra, cataratas, degeneração da retina, câncer de pele. Também, pode ser útil contra a asma, desintoxicação do fígado e do cólon, redução de pedras do rim, risco de pedras e prevenção da gota. Acrescenta-se também, que pode ser um estimulante capilar na calvície de homens e mulheres. Esses achados consolidam a cafeína como uma substância versátil, proporcionando melhorias tanto no aspecto mental quanto no desempenho físico, destacando sua relevância no panorama do bem-estar humano (Latosinska e Latosinska, 2017; New Zealand Government, 2012).

O consumo elevado de cafeína pode ocasionar alguns efeitos adversos, incluindo aumento da frequência cardíaca, elevação da pressão arterial e palpitações. Também pode causar inquietação, ansiedade e insônia. A ingestão excessiva de cafeína pode resultar em problemas gastrointestinais, como dores de estômago, refluxo ácido e diarreia. A cafeína é um diurético, o que significa que pode aumentar a produção de urina e potencialmente levar à desidratação. O consumo prolongado e excessivo de cafeína pode contribuir para o desenvolvimento de tolerância e dependência, levando a sintomas de abstinência como dores de cabeça, irritabilidade e fadiga quando a ingestão de cafeína é reduzida ou interrompida. A cafeína pode interferir

nos padrões de sono e perturbar a qualidade do sono, causando sonolência diurna e comprometimento da função cognitiva (Viana *et al.*, 2023).

Quanto aos potenciais efeitos adversos, a cafeína pode gerar overdose se for consumido de forma excessiva. Isso faz com que a pressão arterial se eleve, aumentando o infarto, aumento a probabilidade dos cistos no tecido mamário das mulheres, causando insônia, ansiedade, depressão, enxaquecas, alergias, inibição da produção de colágeno na pele (Cunha, 2018).

Por sua vez, Silva (2003) relata que a cafeína afeta quase todos os sistemas do organismo, sendo que seus efeitos mais óbvios ocorrem no sistema nervoso central (SNC). Quando consumida em baixas dosagens (2-10mg/kg), a cafeína, provoca aumento do estado de vigília, diminuição da sonolência, alívio da fadiga, aumento da respiração, aumento da liberação de catecolaminas, aumento de arritmias majoritariamente as taquiarritmias que, explicado por Queiroz (2015), é a alteração da frequência cardíaca, podendo resultar em mais de 100 batimentos por minuto, aumento no metabolismo e diurese, e em altas dosagens (15mg/kg) causa nervosismo, insônia, tremores e desidratação.

Entretanto, a sociedade internacional de nutrição esportiva enfatiza a importância do consumo de cafeína no melhoramento do desempenho físico, principalmente em exercícios de alta intensidade. Tarefas que exijam maior desempenho cognitivo, com o auxílio da cafeína pode demonstrar melhoramento na sua realização. Sua atuação no SNC durante a prática do exercício físico mostra que além de ser como antagonista da adenosina, pode afetar o metabolismo do substrato e função neuromuscular (transmissão de uma mensagem através do neurônio-músculo) (Benjamim *et al.*, 2020).

Com isso, apesar de a cafeína trazer diversos benefícios, o seu consumo em excesso pode trazer danos irreversíveis à saúde, a curto ou longo prazos, sendo assim, é importante fazer o uso dos produtos provenientes da cafeína, com moderação, já que há muitos produtos que consumimos no dia-a-dia que tem a presença da cafeína como substância, sendo eles, bebidas como café, chás, refrigerantes, energéticos e chocolates, além de outros produtos, como suplementos de academia e medicamentos, sendo assim, os efeitos fisiológicos causadores pela cafeína, varia, principalmente, de acordo com a quantidade de cafeína ingerida (Araujo *et al.*, 2020).

3. CONSUMO DE CAFEÍNA E EXERCÍCIO FÍSICO

Analisando o desempenho que esta substância atua em nosso organismo, através da prática de exercício físico, Alves (2002) observou que, atletas e desportistas

buscam frequentemente o consumo desta substância com o objetivo de aumentar a potência física e mental, além de prevenir ou retardar a fadiga.

De acordo com Marques e seus colaboradores (2023) a cafeína é comumente usada por atletas para melhorar o desempenho e melhorar a resistência. Acredita-se que apresente efeitos ergogênicos, promovendo o aumento do estado de alerta, a redução da fadiga e o aprimoramento da concentração. Além disso, evidências indicam que a cafeína pode potencializar a força muscular e impulsionar a produção de energia, conferindo benefícios significativos para atividades que requerem movimentos explosivos. Estudos demonstraram sua capacidade de aprimorar o desempenho de resistência em modalidades como corrida, ciclismo e natação. Adicionalmente, a cafeína pode favorecer os atletas ao possibilitar treinos mais intensos e prolongados, resultando em níveis superiores de condicionamento físico.

A cafeína pode auxiliar em exercícios de resistência e intensidade. Ela diminui a sensação de esforço, retarda a fadiga e aumenta a resistência ao estimular o sistema nervoso central. Auxilia os músculos a usar a gordura como energia durante o exercício, o que significa que eles não precisam gastar tanto glicogênio no músculo, o que significa que a resistência fica mais longa. Pode melhorar a concentração, o foco e o tempo de reação, o que é bom para atividades que exigem agilidade e coordenação. Alguns estudos indicam que a cafeína pode ajudar a liberar cálcio nas fibras musculares, aumentando a força muscular (Goldstein *et al.*, 2010; Southward *et al.*, 2018). Os mecanismos precisos pelos quais a cafeína aprimora o desempenho ainda não são completamente compreendidos. No entanto, a hipótese vigente sugere que seu impacto ocorre no sistema nervoso central, influenciando os neurotransmissores e promovendo a liberação de adrenalina.

A rápida absorção da cafeína pelo trato gastrointestinal permite atingir rapidamente o pico de concentração sanguínea, tornando-a uma opção atraente para atletas que buscam efeitos imediatos. Porém, é importante ressaltar que a cafeína é considerada uma substância dopante pelo Comitê Olímpico Internacional e está incluída na lista de substâncias proibidas. Os atletas precisam ser cautelosos quanto à dosagem e aos riscos potenciais associados ao seu uso (Fazan *et al.*, 2018). A substâncias sendo ingerida antes do exercício no esporte pode evitar a fadiga. Nesse sentido, Warren (2019) comenta que, embora a cafeína seja mencionada como possível efeito ergogênico, o mecanismo pelo qual a cafeína funciona no organismo permanece desconhecido.

Para que a prática de exercícios seja benéfica, tanto em casos dos atletas quanto para os praticantes regulares, são necessários fundamentos básicos para obtenção de resultados positivos, como continuidade e qualidade de treinamento,

neste caso considerando os objetivos do praticante ou do atleta, contando também com fatores como o descanso, horas de sono adequadas e uma alimentação que supra as necessidades energéticas destes indivíduos (Altermann *et al.*, 2008).

Nesse contexto, o nutricionista se faz necessário em qualquer exercício físico praticado, por ser o profissional que está mais indicado a adequar fatores a que o indivíduo está sujeito visando à efetividade do uso da cafeína (Silva e Guimarães, 2013).

No estudo de Pereira e seus pesquisadores (2011), os autores afirmam que os efeitos da substância têm sido mais notáveis em indivíduos submetidos a testes até a exaustão e em exercícios com características contínuas (ciclismo, natação, remo) e de curta duração (menor que 30 minutos). Todavia, Altimari e seus colaboradores (2006) corroboraram afirmando que a cafeína parece melhorar significativamente o desempenho em exercícios máximos de curta duração quando não precedidos por exercícios submáximos prolongados.

É recomendado que a cafeína seja consumida aproximadamente 60 minutos antes do exercício para otimizar o desempenho esportivo. Apesar da meia-vida da cafeína ser de 4 a 6 horas, permitindo que doses elevadas permaneçam na corrente sanguínea por mais de 3 ou 4 horas após a ingestão, observa-se que a substância atinge seu pico plasmático em apenas 1 hora, resultando em uma melhoria significativa no desempenho durante o exercício (Silva e Guimarães, 2013).

Apesar de ser um recurso barato, pode ser conveniente e seguro para tentativas de melhorar o desempenho de resistência aeróbia, é válido lembrar que seu efeito depende de pessoa para pessoa, sendo assim, esse ganho pode ocorrer caso o atleta não esteja habituado a consumir regularmente cafeína (Altermann *et al.*, 2008).

De fato, a cafeína tem sido objeto de estudo por diversos pesquisadores devido ao seu potencial ergogênico. Os resultados das pesquisas destacam sua eficácia para aprimorar o desempenho durante os exercícios. Além disso, vale ressaltar que a cafeína, sendo uma substância amplamente consumida em diferentes formas, desperta interesse não apenas no âmbito esportivo, mas também na vida cotidiana. Sua eficácia como recurso não se limita apenas ao aumento do rendimento e à redução da fadiga durante a atividade física, mas estende-se a outros aspectos do desempenho humano. Estudos recentes têm explorado os potenciais benefícios da cafeína na cognição, destacando seus efeitos positivos na concentração, atenção e memória (Silva e Guimarães, 2013).

4. VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DA CAFEÍNA NO CONTEXTO ESPORTIVO

Os efeitos da cafeína sobre o comportamento humano têm sido objeto de

estudos a algumas décadas. Esses efeitos podem ser descritos como aumento da capacidade de alerta e redução da fadiga, com concomitante melhora no desempenho de atividades que requeiram maior vigilância, no caso, em atividades físicas, já melhor discutido nos tópicos anteriores (Maria e Moreira, 2007).

A propósito, uma vantagem da cafeína no contexto esportivo tem sido descrita como forma de aumentar a energia, melhorar o desempenho e reduzir a fadiga dos atletas. Acrescenta-se também que o uso de cafeína em atividades esportivas pode melhorar a concentração do atleta, bem como, aumentar o estado de alerta. Embora os resultados sejam promissores, pois este tipo de estudo é bastante complexo pelo fato de que os efeitos da cafeína podem variar dependendo do tipo, intensidade e duração do exercício (Ferreira, 2004).

Portanto, a cafeína tem sido descrita como um benefício para atletas porque aumenta a energia, melhora o desempenho e diminui a fadiga. A cafeína pode ajudar os atletas a ficar mais concentrados e mais alertas. Embora este tipo de estudo seja complexo pelo fato de que os efeitos da cafeína podem variar dependendo do tipo, intensidade e duração do exercício, os resultados são promissores. Alguns estudos relatam sobre o seu uso dentro do contexto esportivo, Castell e colaboradores (1978), mostram que a cafeína reduz a percepção do esforço durante a realização de atividades muito intensas, pode também diminuir a sensação de fadiga durante o exercício, e promover o desejo de prolongar a atividade física (Ferreira, 2004). Hogervorst *et al.* (1999) demonstraram que a cafeína pode melhorar a memória e a cognição após o exercício físico forçado. Segundo Cole *et al.* (1996) encontraram que essa substância diminui a percepção do esforço e facilita marcadamente a produção do trabalho.

Ela também pode provocar vários efeitos colaterais indesejados que podem limitar seu uso em alguns esportes, como insônia, dores de cabeça, irritação, ansiedade, prejuízo na memória e em alguns casos até sangramento gastrointestinal. Em virtude da inibição do hormônio antidiurético (ADH), a cafeína faz também a estimulação da diurese. Suspeita-se que altos níveis de ingestão de cafeína aumentem os riscos de câncer na bexiga (Maughan e Burke, 2004; Garrett e Kinkendall, 2003).

Outro motivo de preocupação da administração da droga é que em virtude da ação diurética pode ser prejudicial em situações quentes e úmidas, prejudicando o bom rendimento do atleta. Há indícios de que a ingestão de grandes quantidades de cafeína pode produzir delírios e alucinações (Wolinsky e Hickson, 2002).

A cafeína afeta quase todos os sistemas do organismo, sendo que seus efeitos mais óbvios ocorrem no sistema nervoso central (SNC). Quando consumida em baixas dosagens (2-10mg/kg), a cafeína, provoca aumento do estado de vigília,

diminuição da sonolência, alívio da fadiga, aumento da respiração, aumento da liberação de catecolaminas, aumento da frequência cardíaca, aumento no metabolismo e diurese. Em altas dosagens (15mg/kg) causa nervosismo, insônia, tremores e desidratação (Conlee, 1991).

Em síntese, pesquisas sugerem que o consumo de cafeína na faixa de 3 a 6mg por kg de massa corporal resulta em melhorias no desempenho durante a atividade física. Esse uso também está associado ao aumento na produção de energia, prevenção da fadiga e auxílio na perda de massa corporal. Embora os efeitos da cafeína em concentrações elevadas ainda estejam sob investigação, outros estudos indicam possíveis efeitos colaterais, como nervosismo, tremores e desidratação (Gomes *et al.*, 2014).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, a cafeína está presente em muitos alimentos, especialmente no café, componente que não falta na mesa de um campesino, e isso influencia no desempenho das atividades praticadas pelo homem do campo, deixando-o com mais energia, essa substância dispõe de benefícios e malefícios, isso, dependendo da dosagem utilizada por cada sujeito.

Quando utilizada regularmente com dosagens normais, tem a função de estimular efeitos positivos no nosso organismo, principalmente aos atletas, pode fazer com que ocorra o aumento do desempenho dos exercícios físicos praticado. Entretanto, seu uso exagerado pode causar efeitos adversos no organismo, entre eles, causa principalmente a insônia.

Entretanto, o uso da cafeína no contexto esportivo seguindo recomendações profissionais adequadas tem suas vantagens, seu consumo durante a prática de exercício melhora o desempenho e diminui a sensação de cansaço, e assim, promove um maior desempenho durante o exercício. Além disso, contribui para o melhor rendimento, aumentando sua capacidade de energia e diminuindo a sensação de cansaço.

Sendo assim, os estudos destacam que a cafeína é uma substância que pode trazer benefícios diversos se levada em consideração os limites do seu consumo influencia em efeitos positivos, uma vez que concentrações elevadas podem estar associadas a efeitos colaterais, como nervosismo, tremores e desidratação. Toda via o uso moderado e consciente da cafeína pode ser uma estratégia valiosa para otimizar aspectos relacionados à performance física e bem-estar.



ALMEIDA, A. L.; BARBOSA, L. P. G.; SANTOS, R. L.; MARTINS, J. B. L. Chemical Reactivity Indices of the Caffeine Molecule. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 2, p. 482-492, 2016.

ALTERMANN, A. M.; DIAS, C. S.; LUIZ, M. V.; NAVARRO, F. A influência da cafeína como recurso ergogênico no exercício físico: sua ação e efeitos colaterais. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 2, n. 10, p. 225-239, 2008.

ALTIMARI, L. R.; CYRINO, E. S.; ZUCAS, S. M.; BURINI, R. C. Efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho físico. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 14., n. 2, p.141-158, 2000.

ALTIMARI, L. R. *et al.* Cafeína e performance em exercícios anaeróbios. **Revista brasileira de ciências farmacêuticas**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 17-27, 2006.

ARAÚJO, D. E. P.; DELFINO, F. S.; PROVESI, J. V.; SKIBA, L. G.; HASPER, M. G.; SILVA, P. V.; DIAS, R. C. E. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 50071-50089, 2020.

BENJAMIM, C. J. R.; COELHO, J. L. G.; FEITOSA, R. A.; SANTANA, W. J. Ação da cafeína no Sistema Nervoso Central e na Variabilidade da Frequência Cardíaca. **In on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 14, n. 54, p. 405-409, 2020.

CABALLERO, B.; FINGLAS, P. M.; TOLDRÁ, F.; editores. **Encyclopedia of Food and Health**. Oxford; 2016.

CASAGRANDA, M.; VICENZ, K. Adequação da rotulagem de suplementos de cafeína para atletas em relação à legislação brasileira. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 10, n. 60, p.666-672, 2016.

COLE, K. J.; COSTILL, D. L.; STARLIN, R. D.; GOODPASTER, B. H.; TRAPES, S. W.; FINK, W. J. Effect of caffeine ingestion on perception of effort and subsequent work production. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 6, n. 1, p. 14-23, 1996.

CONLEE, R.K. (1991). Amphetamine, caffeine and cocaine. In: D.R. Lamb, M.H. Williams (Eds.) **Ergogenics: Enhancement of Performance in Exercise and Sport**. (pp 285-310) New York: Benchmark Press.

COSTILL, D. L.; DALSKY, G. P. FINK, W. J. Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. **Medicine and Science in Sports**, v. 10, n. 3, p. 155-158, 1978.

CUNHA, R. A. Cafeína, receptores de adenosina, memoria y enfermedad de Alzheimer. **Medicina clínica (Barc)**, v. 131, n. 20, p. 790-5, 2008.

CUNHA, L. M. Análise corporativa das metodologias para análise da cafeína. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Tecnologia em Processos Químicos – Faculdade de Tecnologia de Campinas**, 76 fl., 2018.

FAZAN, B. V. S., HENRIQUE, L. A., DECONTE, S. R. Efeito das doses de cafeína em atletas. Faculdade Santa Rita de Cássia. Congresso de ciências sociais, saúde e engenharias, 2022.

FERREIRA, G. M. H. Ação da cafeína sobre o rendimento esportivo de ciclistas em condições de calor e umidade. **Doutorado em Ciências Agrárias (Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, 2004.

GARRETT JÚNIOR.; WILLIAM, E.; KIRKENDALL, D.T. **A ciência do exercício e dos esportes**. Porto Alegre: Artmed, 2003. p.401-410.

GOLDSTEIN, E. R., ZIEGENFUSS, T., KALMAN, D., KREIDER, R., CAMPBELL, B., WILBORN, C., ANTONIO, J. International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 7, n. 1, p. 1-15, 2010.

GOMES, C.B.V.; BARRETO, A. F. C. S.; ALMEIDA, M. M.; MELLO, A. O. T.; IDE, B. N.; SANTOS, C. P. C. Uso de suplementos Termogênicos à base de cafeína e fatores associados a qualidade de vida relacionada à saúde em praticantes de atividade física. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 8, n. 49, p. 695-704, 2014.

HOGERVROST, E.; RIEDEL, W. J.; KOVACS, E. M. Caffeine improves cognitive performance after strenuous physical exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 20, n. 6, p. 354-361, 1999.

LATOSINSKA, M.; LATOSINSKA, J.N. Introductory chapter: Caffeine, A Major Component Of Nectar Of The Gods And Favourite Beverage Of Kings, Popes, Artists And Revolutionists, A Drug Or A Poison? IN: LATOSINSKA, J.N. (Ed.). **The Question of Caffeine**. Londres: Intechopen, 2017, chapter 1, p.1-27.

LIMA, C.; SANTOS, J.; SANTOS, R.; ARAÚJO, S.; MACHIORO, M.; ESTEVAM, C.; FREIRE, J. Efeito da Cafeína Sobre o Desempenho em Teste de Capacidade Aeróbica. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 11, n. 67, suplementar 1, p. 884-890, 2017.

MARIA, C. A. B.; MOREIRA, R. F. A. Cafeína: revisão sobre métodos de análise. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 99-105, 2007.

MARQUES, B. G., MAIA, L. S., DE OLIVEIRA, M. T., SOUTO, V. B. M., DO AMARAL, T. M., CUNHA RABELO, G. N. Revisão sistemática do efeito ergométrico da cafeína. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 4, p. e3412440825-e3412440825, 2023.

MAUGHAN, R. J.; BURKE, L. M. **Nutrição esportiva**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 139-141.

MOURA, D.; LAVOR, E.; SILVA, L. Efeito da Cafeína no Treinamento de Força. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 11, n. 67, suplementar 1, p. 891-897. 2017. ISSN 1981-9927.

NEW ZEALAND GOVERNMENT. **Caffeine**. Ministry for Primary Industries: Manat Ahu Matua. 4 p, 2012.

NÓBREGA, T. K. S.; MOURA JUNIOR, J. S.; ALVES, N. F. B.; SANTOS, A. C.; SILVA, A. S. A Ingestão de Cafeína Abole a Hipotensão Induzida Por Exercício Aeróbico: Um Estudo Piloto. **Rev. da Educação Física UEM**, Maringá, v. 22, n. 4, p. 601-612, 4. Trim, 2011.

PEREIRA, L. A. *et al.* A cafeína melhora o desempenho em teste de sprints repetidos em jovens jogadores de futebol? **Revista andaluza de medicina del deporte**, v. 4, n. 3, p. 109- 113, 2011.

QUEIROZ, F. **Taquiarritmias**. 2015. Disponível em: <<http://www.perc.ufc.br/wordpress/wp-content/uploads/2015/11/Taquiarritmias-Fernanda-Queiroz-20-10-2015.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2023.

SILVA, M. S. Os efeitos da cafeína relacionado à atividade física: uma revisão. **Revista Digital – Buenos Aires**, v. 9, n. 66, p.1-3, 2003.

SILVA, D. F.; GUIMARÃES, L. C. Utilização da cafeína como ergogênico nutricional no exercício físico. **Conexão ci.: r. cient.** UNIFOR-MG, Formiga, v. 8, n. 1, p. 59-74, 2013.

SOUTHWARD, K., RUTHERFURD-MARKWICK, K. J., & ALI, A. The effect of acute caffeine ingestion on endurance performance: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 48, p. 1913-1928, 2018.

VIANA, A. L., GÓIS FILHO, C. H. S., DOS SANTOS, A. C. F., NOBRE, G. S. G., DE MEDEIROS, M. F., ROCHA, N. M., SANTOS, V. L. Principais causas e impactos da ingestão excessiva de cafeína por estudantes de graduação: uma revisão integrativa de literatura. **Observatório de la economía latinoamericana**, v. 22, n. 1, p. 1643-1655, 2024.

WOLINSKY, I.; HICKOSN JUNIOR, J. F. **Nutrição no exercício e no esporte**. São Paulo: Roca, 2002. p. 407-408.



A QUÍMICA DO LEITE E DERIVADOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

*Rogério Almiro Oliveira Silva
Larissa de Sousa Pereira
Carlos Roberto Porto Dechandt
Mayra Dalsico Monteiro*

1. INTRODUÇÃO

O leite é um alimento constituído quimicamente por nutrientes como proteínas, carboidratos, gorduras, vitaminas e sais minerais que estão diluídos em água (Santos e Fonseca, 2001; Paiva e Sousa 2021). Uma das principais fontes alimentares de proteína é o leite, sendo a caseína a proteína encontrada em maior proporção. Caseína é uma proteína essencial para o organismo e que não conseguimos produzir, sendo uma importante fonte de aminoácidos tais como o triptofano.

De acordo com a Instrução Normativa (IN) nº 51 de 2002, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, o leite é conceituado como “o produto oriundo de ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas saudáveis, bem alimentadas e descansadas.

O leite é considerado um dos alimentos mais importantes e consumidos pelos seres humanos desde o início dos tempos (Lima, 2012). É importante mencionar sua importância na alimentação de todo brasileiro, e a história do mesmo no cenário nacional. Nesse contexto, é fundamental que a produção de leite seja de boa qualidade e atenda a demanda do mercado interno e externo, sem oferecer riscos à saúde dos consumidores (Silva, 2011).

Assim, considera-se adulterado o leite com adição de água, subtração de um dos componentes, adição de substâncias não permitidas ou conservadoras. Adiciona-se à adulteração se o produto não tiver a qualidade referida, se estiver cru e for comercializado como pasteurizado ou se exposto ao consumo sem as devidas garantias de inviolabilidade (BRASIL, 2008).

Segundo o IBGE o leite forneceu 68.173.032 mil reais no ano de 2021 e seu maior produtor é Minas Gerais. O leite é um produto necessário que está presente no nosso dia a dia com grande relevância nutritiva e suas vitaminas A, complexo

B, C, D, E e K que estão presente no leite, tendo seus derivados com queijo, nata, manteiga da terra e doces de leites que se encontra na culinária brasileira. De acordo com Viotto (1994), cerca de 35% da produção de leite no Brasil é destinada a fabricação de queijo, a qual contém taxa de crescimento anual de 4,6%, elevado ao da própria produção leiteira.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2014) recomenda um consumo per capita de leite de 200 litros/ano, ou seja, 0,575 litros/dia, sendo necessário para atender esta demanda a produção de 43 bilhões de litros, considerando a população brasileira constituída de 203,2 milhões de habitantes (IBGE, 2014). Segundo dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2014) o consumo per capita de leite no Brasil é de 181 litros/ano.

Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica a respeito da composição química do leite e seus derivados, além de mostrar a sua importância e benefícios para o consumo humano.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LEITE

Os componentes mais importantes do leite são a gordura (de 3 a 4%), as proteínas (de 3%), a lactose (5%), os minerais (de 8%) e as vitaminas (de 1%). A maior parte do volume é composta por água (87%). Com essa composição estima-se que o valor calórico seja de 65 a 70 kcal/dL e estão altamente correlacionadas com o teor de gordura do leite (Olivia Ballard e Morrow, 2013). É importante salientar que a composição química do leite pode sofrer influências de diversos fatores, como a espécie animal, a sua genética, as condições ambientais, o estágio de lactação e o estado nutricional do animal (Pereira, 2014). Apresentaremos os três com as respectivas composições químicas, de acordo com a química orgânica de acordo com Sousa (2015).

O Quadro 1 a seguir mostra as vitaminas presentes no leite e seus respectivos valores em mg/L.

Todas as vitaminas presentes no leite são importantes na alimentação humana e trazem benefícios a saúde, é recomendado o uso do leite como complemento na alimentação.

A gordura é o macronutriente mais variável do leite. A gordura do leite consiste em 95 a 98% de triglicerídeos e apenas 1 a 2% de fosfolipídios, esses valores variam de acordo com a dieta, particularmente nos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (LC-PUFAs). Um estudo relatou que aproximadamente 25% da variação na concentração lipídica do leite pode ser explicada pela ingestão proteica materna (Nomsen *et al.*, 1991).

Quadro 1 – Composição de vitaminas no leite.

VITAMINAS	MG/L
A	0,2 - 0,5
D3	0,1 - 1,0
E	1 - 2
K	0,02 - 0,2
Tiamina (B1)	0,3
Riboflavina (B2)	0,1 - 1
Pirodoxina (B6)	0,3 - 1
Cianocobalamina (B12)	3 - 10
Niacina	0,6 - 1,2
Ácido Pantatênico	3 - 4
Ácido Fólico	1 - 5
Colina	150 - 250
Biotina	20

Fonte: Trujillo e Lopez (1990), apud Santos e Fonseca (2000).

Além da dieta interferir na composição lipídica do leite, recentemente foi demonstrado que os conteúdos de gordura tendem a ser mais elevados durante o dia e mais baixos durante a noite. Outra observação foi na quantidade de gordura entre mamadas. Um longo intervalo entre mamadas leva a uma mama cheia com baixo teor de gordura, correspondendo a um baixo teor de gordura no primeiro leite. Dado que esses dois fatores não são padronizados em estudos, uma estimativa precisa do teor de gordura no leite consumido pelo bebê não pode ser feita a partir de amostras do último ou do primeiro leite (Demmelmais e Koletzko, 2018).

Dentre a gordura do leite, são encontradas maiores concentrações de ácidos graxos saturados e menor concentração de ácido graxos insaturados. Além disso, os ácidos graxos insaturados de cadeia longa são encontrados em maiores quantidades nos triglicerídeos, enquanto os ácidos graxos insaturados de cadeia curta nos fosfolipídios (Olivia Ballard e Morrow, 2013). O Quadro 2 mostra a composição dos ácidos graxos presentes na gordura do leite de vacas holandesas.

A concentração de proteína no leite é menos variável (0,1-0,2%) quando comparado a gordura (Knight *et al.*, 1994), sendo considerado uma importante fonte de proteína na dieta humana, o qual fornece aproximadamente 32 g de proteína/L. Essas proteínas

Quadro 2 – Composição dos ácidos graxos da gordura do leite de vacas holandesas.

Ácido Graxo	g/100g de gordura total
Butírico (C4)	3,32
Capróico (C6)	2,34
Caprílico (C8)	1,19
Cáprico (C10)	2,81
Láurico (C12)	3,39
Mirístico (C14)	11,41
C14:1	2,63
Palmítico (C16)	29,53
Palmitoléico (C16:1)	3,38
Esteárico (C18:0)	9,84
Oléico (C18:1)	27,39
Linoléico (C18:2)	2,78

Fonte: Adaptado de Palmquist *et al.*, 1993.

podem ser divididas em duas frações: proteínas do soro do leite (representam 20% da fração proteica do leite) e proteínas insolúveis, nomeadas de caseínas (representam 80%) (Haug, Hotmark e Harstad, 2007). Independente de qual seja a fração proteica, as proteínas do leite são consideradas de alta qualidade considerando as necessidades humanas de aminoácidos, digestibilidade e biodisponibilidade. Uma vez que são ricos em aminoácidos essenciais (Boye, Wijesinha-Bettoni e Burlingame, 2012).

O perfil de aminoácidos se difere entre as frações. Enquanto o soro de leite é predominantemente formado de aminoácidos de cadeia ramificada (leucina, isoleucina, valina) e lisina; a caseína tem possui maior quantidade de histidina, metionina e fenilalanina (Pereira, 2014). Outra diferença entre as frações é a propriedade físico-química em sofrer precipitação em valor de pH diferentes (Mephan *et al.*, 1992).

Além do valor energético, as proteínas do leite e diversos peptídeos bioativos resultantes de sua hidrólise enzimática têm apresentado importantes papéis biológicos, como ação antibacterianos, antivirais, antifúngicos, antioxidantes, anti-hipertensivos, antimicrobianos, antitrombóticos, opióides e imunomoduladores (Pereira, 2014; Mills *et al.*, 2011).

Veja a seguir o Quadro 3 com as frações da proteína do leite:

Quadro 3 – Frações das proteínas do leite em relação ao total de proteína verdadeira do leite (%).

FRAÇÃO DA PROTEÍNA	% DA PROTEÍNA VERDADEIRA DO LEITE
Caseína	83,85
Caseína α 1	33,93
Caseína α 2	8,82
Caseína β	31,45
Caseína k	9,65
Soro	16,25
Lactalbumina α	3,51
Lactoglobulina β	9,1
Albumina	1,09
IgG1	1,55
IgG2	0,22
IgA	0,27
IgM	0,24
Lactoferrina	0,27

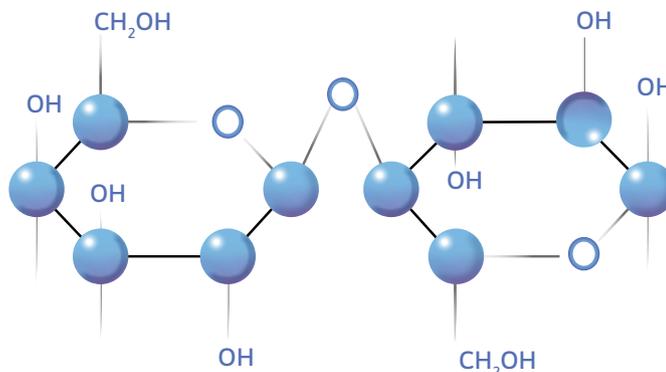
Fonte: Adaptado de Lappierre et al., (2012).

Dentre os macronutrientes, a lactose (denominação química de 4-0- β -D-galactopiranosil-Dglucopyranose) é o principal açúcar, encontrado exclusivamente no leite de mamíferos e formado a partir da interação entre uma molécula de glicose e outra de galactose; e contribui para o valor energético do leite. A lactose é sintetizada a partir da glicose sanguínea absorvida pela membrana basal das células epiteliais mamárias (Costa *et al.*, 2019; Leghi *et al.*, 2020). Cerca de 20% da glicose sanguínea circulante de uma vaca leiteira é convertida em lactose durante a lactação (Cant *et al.*, 2002; Boyce *et al.*, 2016). Juntamente com alguns minerais (Na, K e Cl), a lactose contribui para o equilíbrio da barreira sangue-leite, sendo o principal regulador osmótico entre o sangue e o lúmen alveolar. Na verdade, a lactose determina a quantidade de água absorvida nos alvéolos e, portanto, o volume de leite produzido (Fox *et al.*, 2015; Sadovnikova, Garcia e Hovey, 2021).

Apesar de pequena em proporção, as vitaminas e minerais encontradas no leite apresentam grande importância biológica. Em sua fração vitamínica podemos encontrar vitaminas lipossolúveis A, D e E e também por vitaminas hidrossolúveis do

complexo B, como tiamina e riboflavina (Miller e Welch, 2013). Em sua fração mineral temos elementos como fósforo, magnésio, zinco, selênio e cálcio (Gaucheron, 2011).

Figura 1 – Fórmula estrutural da lactose



Fonte: Adaptado de Dias (2023).

O leite de vaca é um produto com grandes números de minerais que atende a muitas das necessidades diárias, mas que também tem restrição, pois seu uso é vetado por alguns profissionais da saúde, devido seu alto teor de gordura e açúcar, sem falar na tão falada intolerância a lactose, é nesse cenário que surgiu um grande número de novos produtos derivados do leite, produtos diet, light, sem lactose e sem gordura, aumentando assim a demanda na produção de leite (Waghor e Baldwin (1984), apud Santos e Fonseca (2000)).

Quadro 4 – Concentração de minerais no leite.

MINERAL	MG/100 ML	CONCENTRAÇÃO RELATIVA AO SANGUE
Cálcio	125	10
Magnésio	12	10
Sódio	58	1/7
Potássio	138	5
Cloro	103	3
Fósforo	96	10
Sulfato	30	-
Elementos traço	0,1	-

Fonte: Waghor e Baldwin (1984), apud Santos e Fonseca (2000).

3. DERIVADOS DO LEITE

3.1 QUEIJO

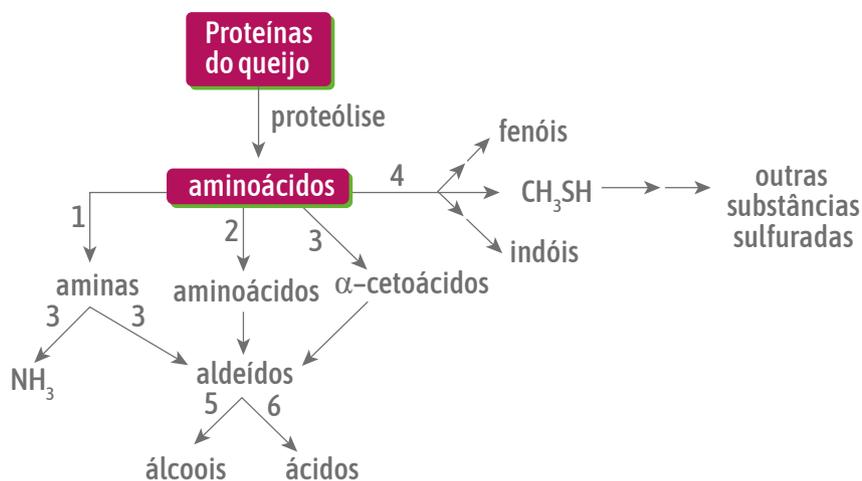
Um dos mais queridinhos da mesa brasileira é o queijo. Na gastronomia é muito requisitado no mundo inteiro. Em 1267 foi fundada na França a primeira “fruitières”, ancestral das cooperativas laticinistas, que produzia os queijos Beaufort, Emmenthal e Comté. No século XIX iniciou-se a produção em massa de queijos, mas somente no início do século XX foi aberta a primeira grande queijaria na França (Perry, 2004).

Segundo Perry (2004) tem vários tipos de queijos, são esses Alembert, Cottage, Gruyère, Emmenthal, Minas Frescal, Minas Padrão, Minas Curado, Mussarela, Parmesão, Prato, Provolone, Quark, Ricota, Roquefort e o Gorgonzola. Destes quinze só três são de origem brasileira são eles Minas Frescal, Minas Padrão, Minas Curado.

Já a característica amarga que, por sua vez é notado em alguns queijos é imposto à liberação intensa de peptídeos de baixo peso molécula (Perry, 2004).

A Figura 2 apresenta um esquema geral da degradação de aminoácidos em queijos.

Figura 2 – Esquema geral de proteólise decorrente da ação microbiana durante a maturação de queijos: 1 = descarboxilação; 2 = transaminações; 3 = desaminações oxidativas; 4 = degradações; 5 = reduções; 6 = oxidações.



Fonte: Perry, 2004.

Na lactose segue a via da fermentação propiônica, levando à formação de sais dos ácidos propiônico e acético, além de quantidades apreciáveis de CO_2 , que é o

responsável direto pela formação dos olhos característicos desses queijos (Perry, 2004).

Nos queijos que contendo quantidade maior que o normal de bactérias do gênero *Clostridium* ocorre paralelamente uma outra rota, a fermentação butírica. Nela, o lactato é transformado em butirato com concomitante formação de CO₂ e H₂, responsável pelo estufamento dos queijos durante a maturação (Perry, 2004).

3.2 COALHADA

Um derivado do leite muito consumido no Brasil que é resultante da fermentação do leite, seja ela de forma natural ou estimulada é a coalhada. A fermentação do leite, que resulta na coalhada que é responsável por diferentes tipos de queijo, essas formas diferentes de processo é o responsável por esses diferentes de queijo, tipos como queijo coalho onde é usado o coalho para se obter o resultado final, ou o tão conhecido requeijão (produto típico da nossa região) onde é feito da forma natural.

Coagulação do leite pode ser feita diretamente pela flora microbiana do leite, ou pela adição de cultivo bacteriano apropriado (coalho ou fermento), após um período de tempo, o leite, fermentado transforma-se na coalhada, corte da coalhada, para liberação do lacto soro; a massa obtida é colocada em formas e prensada, ou não, dependendo do queijo (Perry, 2004).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que diz respeito ao leite, tem um vasto mercado a ser explorado, vimos desde a composição química, onde está presente a gordura que sofre alterações devido a alimentação do animal e lactação, a proteína que tem uma menor variação e a lactose que é conhecida como o açúcar do leite.

Com o passar dos anos foi visto que o leite antes usado nas grandes fazendas apenas pra alimentação in natura e para fazer coalhada, queijo, manteiga e doces, também tem um grande potencial de negócio, pois foi surgindo todos os estudos de seus componentes, uma vez que houve a necessidade de um consumo mais saudável, surgindo assim a manipulação das gorduras, proteínas e lactose, sendo que a cada dia o consumidor procura um produtos saudável e que atenda suas necessidades, obrigando assim o mercado a investir e lançar produtos diferentes para atender um público específico.

Os derivados do leite como a coalhada e o queijo, mostram a reação química orgânica, com o uso de técnicas diferentes para a fermentação do leite, resultando assim em coalhada e dessa variação de técnicas surge uma variedade de diferentes queijos.



BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 27 fev. 2008.

BOYCE, C.; WATSON, M.; LAZIDIS, G.; REEVE, S.; DODS, K.; SIMMER, K.; McLEOD, G. Preterm human milk composition: a systematic literature review. **British Journal of Nutrition**, v.116, n. 6, p. 1033- 45, 2016.

BOYE, J., WIJESINHA-BETTONI, R., BURLINGAME, B. Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. **British Journal of Nutrition**, v. 108, n. 2, p. 183-211, 2012.

CANT, J. P.; TROUTU, D. R.; QIAO, F.; PURDIE, N. G. Milk synthetic response of the bovine mammary gland to an increase in the local concentration of arterial glucose. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 494-503, 2002.

COSTA, A., *et. al.* Invited review: Milk lactose-Current status and future challenges in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n.7, p. 5883-5898, 2019.

DEMMELEMAIS, H., KOLETZKO, B. Lipids in human milk. **Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 32, n. 1, p. 57-68, 2018.

DIAS, D. L. **Química do leite**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/quimica-leite.htm>. Acesso em: 10 jun. 2023.

FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. **Conceitos básicos sobre composição do leite e métodos utilizados**. 1 Curso online sobre qualidade do leite. Milkpoint. 2000. 11 p.

FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. **Qualidade do Leite e Controle de Mastite**. São Paulo: Lemos, 2001. 175 p.

FOX P. F.; UNIACKE-LOWE.; T.; MCSWEENEY, P. L. H.; O'MAHONI, J. A. Dairy **Chemistry and Biochemistry**, Springer International Publishing, Basel, Switzerland (2015).

GAUCHERON, F. Milk and dairy products: a unique micronutrient combination. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 30, p. 400-409, 2011.

HAUG, A., HOTMARK, A. T., HARTSTAD, O. M. Bovine milk in human nutrition-a review. **Lipids in Health and Disease**, v. 25, n. 6, p. 25-32, 2007.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/leite/br>. Acesso em: 10 jun. 2023.

LAPIERRE, H.; LOBLEY, G. E.; DOEPEL, L.; RAGGIO, G.; RULQUIN H.; LEMOSQUET S. Triennial Lactation Symposium: Mammary metabolism of amino acids in dairy cows. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 1707-1721, 2012.

LEGHI, G. E. *et. al.* A Systematic Review of Collection and Analysis of Human Milk for Macronutrient Composition. **Journal of Nutrition**, v. 1, n. 6, p. 1652-1670, 2020.

LIMA, N. K. P. *et. al.* Análises físico-químicas de amostras de leite UHT/UAT integral comercializados no município de Morrinhos, GO. **Revista de Biotecnologia & Ciência**, v. 2, n. 1, p. 93-103, 2012.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Aprova o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. Instrução Normativa 62, de 29 de dezembro de 2011. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/defesa-agropecuaria/suasa/regulamentos-tecnicos-de-identidade-e-qualidade-de-produtos-de-origem-animal-1/rtiq-leite-e-seus-derivados>> Acessado em: 12 set. 2023.

MILLER, B. D. D.; WELCH, R. M. Food system strategies for preventing micronutrient malnutrition. **Food Policy**, v. 42, p. 115-128, 2013.

MILLS, S.; ROSS, R. P.; HILL, C.; FITZGERALD, G. F.; STANTON, C. Milk intelligence: Mining milk for bioactive substances associated with human health. **International Dairy Journal**, v. 21, n. 6, p. 377-401, 2011.

NOMMSEN, L.A., et. al. Determinants of energy, protein, lipid, and lactose concentrations in human milk during the first 12 mo of lactation: the DARLING Study. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 53, n. 2, p. 457-65, 1991.

OLIVIA BALLARD, J. D.; MORROW A. L. Human milk composition: nutrients and bioactive factors. **Pediatric Clinics of North America**, v. 60, n. 1, p. 49-74, 2013.

Organização Mundial de Saúde - OMS. Homepage da OMS, 2014. Disponível em <https://www.who.int/>. Acesso em: 01mar. 2024.

PAIVA, E. A. C.; SOUSA, F. A. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE LEITE MEDIANTE A APLICAÇÃO DAS NOVAS LEGISLAÇÕES. **Revista Educação, Saúde & Meio Ambiente**, v. 1, n. 9, p. 292 – 303, 2021.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Quimica Nova**, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.

PEREIRA P. C. Milk nutritional composition and its role in human health. **Nutrition**, v. 30, n. 6, p. 619-27, 2014.

POPPI, F. A., COSTA, M. R., RENSIS, C. M. V. B., SIVIERI, K. Soro de Leite e Suas Proteínas: Composição e Atividade Funcional. **Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 12, n. 2, p. 31-7, 2010.

SADOVNIKOVA, A., GARCIA, S. C., HOVEY, R. C. A Comparative Review of the Cell Biology, Biochemistry, and Genetics of Lactose Synthesis. **Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia**, v. 26, n. 2, p. 181-196, 2021.

SILVA, J. L. V. **Contribuição para um manual de boas práticas de manejo da ordenha para a produção de leite de elevada qualidade nos Açores: Estudo de alguns pontos críticos de controle**. 2011. 103 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) – Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 2011.

SOUSA, A. S. **Leite: Importância, Síntese e Manipulação da Composição.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015.

VIOTTO, H. W.; ROIG, S. M. Efeito de pré tratamento no fluxo de permeado durante ultrafiltração de soro de queijo. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 47-55, 1994.



QUÍMICA ORGÂNICA NA EDUCAÇÃO DO CAMPO: ASPECTOS HISTÓRICOS, ECONÔMICOS E PROPRIEDADES DA CANA-DE-AÇÚCAR E DERIVADOS

Fernanda Coelho da Rocha
Michelle de Sousa Ferreira

1. INTRODUÇÃO

A cana-de açúcar é uma planta de clima tropical pertencente ao gênero *Saccharum* e a família das gramíneas perenes altas que tiveram origem na ilha de Papua, sudoeste asiático, nas regiões entre Nova Guiné e Indonésia (Santos *et al.*, 2020; Sobrinho *et al.*, 2019) desenvolve-se em forma de touceiras, constituídas por uma parte aérea composta por colmos, inflorescências e folhas e uma parte subterrânea composta por raízes e rizomas ricos em reservas nutritivas (Figura 1). As raízes do tipo fasciculadas, podem atingir até 4 metros de profundidade, o caule é responsável por sustentar as folhas e inflorescências, o colmo da planta possui nós e entrenós, onde localiza-se os anéis e as gemas de crescimento da planta (Marafon, 2012).

Figura 1 – Cana-de-açúcar.

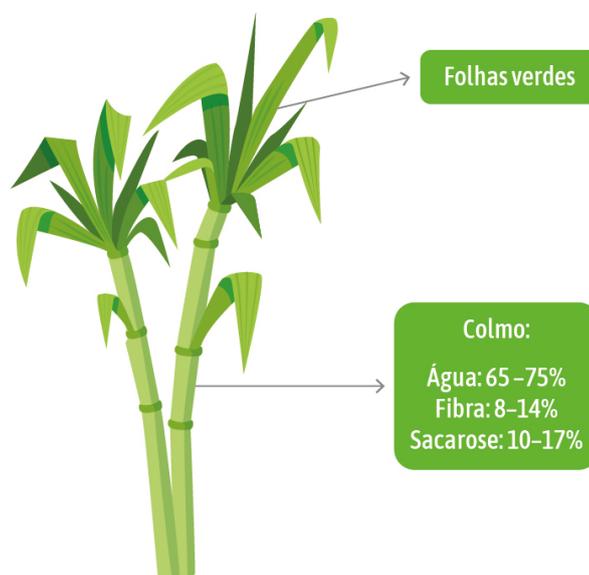


Fonte: Adaptado de Sobrinho *et al.*, 2019.

Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial, ocupando mais de 10 milhões de áreas agricultáveis apresentou uma produção na safra 2022/2023 de aproximadamente 610,1 milhões de toneladas e crescimento de 3,4% com relação ao ano anterior. O destaque foi para a região sudeste que é a maior produtora nacional com aumento de 4% com relação à safra 2021/2022, destacando-se o estado de São Paulo como principal produtor com 4,147 milhões de hectares destinados à produção (Conab, 2023).

A cana-de-açúcar pode ser cultivada nos vales, terras várzeas, nas margens e cursos de água, além das áreas irrigadas (Voltolini *et al.*, 2012). A planta possui reprodução vegetativa nos colmos, mais especificamente nas gemas laterais, que são capazes de formar novas plantas. A cana-de-açúcar possui grande quantidade de sacarose armazenada nos colmos, e estrutura morfológica marcada por folhas de coloração verdes, lineares, lancetas sésseis, largas e agudas que são distribuídas em toda a extensão do colmo, conforme mostra a Figura 2 (BNDES, 2008).

Figura 2 – Estrutura morfológica da cana-de-açúcar.



Fonte: Adaptado de BNDES, 2008.

Quanto ao crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar, Campos *et al.* (2014) e Farias *et al.* (2008) afirmam que existe uma relação linear entre a evapotranspiração e o desenvolvimento, ou seja, o desenvolvimento da planta é proporcional a quantidade de água transpirada e ocorre um aumento da produtividade da cultura da cana quando irrigada de forma plena. A cultura da cana-de-açúcar demanda grandes volumes de

água durante todo o seu ciclo (Parkes *et al.*, 2010). De acordo com Martins, Reis e Nogueira (2011) os sistemas mais eficientes ao uso da água são sistemas de gotejamento de água e microaspersão, pois proporcionam melhor produção e qualidade do produto.

Além disso, a cana-de-açúcar é uma planta que possui um metabolismo do tipo C4, assim denominada porque forma compostos orgânicos com 4 carbonos e possui elevada capacidade fotossintética de resgatar e utilizar o gás carbônico (Marafon, 2012; Buso, 2013). Segundo Santos *et al.* ((2021) do processamento da cana-de-açúcar são obtidos os principais produtos: álcool, açúcar, caldo de cana, conhecido em alguns lugares como garapa e rapadura. Também, após a moagem ocorre a geração do bagaço da cana composto de 50% de celulose, 27% de hemicelulose e 23% de lignina, que são biopolímeros ricos em grupos funcionais orgânicos como carboxilas, hidroxilas, carbonilas, dentre outros (Xavier *et al.*, 2021).

Com bases nessas informações, é importante fazer um estudo sobre aspectos históricos, econômicos da cana-de-açúcar e propriedades físicas e químicas dos compostos orgânicos presentes na estrutura da cana e derivados, incluindo a presença de grupos funcionais orgânicos, tipos de reações químicas e outros aspectos relacionadas à química dos compostos de Carbono. Dentro desse contexto, esse trabalho teve como objetivo apresentar as relações existentes entre a cana-de-açúcar e derivados com o estudo da química orgânica.

2. METODOLOGIA

Como metodologia utilizada, neste estudo foi realizado uma revisão de literatura com objetivo de reunir e utilizar resultados de pesquisas sobre o tema, incluindo aspectos históricos, econômicos da cana-de-açúcar e a intrínseca relação entre química orgânica e produtos do campo (cana e derivados). Com finalidade de nortear os estudos foi feito um levantamento sobre aspectos econômicos e informações contidas em artigos sobre a estrutura e característica dos compostos estruturantes da cana-de-açúcar e derivados. Os textos foram selecionados e organizados por tema de discussão.

3. CANA-DE-AÇÚCAR E DERIVADOS

3.1 ASPECTOS HISTÓRICOS E ECONÔMICOS DA CANA-DE AÇÚCAR

A cana-de-açúcar é uma planta conhecida pela humanidade desde a pré-história devido a produção de açúcar, sendo uma importante cultura econômica cultivada em diversos países (Figuerola-Rodriguez *et al.*, 2019). A cultura de cana-de-açúcar foi marcada pela expansão do império árabe pela África do Norte, porém foi na Europa que o cultivo tornou-se conhecido pelas regiões em torno do mar

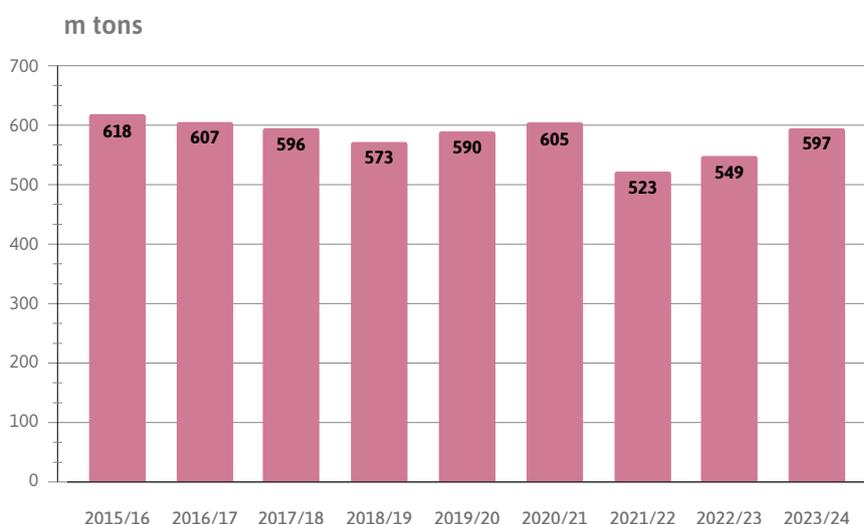
mediterrâneo, sendo um produto consumido pela nobreza que comprava o produto com comerciantes venezianos e genoveses (Machado e Abreu, 2006).

No Brasil, segundo Sobrinho *et al.* (2019) as primeiras mudas de cana de açúcar foram encontradas em São Vicente em 1532 por Martim Afonso de Sousa, sendo estas oriundas das ilhas de Açores e Madeira que possuem região costeira com solo semelhante ao solo encontrado no Brasil com condições ideais para cultivo.

No período das grandes navegações, o cultivo da cana de açúcar foi favorecido pelos donos de engenhos como forma de defender o território diante das potências europeias, sendo cultivado em grandes extensões e supervalorizado o açúcar tornou-se a principal matriz econômica da colônia portuguesa no Brasil. Essa matriz econômica cresceu devido a fertilidade dos solos e exploração da mão de obra escrava nos engenhos (Rodrigues, 2010).

A cana-de-açúcar é considerada uma das principais espécies cultivadas no mundo, sendo 83% da sua produção concentrada em 100 países, incluindo o Brasil com 37% da produção (FAO, 2021) que correspondem a 746 milhões de toneladas por ano. Em comparativo realizado pela consultoria Czarnikow group limited a safra 2022/2023 teria um volume com valor de 549 milhões de canas moídas, enquanto para a safra 2023/2024 estima-se que a produção pode chegar a um volume de 597 milhões de toneladas de canas moídas (Figura 3) possibilitando a produção de aproximadamente 38 milhões de toneladas de açúcar, considerando que a safra dos anos anteriores foram maiores Grilli (2023) afirma que cultura apresenta potencial de expansão e produtividade aprimorando a área de produção.

Figura 3 – Comparativo e estimativa da moagem da cana.



Fonte: Adaptado de Grilli, 2023.

As regiões do sudeste do país apresentam a maior produção de cana, sendo responsáveis por 70% da produção do açúcar mundial, superando a beterraba que é muito utilizada em outros países como os Estados Unidos. Outro ponto importante é a utilização de derivados da cana como fonte de energia (Campos *et al.*, 2014; Simões; Rocha e Lamparelli, 2005).

Além disso, o cultivo da cana-de-açúcar no Brasil ocorre de maneira extensiva com mão de obra de trabalhadores do campo que têm a colheita da cana como fonte de renda. A importância econômica da cultura está relacionada a sua capacidade de ser matéria prima para a produção de produtos como etanol, açúcar, cachaça, rapadura, melado da cana (Santos *et al.*, 2020) e utilização de subprodutos como fonte de renda como o bagaço, a linhaça e a torta de filtro que são importantes fontes para a agroindústria canavieira. Entre os subprodutos o bagaço tem se tornado a alternativa mais favorável para uso na cogeração de energia nas próprias usinas (Miranda-Stalder e Burnquist, 2019).

3.2 PRODUTOS E SUBPRODUTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR

O Brasil é a maior potência mundial na produção de cana e açúcar, seguido pela Índia e Austrália. Os produtos derivados da cana são álcoois combustíveis e industriais, açúcar, cachaça, rapadura, aguardentes, ceras, ainda pode ser consumida in natura na alimentação de animais como ruminantes (Pereira e Groto, 2018). Também, com a industrialização canavieira, o bagaço da cana deixou de ser incinerado, tornando-se uma importante fonte de renda (Miranda-Stalder e Burnquist, 2019).

3.2.1 ETANOL

O álcool combustível derivado da cana-de-açúcar teve grande incentivo de uso durante as décadas de 1970 a 1980 com o programa Nacional do álcool (proálcool), que foi organizado para estimular a produção de etanol no país, visando a substituição da gasolina. O etanol tem importância ambiental muito relevante, pois é um combustível mais limpo que a gasolina, além de ser produzido por uma matéria-prima renovável emite menos gases para a atmosfera (Carvalho *et al.*, 2013).

É um excelente combustível automotivo: apresenta um índice de octanagem superior ao da gasolina e tem uma pressão de vapor inferior, resultando em menores emissões evaporativas (Machado e Abreu, 2006).

O etanol é um composto orgânico da família dos álcoois que apresenta fórmula molecular $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, com peso molecular 46,07 g/mol, conhecido

como álcool etílico, metil carbinol ou álcool de cana ou grãos. É um líquido transparente, volátil, inflamável, miscível na água e em outros líquidos orgânicos. As propriedades físicas e químicas do etanol dependem do grupo hidroxila-OH que confere polaridade à molécula, além de promover ligações intermoleculares do tipo ligações de Hidrogênio. As reações características do álcool etílico são desidratação, desidrogenação, oxidação e esterificação. O átomo de Hidrogênio do grupo hidroxila-OH se for substituído por um metal como Potássio ou Sódio pode formar etóxido de metal e liberar moléculas de Hidrogênio (Pereira e Andrade, 1998).

A produção industrial de etanol ocorre a partir da síntese de etileno, como subproduto de determinados processos ou por fermentação da cana-de-açúcar, beterraba, milho, mandioca, arroz, etc, no entanto, no Brasil o principal método de obtenção baseia-se na fermentação da cana-de-açúcar (Figura 4). Pela fermentação do caldo da cana é possível obter o álcool de primeira geração e a partir da degradação da biomassa celulósica bagaço e palha o álcool de segunda geração (Carvalho *et al.*, 2013).

Figura 4 - Reação de produção de etanol.



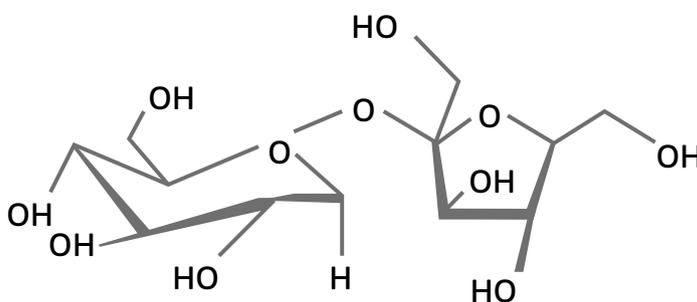
Fonte: Autoria própria.

A produção de álcool etílico pela fermentação do caldo da cana possui como etapa inicial o aquecimento do mosto a uma temperatura de 105 °C visando a eliminação de alguns micro-organismos presentes que podem contaminar o meio. Em seguida, são retiradas as impurezas por meio de decantação, que resulta em um caldo com menos impurezas. Posteriormente, o mosto é resfriado (aproximadamente 30 °C) e adicionado fungos fermentadores (*Saccharomyces*). Esse processo de fermentação pode levar de 8 a 12h resultando na produção de um caldo mais consistente e concentrado denominado de vinho, que contém 7 a 10% de álcool (Santos *et al.*, 2021). O etanol é comercializado de duas maneiras, álcool etílico anidro que contém 95 a 96% de volume e álcool etílico hidratado que apresenta mais de 99% de volume (Arias, 1999).

3.2.2 SACAROSE

A sacarose é um carboidrato muito utilizado, desde os períodos da idade antiga, apresenta peso molecular de 342,3 g/mol e produção em grande quantidade por diversos países, pois é um alimento bastante utilizado no cotidiano (Ferreira, Rocha e Silva, 2009). É um dissacarídeo de fórmula molecular $C_{12}H_{22}O_{11}$, não redutor composto pela adição de dois monossacarídeos, o D-glicose e D-frutose, unidos por ligação O-glicosídica provenientes de uma reação que ocorre entre a hidroxila de uma glicose e o carbono anomérico de uma frutose (Lehninger *et al.*, 2006). A figura 5 mostra a estrutura da sacarose.

Figura 5 – Estrutura da sacarose: $C_{12}H_{22}O_{11}$.



Fonte: Autoria própria.

A sacarose é uma substância formada de cristais monoclínicos, ou massa cristalina, blocos ou pó cristalino, incolor, inodoro e com sabor adocicado. Conhecida genericamente com o nome de açúcar é a matéria orgânica cristalina de maior produção mundial tendo como fonte principal a cana-de-açúcar (Santos, 2011) que é responsável por 60 a 70% da sua produção. No Brasil, a produção de açúcar atingiu 40,89 milhões de toneladas, sendo o estado de São Paulo o maior responsável pela produção de açúcar (Conab, 2023).

Em relação à solubilidade o açúcar dissolve-se em água na proporção de 200 g/100mL, em meio de etanol (96 % m/v) a solubilidade é reduzida para 0,27 g/100mL. Sobre a reatividade química a sacarose reage rapidamente na presença de ácidos, por álcalis pela hidrogenação catalítica e agentes oxidantes formando como produtos ácidos, glicóis, polióis e compostos cíclicos (Santos, 2011). Além disso, a hidrólise da sacarose em meio ácido produz uma mistura de concentrações equimolares de D-frutose e D-glicose, conhecida como açúcar invertido, pois apresenta a rotação óptica invertida quando comparada à substância (Ferreira; Silva e Perrone, 2001).

3.2.3 CACHAÇA E AGUARDENTE

O Brasil vem se destacando na produção de cachaça, sendo a segunda bebida alcoólica mais consumida no Brasil e a terceira bebida destilada mais consumida no mundo. De acordo com a instrução normativa (nº 13 de 29/06/2005) da legislação brasileira a denominação aguardente refere-se a bebida produzida a partir da destilação do mosto do caldo da cana com 38 a 54 % de álcool e cachaça a denominação típica da aguardente de cana-de-açúcar com graduação alcoólica 38 a 48 % (Brasil, 2005). Em relação ao processo produtivo a cachaça pode apresentar qualidade sensorial agradável ao paladar, sendo desta forma necessário tratar o caldo da cana para retirada de impurezas que atuam formando compostos que desqualificam a bebida (Ribeiro *et al.*, 2017).

Segundo Alcarde, Monteiro e Belluco (2012) a formação do aroma e sabor dos destilados são determinados pelos compostos álcoois superiores, aldeídos, ésteres e ácidos orgânicos presentes na estrutura. É importante ressaltar, que os compostos químicos da aguardente são provenientes das reações metabólicas envolvidas na fermentação alcoólica. As condições físico-químicas e as características microbiológicas durante o processo de fermentação estimulam a produção de compostos químicos da bebida.

3.2.4 BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR

O bagaço da cana-de-açúcar é um importante composto orgânico de Carbono, constitui uma biomassa composta de celulose, hemicelulose e lignina (Gouveia *et al.*, 2009). Apresenta composição química com 44,6 % de Carbono, 44,5% de Oxigênio, 5,8% de Hidrogênio, 0,6% de Nitrogênio, 0,1% de Enxofre e 4,4% de outros elementos (Simões, Rocha e Lamparelli, 2005). Segundo Teixeira, Pires e Nascimento (2007) as fibras do bagaço de cana são constituídas de 40% de celulose, 35% de hemicelulose e 15% de lignina que são compostos orgânicos macromoleculares.

Silva (2021) afirma que a celulose é um composto de cadeia polimérica formada de milhares de monômeros de glicose. A hemicelulose é formada por grupos funcionais de monossacarídeo compostos de 5 e 6 átomos de Carbono, cadeias de polímeros com ramificação e o composto lignina que possui alto poder energético e estrutura com cadeias ramificadas do tipo heterogênea cíclica benzênica unidas formando um arranjo amorfo de ligações interligadas entre os anéis.

O maior resíduo da agroindústria brasileira é o bagaço da cana de açúcar, abundante em compostos lignocelulósicos energéticos que permitem o reaproveitamento para geração de bioeletricidade, nas usinas e na produção de energia elétrica (Miranda-Stalder e Burnquist, 2019). No Brasil, a principal fonte

de geração de etanol de segunda geração é a biomassa bagaço de cana de açúcar através da hidrólise e fermentação dos materiais lignocelulósicos. O subproduto da cana também é reaproveitado na indústria de papel e papelão, na fabricação de aglomerados, na indústria química, como material alternativo na construção civil no uso de cinzas do bagaço de cana, adsorvente de corantes têxteis e principalmente na alimentação de ruminantes (Teixeira, Pires e Nascimento, 2007).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cana-de-açúcar é uma planta de clima tropical conhecida pela humanidade desde a antiguidade devido a produção de açúcar. É uma das principais culturas produzidas no mundo, sendo o Brasil o maior produtor mundial com produção de 610,1 milhões de toneladas de cana. O cultivo da cana-de-açúcar possui grande importância econômica para o setor sucroenergético. Na produção da cana-de-açúcar em larga escala é possível obter o álcool e o açúcar, também é utilizada para diversas finalidades como produção de aguardente, cachaça, rapaduras, ceras e reaproveitamento de subproduto bagaço de cana.

A estrutura da cana-de-açúcar é formada por compostos orgânicos com metabolismo do tipo C₄, que apresentam quatro carbonos com capacidade fotossintética de resgatar e utilizar gás carbônico. Quanto à composição e estrutura dos principais produtos da cana, etanol e sacarose, é importante afirmar a presença de grupos funcionais como álcool, ácidos e cetonas, verifica-se também características físicas e químicas de compostos orgânicos. O etanol possui grupos hidroxilas -OH que confere polaridade a molécula, além de promover ligações intermoleculares do tipo pontes de hidrogênio. A sacarose é o carboidrato mais abundante, formado pela união de dois monossacarídeos D-glicose e D-frutose unidos por ligações glicosídicas. Ainda, a sacarose pode sofrer hidrólise em meio ácido produzindo uma mistura de concentrações equimolares de D-frutose e D-glicose, conhecida como açúcar invertido, pois apresenta a rotação óptica invertida.

Quanto ao subproduto, o bagaço de cana-de-açúcar, é constituído por macromoléculas orgânicas formadas de celulose e hemicelulose e lignina. A celulose é constituída de monômeros de glicose, a hemicelulose formada de grupos funcionais de pentoses, hexoses, ácidos hexourônicos e a lignina com alto poder energético e cadeias poliméricas ramificadas heterogêneas cíclicas compostas de anéis aromáticos. O bagaço de cana por ser rico em compostos lignocelulósicos energéticos tem sido bastante utilizado para diversos fins como produção de energia elétrica, produção de etanol de segunda geração, na construção civil e na alimentação animal.



ALCARDE, A. R.; MONTEIRO, B. M. S.; BELLUCO, A. E. S. Composição química de aguardentes de cana-de-açúcar fermentadas por diferentes cepas de leveduras *Saccharomyces cerevisiae*. **Química Nova**, v. 35, n. 8, p. 1612-1618, 2012.

ARIAS, M. S.; REVILLA, J. L. G.; CARRECEDO, G. B.; GARLOBO, C. M. S. **Manual dos derivados da cana-de-açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia** Brasília. Brasília, Cap. 4.1 p. 229-243, 1999.

BNDES, Banco nacional de desenvolvimento econômico e social. **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro, 2008.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Instrução Normativa nº 13, de 29/6/2005, **Diário Oficial da União**, seção 1, p. 3-4, 2005.

BUSO, P. H. M. **Estudo do sistema radical de cana-de-açúcar no plantio em gema e tolete**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

CAMPOS, P. F.; JÚNIOR, J. A.; CASAROLI, D.; FONTOURA, P. R.; EVANGELISTA, A. W. P. Variedades da cana-de-açúcar submetida à irrigação suplementar no cerrado goiano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.34, n.6, p.1139-1149, 2014.

CARVALHO, L. C.; BUENO, R. C. O. F.; CARVALHO, M. M.; FAVORETO, A. L.; GODOY, A. F. Cana-De-Açúcar E Álcool Combustível: Histórico, Sustentabilidade E Segurança Energética. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, v. 9, n. 16, p.530-536, 2013.

CONAB, Companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar**. Quarto levantamento, Brasília: V.10-safra 2022/2023, n.4, p. 1-49, 2023.

FAO. Food and agriculture organization of the united nations. **Faostat**. 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 18 set. 2023.

FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H. R. Eficiência no uso da água na cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de zinco no litoral paraibano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.3, p. 494-506, 2008.

FERREIRA, V. F.; ROCHA, D. V.; SILVA, F. C. Potencialidades e oportunidades na química da sacarose e outros açúcares. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p.632-638, 2009.

FERREIRA, V. F.; SILVA, F. C.; PERRONE, C. C. Sacarose no laboratório de química orgânica de graduação. **Química Nova**, v. 24. n. 6, p. 905-907, 2001.

FIGUEROA-RODRÍGUEZ, K. A.; HERNÁNDEZ-ROSAS, F.; FIGUEROA-SANDOVAL, B.; VELASCO-VELASCO, J.; RIVERA, N. A. What has been the focus of sugarcane research? A bibliometric overview. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 18, p. 3326, 2019.

GOUVEIA, E. R.; NASCIMENTO, R. T.; SOUTO-MAIOR, A. M.; ROCHA, G. J. M. Validação de metodologia para a caracterização química de bagaço de cana-de-açúcar. **Química Nova**, v. 32, n.6, p. 1500-1503, 2009.

GRILLI, M. **Cana-de-açúcar: produção 2022/2023 cresce 5,4%, aponta Conab 2023**. Rio de Janeiro. Editora: Exame. Disponível em: <https://exame.com/agro/cana-de-açúcar-22-23-cresce-54-aponta-conab>. Acesso em: 19 maio. 2023.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Principles of biochemistry**. 4th ed. New York: Worth Publishers, 2006.

MACHADO, C. M. M.; ABREU, F. R. Produção de álcool combustível a partir de carboidratos. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, n. 3, p. 64-78, 2006.

MARAFON, A. C. Análise quantitativa de crescimento em cana-de-açúcar: uma introdução ao procedimento prático. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, Aracaju, 2012.

MARTINS, C. A. S.; REIS, E. F.; NOGUEIRA, N. O. Análise do desempenho da irrigação por microspray na cultura do café conilon. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-13, 2011.

MIRANDA-STALDER, S. H. G.; BURNQUIST, H. L. A importância dos subprodutos da cana-de-açúcar no desempenho do setor agroindustrial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v.34, n. 3, p. 103-119, 2019.

PARKES, M.; YAO, W. W.; MA, X. Y.; LI, J. Simulation of point source wetting pattern of subsurface drip irrigation. **Irrigation Science**, Shaanxi, v. 29, n. 4, p. 331-339, 2010.

PEREIRA, P. A. P.; ANDRADE, J. B. Fontes, Reatividade E Quantificação De Metanol E Etanol Na Atmosfera. **Química Nova**, Salvador, v. 21, n. 6, p. 744- 754, 1998.

PEREIRA, D. H.; GROTTTO, C. G. L. Produção e análises de combustíveis sólidos alternativos obtidos a partir de resíduos agroindustriais. **Revista Desafios**, Gurupi, v. 5, n. Especial, p. 196-203, 2018.

RIBEIRO, M. L. D.; FERREIRA, O. E.; TEIXEIRA, V.; MUTTON, M. A.; MUTTON, M. J. R. Tratamento físico-químico do caldo de cana produz cachaça de qualidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 3, p. 458-463, 2017.

RODRIGUES, L. D. **A cana-de- açúcar como matéria prima para a produção de biocombustíveis**: Impactos Ambientais e o zoneamento agroecológico como ferramenta para mitigação. 64 f. Trabalho de conclusão de curso em análise ambiental, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

SANTOS, F.; EICHLER, P.; MACHADO, G.; DE MATTIA, J.; DE SOUZA, G. By-products of the sugarcane industry. In: Sugarcane biorefinery, technology and perspectives. **Academic Press**, p. 21-48, 2020.

SANTOS, J. V. A.; SILVA, G. R.; GANDRA, L. P. KWIATKOWSKI, A.; GOMES, A. S. G. Propriedades da cana-de-açúcar e qualidade da bebida brasileira caldo de cana. **Revista Principia**, n. 56, p. 236-247, 2021.

SANTOS, L. B. **Caracterização Térmica De Sacarose De Cana-De-Açúcar:** Amostras de Padrão De Referência Comercial e Purificada.2011. Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Estadual paulista, São José do Rio Preto, 2011.

SILVA, G. R. **Cana-de-açúcar na produção de etanol**, 2021. Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso, Curitiba, Paraná, 2021.

SIMÕES, M. S.; ROCHA, J. V.; LAMPARELLI, R. A. C. Indicadores de crescimento e produtividade da cana-de-açúcar. **Ciência agrícola**, v. 62, n.1, p. 23-30, 2005.

SOBRINHO, O. P. L.; SILVA, G. L.; PEREIRA, A. I. S; SOUSA, A. B; JÚNIOR, W. L. C; SANTOS, L. N. S. A cultura da cana-de- açúcar (*Saccharum officinarum*) e o manejo da irrigação. **Revista em Agronegócio e Meio ambiente**, Maringá, v.12, n.4, p. 1605-1625, 2019.

TEIXEIRA, F. A.; PIRES, A. V.; NASCIMENTO, P. V. Bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.8, n. 6, p. 1-9, 2007.

VOLTOLINI, T.; SILVA, J. G.; SILVA, W. A.; NASCIMENTO, J. M. L.; QUEIROZ, M. A. A.; OLIVEIRA, A. R. Valor nutritivo de cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p. 894-901, 2012.

XAVIER, C. S. F.; CRISPINIANO, F. F.; NASCIMENTO, K. K. R.; ALMEIDA, M. M.; VIEIRA, F. F. Secagem e avaliação do bagaço de cana de açúcar como adsorvente de corantes têxteis presentes em soluções aquosas. **Revista Matéria**, Campina Grande, v. 26, n.1, 2021.



CAJU: A RIQUEZA DO CAMPO

Damarcia de Carvalho Costa
Thalyta Oliveira Pereira

1. INTRODUÇÃO

O caju é comumente conhecido como um fruto do cajueiro. Na verdade, trata-se de um pseudofruto, constituído de duas partes: a castanha que é o fruto e o seu pedúnculo floral, sendo essa a “carne” do caju, essa parte é amarela, rosada ou vermelho. É um alimento rico em vitamina C e ferro, além de ser consumida *in natura*, também, em virtudes de suas propriedades energéticas e vitamínicas obtidas por meio do seu beneficiamento, pode ser utilizada na preparação de uma grande variedade de produtos, por exemplo, sucos, refrigerantes, doces, sorvetes e licores (Oliveira e Rodrigues, 2019).

De acordo com Mazzeto *et al.* (2009), o fruto do cajueiro, popularmente conhecido como castanha de caju, é um aquênio de comprimento e largura variável, casca coriácea lisa, mesocarpo alveolado, repleto de um líquido escuro quase preto, cáustico e inflamável, chamado de líquido da casca da castanha do caju (LCC) ou *cashew nut shell liquid* (CNSL) como é conhecido internacionalmente, abaixo na Figura 1 é possível observar a flor do cajueiro e a Figura 2 mostra o cajueiro.

Figura 1 – Flor do cajueiro.



Figura 2 – Cajueiro.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

O cajueiro pertence à família Anacardeaceae de porte médio e ramificação baixa. É uma árvore nativa do litoral Nordeste no Brasil, de grande representatividade econômica, nutricional e cultural da região, sendo que a cajucultura derivou de um processo extrativista para uma produção intensiva, fator essencial para a entrada desse produto na escala econômica brasileira, por ser um ingrediente versátil que é utilizado em diversas áreas, principalmente na indústria alimentícia e na indústria química (Sousa *et al.*, 2021).

Diante do exposto, o objetivo da presente pesquisa é investigar por meio de artigos científicos e trabalhos de conclusão de curso, a relação do caju com a química orgânica e a importância disso no campo, no cultivo do fruto e os benefícios disso na vida das pessoas.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, através de artigos científicos que buscam relacionar: caju, química e campo em diversos aspectos. Segundo Silvera e Córdova (2009), “os pesquisadores que utilizam os métodos qualitativos buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores e as trocas simbólicas nem se submetem à prova de fatos, pois os dados analisados são não-métricos (suscitados e de interação) e se valem de diferentes abordagens”.

Para elaboração desse estudo, foram realizadas pesquisas utilizando trabalhos científicos de artigos, de trabalhos de conclusão de curso (como teses e TCC) que tratavam da temática que constitui o objeto de investigação da presente pesquisa. As publicações utilizadas estão disponíveis nas bases de dados Google Acadêmico, e SciELO.

Na busca desses materiais científicos foram utilizadas as seguintes palavras-chave: histórico do caju, importância do caju, benefícios, composição, comercialização, variedades, antioxidantes, cultivo e produção, sem o uso de intervalo de tempo na pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO CAJU

As partes comumente comestíveis do caju são o pedúnculo floral (ou pseudofruto) e a castanha. O pedúnculo floral representa a parte suculenta e carnosa, suas cores que variam do amarelo ao vermelho. O verdadeiro fruto do caju é a castanha, a qual contém amêndoas no interior das cascas, aderidas ao pedúnculo (Figueiredo, 2010).

Existem diferentes composições de nutrientes predominantes nas partes comestíveis do caju. O pseudofruto é composto de altos teores de ácido ascórbico, diferentes tipos de vitaminas ligadas à prevenção de doenças como o escorbuto (causada pela falta de vitamina C no organismo), além de ser um potente antioxidante, impulsionando o retardo do envelhecimento celular (Mazzetto, Lomonaco e Mele, 2009).

A castanha de caju é constituída por uma película envolvente que é removida ao ser processada, e da casca é extraído alcalóides e taninos, sendo obtido o LCC. A castanha de caju é uma alternativa de fonte protéica vegetal na dieta. A castanha crua é fonte de minerais como, ferro, fósforo, magnésio, cálcio, potássio e selênio, das vitaminas E, K, B6 e C. É constituída, em média, por 46% de gorduras; 21,2 % de proteína e 22,3% de carboidratos totais, fornecendo 596 kcal de energia cada 100g de ingestão (Ogunsina e Bamgboye, 2014).

Mazzetto *et al.* (2009), afirma que o LCC representa 25% do peso da castanha e é considerado um subproduto de agronegócio do caju, de baixíssimo valor agregado. Este líquido é uma das fontes mais ricas de lipídeos fenólicos não-isoprenoides de origem natural, cuja composição química principal possui diversas aplicações na química de acordo com a funcionalização dos produtos isolados.

Segundo Sousa *et al.* (2021), tanto o fruto como o pedúnculo podem variar a proporção dos seus componentes em razão da mudança de espécie do cajueiro, maturidade das sementes, ambiente, tratos e efeitos sazonais. No entanto, as pessoas cultivam a fruta, mas não conhecem a composição química do alimento que estão produzindo, ou seja, costumam achar que o a fruta é o pseudofruto e a castanha serve apenas para ser assada, no entanto, ela pode ter várias outras utilidades, inclusive, no desenvolvimento sustentável (Mazzetto *et al.*, 2009).

3.2 VARIEDADES DO CAJU

O Nordeste do Brasil constitui-se como uma região produtora de caju, pois possui características ambientais e climáticas favoráveis para o cultivo do cajueiro, por exemplo, o cajueiro anão-precoce que tem ganhado destaque no cultivo, essa variedade de cajueiro é encontrada no nordeste devido a sua adaptação às condições de solo, ambientais e pluviométricas desta região (Soares, 2017). O caju apresenta variedades de tamanho, cores, sabores e na maneira como é utilizado na cultura da culinária brasileira, apesar das variações o caju é um alimento que fornece energia e é rico em nutrientes que contribuem com a saúde das pessoas (Sousa *et al.*, 2021).

De acordo com Carneiro (2008), na produção rural, existe forte heterogeneidade em termos de nível tecnológico. Destacam-se os sistemas voltados para o cultivo

tradicional do cajueiro gigante e aqueles direcionados para o cultivo de variedades recentes de cajueiro anão, desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). A maioria das plantações de cajueiro gigante encontra-se em fase final de seu ciclo de produção, muitas com cerca de 30 anos, resultado dos programas de incentivos governamentais implantados no Nordeste nos anos 70. As plantações de cajueiro anão são recentes e têm sido incentivadas como alternativa de reposição dos velhos cajuais. A cajucultura tem sido desenvolvida tanto em pequenas quanto em grandes e médias explorações rurais.

Em relação a diversidade é possível dizer que esse pseudofruto ganhou espaço na gastronomia sendo utilizado em diversas formas, pelo fato de ter um potencial de riqueza em valor nutricional e de grande produção no nordeste do Brasil, o que viabiliza a produção de diversas formas, contribuindo para uma alimentação saudável. Entretanto o aproveitamento ainda é insignificante em relação à quantidade da matéria prima potencialmente disponível (Soares, 2017). Mas, com o desenvolvimento e oferta de equipamentos baseados em princípios e nas características específicas da matéria-prima será possível mudar esse contexto (Leite e Pessoa, 2004).

3.3 BENEFÍCIOS DO CAJU PARA A SAÚDE

O caju é nativo do Brasil, é carnudo, suculento e muito cheiroso, assim como também é um alimento ótimo para a saúde. O pseudofruto do cajueiro, mas conhecido na região como caju é um importante alimento utilizado no meio familiar em grande parte do Nordeste brasileiro, é servido principalmente como sucos, doces, geleias ou mesmo como alimentação animal, mas os estudos apontam para outro benefício do consumo desse produto, a saúde.

De acordo com Soares (2017), o caju é um alimento riquíssimo em vitaminas e que merece um destaque no consumo humano. Pois, trata-se de um alimento rico em nutrientes, acessível e praticamente sem custo para as famílias produtoras, assim como para a comercialização de alguns desses produtos no mercado local, portanto, os pratos, preparações e utilizações na gastronomia que tem como base o caju contribui para a disseminação de alimentação saudável que promove a qualidade de vida das pessoas.

Isso porque o caju contém na sua composição vitaminas como B1 riboflavina, B2 tiamina, B3 niacina, B6, vitamina C, vitamina K, vitamina E, ácido fólico e ácido oleico, possuindo propriedades cicatrizantes que podem acelerar a cicatrização de feridas e reduzir a inflamação, também evita o escorbuto que é causado pela falta de vitamina C no organismo, além de ajudar na proteção da pele porque a castanha do caju é rica em antioxidantes e nutrientes (Soares, 2017).

Em relação as propriedades cicatrizantes Vasconcelos (2011), aponta em seu estudo que o suco de caju de fruto verde apesar de ter mostrado menor capacidade antioxidante total e menor conteúdo em vitamina C quando comparado ao suco de caju de pseudofruto maduro, apresentou maior atividade anti-inflamatória e cicatrizante de feridas, pois o suco de caju maduro parece agir na fase mais tardia da cicatrização.

Essas informações podem ajudar os agricultores que querem produzir para agricultura familiar, industrializar a fruta ou para consumir, podendo cultivar com o auxílio da química em suas plantações para produzir um alimento saudável e nutritivo, garantindo todas as suas propriedades, por meio do preparo da terra e manutenção da plantação (Costa *et al.*, 2009).

3.4 POTENCIAL COMERCIAL DO CAJU NO CAMPO

O cajueiro tem uma considerável capacidade adaptativa a solos de baixa fertilidade, a temperaturas elevadas e ao estresse hídrico. Principal produto comercializado, a castanha do caju, apresenta fundamental importância socioeconômica na cadeia produtiva da amêndoa no Brasil. Nos Estados do Nordeste, como o Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte esse produto é bastante comercializado (Araújo, 2013).

Devido a essas características, o cajueiro se tornou uma importante fonte de renda para os estados do Nordeste, principalmente para aqueles que possuem regiões semiáridas. Ademais, por produzir em pleno período seco, na entressafra das culturas anuais, o cajueiro se torna importante para a geração de empregos tanto no campo quanto nas indústrias (Serrano e Pessoa, 2016).

A cajucultura tem uma importante função na economia do campo. Para Carneiro (2008),

“A de complementar a renda do agricultor com um fluxo monetário na fase do ano na qual não existe outra produção. O caju produz na seca, de agosto a dezembro, época normalmente de entressafra, criando um pilar na economia rural semelhante ao que antes cumpria o algodão. Muitas vezes, ele representa a única fonte de recursos monetários dos agricultores pobres, que destinam o restante da lavoura temporária (arroz, feijão, mandioca, etc.) para o consumo, vendendo somente a castanha de caju. Trata-se, portanto, de uma cultura também adaptada às condições socioeconômicas da agricultura familiar” (Carneiro, pg. 6, 2008).

Portanto, o caju é uma fonte de renda e também gera emprego porque a colheita da castanha é uma atividade manual e requer utilização intensiva de mão-de-obra. A extração e o processamento de castanha de caju representam grande potencial de geração de emprego, tanto na propriedade rural quanto as agroindústrias. A geração de renda e divisas também é importante, tendo em vista a demanda dos mercados internacionais pelos diversos tipos de castanha (Soares, 2008).

O caju faz parte da vida de muitas pessoas do campo como uma fonte de renda ou até mesmo para pessoas que produzem o seu próprio alimento de forma saudável, livre de agrotóxicos. A cultura do caju tem grande importância na fruticultura brasileira, principalmente no Nordeste, representando uma atividade de grande expressão econômica e social na região (Silva *et al.*, 2021).

A produção do caju possui uma área bastante significativa no nordeste do Brasil, como já foi mencionado. Para Soares (2017), o pseudofruto é considerado acessível (pela disponibilidade e custo de aquisição) no cotidiano das famílias nordestinas, porém o preparo de produtos à base do caju é pouco ensinado e disseminado pelos órgãos governamentais no Estado do Piauí.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto nesta pesquisa é possível afirmar que o caju é um pseudofruto originário do Brasil, com maiores áreas de cultivo e produção no Nordeste, devido as condições que essa região oferece o que acaba favorecendo a plantação do cajueiro. Constata-se que o caju é uma importante fonte de renda para a população do campo, sendo usado de diversas formas na culinária dos brasileiros, esse alimento também apresenta um grande valor nutricional, o que contribui para uma vida saudável.

A composição nutricional do caju mostra a riqueza que o alimento tem em relação a vitaminas, trazendo benefícios que ajudam na saúde das pessoas, também foi possível observar que o pseudofruto apresenta variedades em seu tamanho, core, sabores e na maneira como é introduzido na mesa da população brasileira.

Portanto, fica evidente a importância do caju para as pessoas, principalmente, para aquelas que vivem no campo e cultivam o alimento, porém, faltam ainda mais informações que ajudem na produção do alimento de forma totalmente saudável.



ARAÚJO, J. P. P. **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2013, 532 p.

CARNEIRO, W. M. A. **Cadeia produtiva do caju no nordeste brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 2, n.12, dez. 2008. (Informe Rural ETENE).

COSTA, J. M. C.; Guerra, K. T.; Maia, G. A.; Rocha, E. M. F. F. Avaliação físico-química e microbiológica da amêndoa da castanha de caju. **Revistas Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**. v. 15, n. 3, p. 181- 187, 2009.

FIGUEIREDO, A. M., DE SOUZA FILHO, H. M., GUANZIROLI, C. E., JUNIOR, A. S. V. Análise da transmissão de preços no mercado brasileiro de castanha de caju. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 41, n. 4, p. 715-730, 2010.

LEITE, L. A. S.; PESSOA, P. F. A. P. Cultivo do cajueiro no Nordeste brasileiro: o agronegócio caju. **Agricultural Economics**, v. 12, p. 1-10, 2004.

MAZZETO, S. E.; LOMONACO, D.; MELE, G. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, Vol. 32, n. 3, p. 732-741, 2009.

OGUNSINA, B. S., BAMGBOYE, A. I. Pre-shelling parameters and conditions that influence the whole kernel out-turn of steam-boiled cashew nuts. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 13, n.1, p. 29-34, 2014.

OLIVEIRA, D. F. M.; RODRIGUES, T. M. Análise Prospectiva do Caju: mapeamento tecnológico por meio de pedidos de patentes. **Cadernos de Prospecção**. v. 13, n. 3, p. 852-859, 2020.

SILVA, J. A.; TAVARES, C. D. A.; MOARIS, S. M.; OLIVEIRA, M. S. C. Caracterização química

e fitoquímica, toxicidade e atividade antioxidante In Vitro, de Clones de Pedúnculos de Caju (*Anacardium Occidentale L.*). **Brazilian Journal of Development**. v.7, n.8, p. 79458-79470, 2021.

SILVERA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. **A pesquisa científica**. Métodos de pesquisa – SEAD. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

SOARES, D. L. S. **O caju no seu aspecto histórico, na produção, no consumo e na gastronomia**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Piauí, 2017. Disponível em: bia.ifpi.edu.br. Acesso em: 14 dez 2023.

SOUSA, T. L. T. L. *et al.* **Aspectos nutricionais do caju e panorama econômico da Cajucultura**. Research, Society and Development. v. 10, n. 11, p. 1-8, 2021.

VASCONCELOS, M. S. **Atividades antioxidante, anti-inflamatória e cicatrizante do caju (*Anacardium occidentale L.*)**. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Programa de Pós-Graduação em Bioquímica. Fortaleza, 2011.



DEFENSIVOS NATURAIS: A QUÍMICA NO COTIDIANO COMO PRÁTICA ALTERNATIVA PARA O CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS

*Lázara Maria Rodrigues de Sousa Santos
Marcos Vinícius Andrade*

1. INTRODUÇÃO

São considerados defensivos naturais e alternativos todos os produtos químicos, biológicos, orgânicos ou naturais que possuam as seguintes características: baixa ou nenhuma toxicidade para o ser humano e o meio ambiente, eficácia na eliminação e repulsão de insetos e microrganismos prejudiciais, não promover o desenvolvimento de resistência por parte das pragas e microrganismos, ser acessíveis em termos de custo para aquisição e utilização, fácil manejo e aplicação, e ampla disponibilidade no mercado (Pereira, s.d., p. 2).

O referido autor enfatiza que todos esses produtos, comumente conhecidos como defensivos naturais, são elaborados a partir de substâncias que não representam riscos para a saúde humana. Esta abordagem possibilita a preservação da biodiversidade, a manutenção da saúde do solo e a criação de plantas com maior imunidade e resistência contra pragas e doenças.

O uso de defensivos naturais é uma alternativa viável para os pequenos agricultores, pois está perfeitamente alinhado com sua realidade. Esses produtos são produzidos de maneira natural, sustentável e econômica, sem causar danos às plantas, ao solo ou ao meio ambiente. Essa prática representa uma solução ecologicamente consciente para a agricultura, promovendo a coexistência harmoniosa entre a produção de alimentos e a preservação do ecossistema, de maneira que conscientiza a população acerca de temáticas pertinentes como a Educação Ambiental e o Ensino de Ciências no contexto campestre (Brasil, 2020).

Trazendo a discussão para o contexto da Química, é cabível citar o etanol (quimicamente pertencente a função oxigenada álcool caracterizada pela presença da hidroxila ligada a um carbono saturado) como um composto que sempre esteve presente nas atividades diárias. Na indústria farmacêutica, ele está presente na

produção de desinfetantes, perfumes e produtos de higiene pessoal. Além disso, integra a produção de bebidas alcoólicas, como cerveja e destilados. Também desempenha um papel na geração de energia elétrica, sendo utilizado em usinas de cogeração. Nos processos industriais e laboratoriais, atua como solvente. No meio rural e na produção de defensivos naturais, esse componente torna-se um importante aliado para o combate de pragas e doenças ligadas à saúde e desenvolvimento da produção agrícola (Barros, 2021).

Dayan *et al.* (2011) enfatizam os benefícios do uso de pesticidas naturais à base de etanol na agricultura. Estes benefícios incluem: rápida degradação na natureza, diminuição no risco de desenvolver novos mecanismos de resistência e menor risco de causar impactos negativos no ambiente. Em outras palavras, com esses defensivos naturais é possível proteger, repelir e fortificar a planta, não a deixando suscetível a ataques de pragas e doenças. Eles desempenham um papel importante e indispensável, agindo como matéria-prima para produtos ecológicos e biodegradáveis como embalagens e pesticidas naturais.

De acordo com Dayan e Duke (2010), os produtos naturais fabricados, apresentam-se como uma ponte potencial entre a agricultura tradicional (utilizando intensivamente insumos químicos, como pesticidas e fertilizantes sintéticos, além de sementes geneticamente modificadas) e a orgânica (evitando produtos químicos, preferindo abordagens biológicas para controle de pragas e fertilização, e utilizando sementes orgânicas adaptadas localmente priorizando a saúde do solo).

Diante de preocupações ambientais e de saúde, agricultores e pesquisadores têm buscado alternativas mais sustentáveis e seguras para o controle de pragas e doenças nas plantações. Com isso, defensivos naturais, derivados de substâncias orgânicas, como extratos de plantas e óleos essenciais, têm ganhado destaque devido à sua eficácia no manejo de pestes agrícolas, ao mesmo tempo em que minimizam os impactos negativos no meio ambiente e na saúde humana. Essa tendência representa não apenas uma resposta às demandas por práticas agrícolas mais amigáveis, mas também um reconhecimento crescente da importância da biodiversidade e do equilíbrio nos ecossistemas agrícolas favorecendo, dessa forma, o equilíbrio tecnológico entre o solo, o clima e a vegetação (Altieri, 2004).

A aquisição dessa prática se faz importante para um ecossistema equilibrado. Além de mitigar o uso de produtos prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente, ela também promove a produção sustentável de recursos naturais destinados ao consumo humano, preservando simultaneamente a saúde do solo e seus recursos (Paiva, 2016). Logo, a adoção dessas práticas não apenas reduz impactos adversos, mas também promove a sustentabilidade, preservando essenciais recursos do solo.

Com isso, o objetivo desse artigo é apresentar uma revisão resumida sobre os benefícios e a eficácia do uso de defensivos naturais como práticas alternativas para o controle de pragas e doenças, destacando os tipos de defensivos naturais, sua preparação, aplicação e ação no controle de pragas e doenças.

2. TIPOS DE DEFENSIVOS NATURAIS

Na área agrícola pode-se encontrar uma diversidade de defensivos naturais, sendo eles os de origem comercial químicos e os de origem naturais que são substâncias orgânicas, utilizadas na agricultura para o controle de pragas e doenças de forma sustentável e com menor impacto ambiental, favorecendo um alimento saudável e recomendado para o consumidor final. Através desses produtos considerados naturais e que não apresentam toxicidade, estão os fungicidas, extratos de plantas, óleos essenciais e os biofertilizantes naturais. Abaixo apresentaremos cada um deles.

2.1 FUNGICIDAS

Para prevenir o desenvolvimento de fungos patógenos nas lavouras, instituições de pesquisa e empresas dedicaram esforços consideráveis ao desenvolvimento de fungicidas. Esses produtos, especialmente formulados para o controle eficaz desses organismos prejudiciais, representam uma classe de substâncias químicas projetadas especificamente para combater doenças causadas por fungos em plantações agrícolas.

Em conjunto com herbicidas e inseticidas, os fungicidas compõem uma categoria essencial de defensivos agrícolas disponíveis no mercado. A aplicação desses produtos pode ocorrer em diversos estágios do ciclo de vida das plantas, abrangendo desde o período de crescimento inicial até a fase de armazenamento conforme apontado por Tsukada (2021).

Essa abordagem dedicada ao desenvolvimento desses defensivos desempenha um papel fundamental na proteção das culturas agrícolas, garantindo assim a qualidade e a produtividade das colheitas, enquanto também contribui para a sustentabilidade da agricultura ao minimizar os danos causados pelos fungos patogênicos.

No mercado, existem produtos notáveis, como o cinamaldeído e o aldeído cinâmico. O primeiro é um líquido amarelo oleoso encontrado na casca da caneleira e também nas sementes da planta daninha *Senna obtusifolia*, que representa uma fonte abundante desse composto. Conforme documentado por Bang *et al.* (2000), esse aldeído possui a capacidade de inibir a síntese de quitina na parede celular dos fungos, atuando assim como um eficaz fungicida.

Essa descoberta é significativa, uma vez que demonstra uma aplicação prática e eficiente dessas substâncias na agricultura para combater a proliferação de fungos patogênicos. Logo, o uso do cinamaldeído e do aldeído cinâmico como fungicidas não apenas destaca a importância da pesquisa na identificação de soluções sustentáveis para os desafios agrícolas, mas também ressalta o potencial de produtos derivados de fontes naturais na proteção das culturas e no manejo eficaz de doenças nas plantações.

2.2 EXTRATOS DE PLANTAS

As plantas têm a capacidade de criar uma variedade de compostos defensivos que possuem potencial como herbicidas, inseticida e fungicida natural. A crescente ênfase nas tecnologias “verdes” já está provocando mudanças significativas na abordagem da agricultura convencional, com empresas renovando seu interesse nas descobertas de produtos de origem natural (Dayan; Duke, 2010).

Notavelmente, o uso de inseticidas naturais está em ascensão, enquanto as vendas de produtos sintéticos organofosforados estão em declínio. Isso reflete uma mudança na preferência dos agricultores e da indústria agrícola em direção a abordagens mais sustentáveis e ecologicamente conscientes (Dayan *et al.*, 2011).

Hoje, a cada cinco inseticidas vendidos, três são produtos naturais ou derivados de produtos naturais. Existem ainda quatro tipos majoritários de produtos de extrato de plantas com ação inseticida (piretro, rotenona, neem e óleos essenciais). Além desses inseticidas, há outros três com uso limitado (ryania, nicotina e sabadilha).

No âmbito regional, por possuírem propriedades antimicrobianas e repelentes que ajudam no controle de pragas e doenças nas plantações. Os extratos de alho e de pimenta também são utilizados. O alho contém compostos como a alicina, com propriedades fungicidas e bactericidas, enquanto a pimenta, devido à capsaicina, age como repelente de insetos. Essas substâncias proporcionam uma alternativa sustentável aos pesticidas químicos, promovendo práticas agrícolas mais amigáveis ao meio ambiente e à saúde humana. A aplicação desses defensivos naturais destaca-se como uma estratégia eficaz na agricultura orgânica, minimizando impactos negativos e fomentando a produção sustentável de alimentos (Nauen, 2006; Isman, 2006).

Em outras palavras, a busca por soluções baseadas na utilização desses compostos naturais não apenas oferece alternativas eficazes aos produtos sintéticos, mas também contribui para a promoção da saúde do solo, da biodiversidade e da segurança alimentar a longo prazo. Essa tendência representa um avanço significativo em direção a uma agricultura mais equilibrada e sustentável,

favorecendo a interação harmoniosa entre o intenso modelo de produção agrícola e a preservação da saúde do meio ambiente, além de promover práticas que podem ser adequadamente transmitidas às futuras gerações.

2.3 ÓLEOS ESSENCIAIS

São misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, com baixo peso molecular, geralmente odoríferas e líquidas, constituídos na maioria das vezes, por moléculas de natureza terpênica que contribuem para suas propriedades distintas. Frequentemente apresentam odor marcadamente agradável e são comumente utilizadas em diferentes aplicações (Simões; Spitzer, 1999; Saito; Scramin, 2000).

Os óleos essenciais com atividade inseticida apresentam ação fumegante e de contato contra diversas pragas. A ação rápida contra alguns patógenos é indicativa de um modo de ação neurotóxico. Existem evidências de que alguns óleos essenciais podem interferir na octopamina neuromoduladora, um neurotransmissor encontrado em insetos e outros invertebrados que desempenha um papel importante na regulação de diversas funções fisiológicas, incluindo o controle do comportamento, do metabolismo e da resposta ao estresse ((Isman, 2006; Kostyukovsky *et al.*, 2002).

Essa interferência pode levar à desregulação de processos metabólicos e comportamentais, tornando os óleos essenciais uma opção interessante para o controle de pragas em agricultura orgânica e métodos de controle de insetos em geral. No entanto, é importante notar que os efeitos específicos dos óleos essenciais variam dependendo da composição química do óleo e da espécie de inseto alvo. Portanto, mais pesquisas são necessárias para entender completamente como os óleos essenciais podem ser utilizados de maneira eficaz e seletiva no controle de pragas.

Existem também óleos essenciais com ações herbicidas que agem no controle de plantas daninhas, fungicidas que agem no controle e combate de fungos e inseticidas que são defensivos agrícolas que agem no combate a insetos.

2.4 BIOFERTILIZANTES NATURAIS

Os adubos orgânicos líquidos, conhecidos como biofertilizantes naturais, representam uma solução valiosa para a agricultura sustentável, pois combinam organismos benéficos e uma riqueza de nutrientes essenciais, tanto micro quanto macro. Essa composição especial desempenha um papel crucial no aprimoramento da saúde das plantas, fortalecendo-as e tornando-as mais resistentes a possíveis ataques de pragas e doenças (Franco, 2015).

Um tipo de biofertilizante muito eficaz para agricultura e para o meio ambiente é proveniente da urina de bovinos. Esses compostos orgânicos representam uma alternativa inovadora e sustentável na agricultura pois substâncias presentes na urina, como nitrogênio e fósforo, são nutrientes essenciais para o crescimento das plantas. O processo de coleta e tratamento da urina permite a obtenção de um fertilizante natural, rico em nutrientes, que pode ser aplicado diretamente no solo, contribuindo para o aumento da fertilidade e produtividade agrícola.

Além de promover a reciclagem de nutrientes, a utilização de biofertilizantes derivados da urina de bovinos também se alinha com práticas agrícolas mais sustentáveis, reduzindo a dependência de fertilizantes químicos e minimizando o impacto ambiental associado à produção agrícola convencional. Essa abordagem inovadora evidencia o potencial da simbiose entre a pecuária e a agricultura para promover sistemas agrícolas mais eficientes e ecológicos corroborando com as ideias de Altieri (2004).

Esses adubos líquidos são o resultado de um processo de fermentação metuculosa, envolvendo a transformação de resíduos orgânicos ricos em nutrientes em uma solução aquosa. Esse processo, como ilustrado por Franco (2015, p. 7), resulta em um líquido valioso que não apenas nutre as plantas de forma equilibrada, mas também promove a atividade de microrganismos benéficos no solo, que auxiliam no ciclo de nutrientes e na proteção natural contra patógenos.

Dessa forma, os adubos orgânicos líquidos não apenas enriquecem o solo e as plantas, mas também contribuem para um sistema agrícola mais sustentável, reduzindo a dependência de fertilizantes químicos e pesticidas, promovendo a saúde do ecossistema e aumentando a resiliência das culturas diante dos desafios agrícolas.

3. PREPARAÇÃO E APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTES

Os biofertilizantes representam alternativas significativas capazes de substituir os adubos químicos tradicionais. São produtos na forma líquida obtidos a partir de diversas fontes, como esterco animal (incluindo aves e bovinos), matéria orgânica, resíduos vegetais e outros componentes naturais. Essas soluções líquidas podem ser aplicadas de forma eficaz tanto nas folhas das plantas quanto no solo, de maneira semelhante a outros defensivos naturais.

A preparação do biofertilizante pode ocorrer de duas maneiras: a anaeróbica (sem presença de ar) e aeróbica (coma presença de ar) (Ayres *et al.*, 2020). Conforme mencionado pelos autores, no processo de fermentação aeróbica (ilustrado na Figura 1), é essencial tomar algumas precauções importantes.

O recipiente, que pode ser um tambor ou um tanque, onde o biofertilizante é preparado, deve ser coberto para evitar a entrada de água da chuva e protegê-lo da exposição direta ao sol. No entanto, é igualmente crucial manter uma entrada para permitir a circulação do ar, ou seja, não deve ser completamente vedado (como ilustrado na Figura 1C). Além disso, é recomendável agitar o conteúdo do recipiente sempre que possível, de preferência utilizando um pedaço de madeira (conforme mostrado nas Figuras 1A e 1B).

Figura 1 – Biofertilizante de fermentação aeróbica, feita na presença de ar.



Fonte: Adaptado de Ayres et al., (2020).

Para a produção aeróbica de biofertilizantes, é importante seguir algumas diretrizes específicas. Primeiro, o posicionamento do tambor em uma área ensolarada para proporcionar as condições ideais. Logo após, certificar se o tambor esteja coberto (com as laterais livres para permitir a entrada de ar, o que é crucial para o processo). Nessa fase, é essencial realizar a agitação regular do conteúdo do tambor sempre que possível, usando ferramentas apropriadas ou um pedaço de madeira para promover a oxigenação e a mistura dos materiais. Utilize ainda água que não contenha cloro, pois o cloro pode prejudicar os microrganismos benéficos envolvidos na fermentação.

Posteriormente, mantenha a temperatura do processo na faixa de 26 a 32°C para otimizar a fermentação aeróbica. Observe o borbulhamento no “caldo” do tambor, pois isso indica que a produção do biofertilizante está ativa e em andamento. O processo completo normalmente dura cerca de 30 dias, e você pode observar que o borbulhamento diminui à medida que o biofertilizante amadurece.

Na fermentação anaeróbica, que ocorre na ausência de ar, é necessário adotar

algumas medidas específicas. Primeiro, deve-se fechar hermeticamente a parte superior do tambor com a tampa (como ilustrado na Figura 2A). Entre o líquido e a tampa, é fundamental deixar um espaço mínimo de 20 centímetros, que servirá para conter os gases gerados durante a fermentação anaeróbica.

Para evitar o acúmulo excessivo de gases e o risco de rompimento do tambor, é recomendável inserir uma mangueira plástica na tampa do tambor, garantindo uma vedação eficaz para impedir a entrada de ar (conforme mostrado na Figura 2B). Essa mangueira deve ser submersa em um balde ou garrafa contendo água, permitindo que os gases escapem para a água (gerando bolhas), como ilustrado na Figura 2C.

Figura 2 – Biofertilizante de fermentação anaeróbica, feita na ausência de ar.



Fonte: Adaptado de Ayres et al., (2020).

O processo de fermentação anaeróbica normalmente leva cerca de 20 a 40 dias, encerrando quando não são mais liberados gases, o que é indicado pela cessação do borbulhamento da água no recipiente secundário. Após a conclusão do processo, seja na forma aeróbica ou anaeróbica, é necessário coar os biofertilizantes para torná-los prontos para uso. Esse procedimento é essencial para garantir a eficácia e a segurança da aplicação dos biofertilizantes.

4. COMO AGEM NO CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS

Os defensivos naturais agem como preventivo, controle e combate a pragas e doenças, além do fortalecimento e crescimento de plantas saudáveis e resistentes

aos ataques, contribui também para fertilizar o solo preservando os microrganismos já existentes nele. Além disso, estimulam o metabolismo das plantas que reagem quando pulverizadas, aumentando a resistência aos ataques de patógenos, (Ayres *et al.*, 2020).

Eles contribuem ainda para a melhoria da estrutura do solo, tornando-o mais permeável, aumentando sua porosidade e disponibilidade de água para as plantas. Esses benefícios, por sua vez, promovem uma otimização nas condições de aeração e na circulação de nutrientes no solo, favorecendo, conseqüentemente, um desenvolvimento mais saudável das raízes das plantas.

Através dessa abordagem, torna-se viável o controle de diversas pragas e insetos que podem afetar uma plantação, tais como pulgões, cochonilhas, moscas-brancas, formigas, cupins e outros. Cada componente ativo de defensivo, seja ele químico ou biológico, é classificado com base no seu local e mecanismo de ação contra uma praga específica. Essa praga pode ser um inseto, ácaro, nematoide, fungo ou planta daninha. Como exemplo, uma molécula de inseticida pertencente ao grupo químico dos organofosforados age diretamente no sistema digestivo dos insetos (Brasil, 2020).

5. BENEFÍCIOS

Comparando os defensivos naturais com os defensivos comerciais torna-se evidente tanto na forma de produção quanto nos diversos benefícios que cada um oferece à agricultura e ao meio ambiente. Em relação à produção, os defensivos naturais são geralmente obtidos a partir de fontes renováveis, como plantas, microrganismos e minerais. Isso contrasta com os produtos químicos sintéticos, que frequentemente envolvem processos industriais intensivos, produzindo resíduos poluentes e consumindo recursos não renováveis. A produção de defensivos naturais tende a ser mais sustentável e ecologicamente responsável, alinhando-se com as crescentes preocupações com a conservação ambiental.

Além disso, os defensivos naturais oferecem diversas vantagens práticas e ambientais. Eles são frequentemente menos tóxicos para os seres humanos, reduzindo os riscos associados à exposição ocupacional e à presença de resíduos de produtos químicos em alimentos. Assim como, podem prover uma ampla gama de serviços sócio-econômicos que não tem valor de mercado como a regulação da água, do clima e a conservação da biodiversidade (Parron; Garcia, 2015).

Outra vantagem notável dos defensivos naturais é sua contribuição para a biodiversidade agrícola. Ao utilizar abordagens baseadas em organismos vivos, como bactérias benéficas ou insetos predadores, esses defensivos ajudam a manter

o equilíbrio natural nos ecossistemas agrícolas, reduzindo a necessidade de produtos químicos que podem prejudicar organismos não-alvo e contribuir para o declínio da biodiversidade.

Portanto, a preferência por defensivos naturais não apenas atende às preocupações ambientais e de saúde, mas também promove uma agricultura mais sustentável, econômica e resiliente, capaz de enfrentar desafios futuros, como as mudanças climáticas e a segurança alimentar global, promovendo assim “a interface básica entre o capital natural e o bem-estar humano” (Monteiro; Farias, 2022).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As práticas de utilização de defensivos naturais representam abordagens fundamentais para aqueles que valorizam um sistema de produção agrícola saudável e equilibrado. Entre essas alternativas, destacam-se os biofertilizantes, com destaque para aqueles obtidos a partir da urina de bovinos. Esses biofertilizantes desempenham um papel crucial no fortalecimento das plantas, conferindo-lhes vigor e resistência, além de atuarem como uma defesa natural contra pragas e doenças. Eles são ricos em diversas substâncias benéficas, incluindo hormônios e fenóis, que desempenham funções essenciais no desenvolvimento das plantas.

Elaborados a partir de substâncias de origem natural, como plantas, animais, minerais, entre outros recursos facilmente disponíveis e de baixo custo, esses compostos são aplicados diretamente no solo e/ou nas plantas. Para assegurar que o ingrediente ativo alcance de maneira eficaz toda a superfície alvo, é essencial que o equipamento de aplicação distribua de forma uniforme a quantidade adequada do produto por área. Esse processo é fundamental para garantir a eficácia dos defensivos naturais na proteção das culturas e na promoção da agricultura sustentável.

A partir desses conhecimentos, oferece-se aos agricultores técnicas eficazes e de baixo custo, que contribuem para uma produção agrícola de alta qualidade, sem comprometer a saúde humana e o meio ambiente. Essa abordagem de produção natural está ganhando cada vez mais espaço devido aos seus inúmeros benefícios, como custos reduzidos, sustentabilidade ambiental e acessibilidade dos ingredientes aos produtores. Essa tendência reflete não apenas um compromisso com práticas agrícolas mais sustentáveis, mas também uma preocupação crescente em fornecer alimentos de alta qualidade aos consumidores finais.



ALTIERI, M. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4.ed. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 110p.

AYRES, M. I. C. *et al.* **Defensivos naturais**: manejo alternativo para pragas e doenças. Kanaus: Editora INPA, 2020.

BANG, K. H.; LEE, D. W.; PARK, H. M.; RHEE, Y. H. Inhibition of fungal cell wall synthesizing enzymes by trans-cinnamaldehyde. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Abingdon, v. 64, n. 5, p. 1061-1063, 2000.

BARROS, T. D. Alcoolquímica. **Portal EMBRAPA (Agroenergia)**. Disponível em: Alcoolquímica - Portal Embrapa, 2021. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diretrizes para o desenvolvimento sustentável da agropecuária brasileira**. Brasília, DF, Janeiro, 2020. Disponível em: [diretrizes-para-o-desenvolvimento-sustentavel-da-agropecuaria-brasileira.pdf](http://www.gov.br/diretrizes-para-o-desenvolvimento-sustentavel-da-agropecuaria-brasileira.pdf) (www.gov.br). Acesso em: 09 set. 2023.

DAYAN, F. E.; DUKE, S. O. Natural products for weed management in organic farming in the USA. **Outlooks on Pest Management**, Burnham, v. 21, n. 4, p. 156-160, 2010.

DAYAN, F. E. *et al.* Manuka oil, a natural herbicide with preemergence activity. **Weed Science**, v. 59, n. 4, p. 464-469, 2011.

FRANCO, J. S. **Biofertilizante**: um adubo líquido de qualidade que você pode fazer. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 45-66. 2006.

KOSTYUKOVSKY, M. *et al.* Activation of octopaminergic receptors by essential oil constituents isolated from aromatic plants: possible mode of action against insect pests. **Pest Management Science**, v. 58, n. 11, p. 1101 – 1106, 2002.

MONTEIRO, C. P.; FARIAS, P. M. Provisão de serviços ambientais em cultivos orgânicos. *In*: III Congresso On-line Internacional de Sustentabilidade, v. 3, n. 4, 2022. **Anais [...]**, Editora IME, 2022.

NAUEN, R. Insecticide mode of action: Return of the ryanodine receptor. **Pest Management Science**, West Sussex, v. 62, n. 8, p. 690-692, 2006.

PAIVA, A.R. **Motivações e restrições de naturezas tecnológica e organizacional para o desenvolvimento de agroindústrias de alimentos orgânicos no RS**. 2016. 81p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

PEREIRA, W. H. **Práticas alternativas para a produção agropecuária - Agroecologia**. CI Orgânicos, Emater MG, s.d., 134 p. Disponível em: https://ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2012/09/Manual_de_Praticas_Agroecol%c3%b3gicas-Emater1.pdf. Acesso em: 09 set. 2023.

SAITO, M. L.; SCRAMIN, S. **Plantas aromáticas e seu uso na agricultura**. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 2000. 48 p.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. *In*: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G; MELLO, J. C. P. de; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R (Orgs.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1999. p. 387-415.

TSUKADA, J. Fungicidas: tudo o que você precisa saber sobre esses defensivos agrícolas. **Receituário Agrônômico**: Agriq, 2021.

VARGAS, L.; GLEBER, L. **Sistema de Produção de Ameixa Europeia: Tecnologia de aplicação de defensivos**. EMBRAPA: 2005.



A IMPORTÂNCIA DO ESTERCO BOVINO E COMPOSTAGEM PARA A AGRICULTURA

Améria de Jesus Pereira Feitosa
Francisca Maria de Sousa Lima
Mirna Sales Loiola Rosa

1. INTRODUÇÃO

O descarte de resíduos sólidos orgânicos em lixões ou aterros sanitários resulta na geração de contaminantes de grande persistência no meio ambiente que se decompõe e emite gases poluentes, principalmente o metano, que é 20 vezes mais perigoso ao meio ambiente que o gás carbônico, causando o aquecimento global e conseqüente mudança climática do planeta (Beck *et al.*, 2001).

Ainda segundo o autor supracitado a administração adequada dos resíduos orgânicos por esterco bovino, compostagem e silagem pode contribuir para uma utilização mais sustentável dos recursos da Terra, melhor proteção ambiental e redução das emissões das alterações climáticas.

Os adubos orgânicos são materiais de origem animal ou vegetal, alguns considerados resíduos ou rejeitos, que têm grande utilização na agricultura orgânica ou ecológica. São recomendados por sua capacidade de aumentar a fertilidade de solos “pobres”, assim como, sua riqueza nutricional promove a elevação da atividade biológica do solo (Weinarter, Aldrighi e Medeiros, 2006).

Para os autores citados acima, o esterco é a fonte de matéria orgânica mais lembrada quando se fala em adubos orgânicos. Isso ocorre devido ao esterco ser um dos recursos naturais que o agricultor tem a sua disposição e a sua utilização deve ser a mais otimizada possível.

Conforme Weinarter *et al.* (2006, p. 09) “há diferentes maneiras de utilizar o esterco, ele pode ser utilizado na forma líquida ou sólida, fresco ou pré-digerido, como composto ou vermicomposto”. Nesse sentido, o esterco é utilizado de maneira adequada a cada caso, conforme as condições e a realidade de cada propriedade, solo e forma de cultivo. Essa prática simples, mesmo tendo o prestígio com a introdução da adubação mineral, em meados do século XIX, ela retomou a sua importância,

principalmente nas últimas décadas, com o crescimento da preocupação com o ambiente, com a alimentação saudável e com a necessidade de dar um destino apropriado às grandes quantidades produzidas em alguns países (Sampaio, Oliveira e Nascimento, 2007).

O esterco bovino é um dos mais ricos em fibra, assim, ajudam a desenvolver organismos que são antagonistas de fungos causadores de doença do solo. Uma vaca produz cerca de 15 t de esterco fresco por ano, o que corresponde à aproximadamente 78 kg de N (nitrogênio), 20 kg de P (fósforo), 93 kg de K (potássio) e 35 kg de Ca (cálcio) e 10 kg de Mg (magnésio) (Weinartner, Aldrighi e Medeiros, 2006).

Outra forma de aproveitamento da matéria orgânica como adubo para as plantas é a compostagem, um método controlado de decomposição de microorganismos, oxigenação e oxidação de uma massa heterogênea de matéria orgânica, no qual acontece a rapidez da decomposição aeróbica dos resíduos orgânicos por populações microbianas. As condições ideais para os decompositores estão relacionadas aos parâmetros: aeração, umidade, pH, tipo de compostos orgânicos existentes e tipos de nutrientes disponíveis. O processo é caracterizado por fatores de estabilização e maturação que variam de poucos dias a muitas semanas, dependendo do ambiente (Oliveira, 2004).

Diante o exposto, esse trabalho teve como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica acerca da eficiência do esterco bovino e compostagem como fonte alternativa de nutrientes para a adubação orgânica, relatar os benefícios que o adubo orgânico promove ao meio ambiente.

2. AGRICULTURA ORGÂNICA OU ECOLÓGICA

A agricultura orgânica tem-se destacado como uma das alternativas de renda para os pequenos agricultores, devido à crescente demanda mundial por alimentos mais saudáveis, o qual envolve também outras correntes, tais como: agricultura natural, agricultura biodinâmica, agricultura biológica, agricultura ecológica e permacultura. Os consumidores não se preocupam com as diferenças entre os tipos de agricultura alternativa abordados, considerando todos os seus produtos simplesmente como produtos orgânicos, pois a sua principal preocupação é com o consumo de alimentos sem agrotóxicos e sem outras substâncias químicas sintéticas prejudiciais à saúde (Campanhola e Valarini, 2001).

De acordo com Campanhola e Valari (2001), nesse contexto, a agricultura orgânica é um tipo de agricultura alternativa que tem por finalidade a oferta de produtos saudáveis, priorizando a qualidade do alimento, e assim, banindo o uso de

produtos químicos sintéticos. A agricultura orgânica procura utilizar os melhores recursos disponíveis na sua unidade de produção utilizando técnicas agrícolas sustentáveis e também conscientes. Essas técnicas reforçam o uso de práticas naturais para promover a fertilidade solo, a manutenção da saúde das plantas e o controle de pragas e doenças. “As técnicas utilizadas em agricultura orgânica buscam mobilizar harmoniosamente todos os recursos disponíveis na unidade de produção, com base na reciclagem de nutrientes e maximização do uso de insumos orgânicos gerados *in loco*” (Roel, 2002, p. 59).

Capra (2005), afirma que, a agricultura orgânica procura preservar e manter os ciclos ecológicos, de forma que os processos de produção dos alimentos estejam de acordo com os procedimentos biológicos.

De acordo com Alves e Cunha (2012), na agricultura orgânica existe uma preocupação fundamental com a saúde e a preservação do solo. Com o manejo adequado e técnicas utilizadas harmoniosamente, a agricultura orgânica prioriza o equilíbrio do ecossistema e com a utilização responsável dos recursos naturais, desenvolvendo atividades voltadas para a sociedade a fim de garantir a sustentabilidade ambiental, a justiça social e a responsabilidade social.

Dessa forma, Penteado (2001) destaca que o ponto comum entre as diferentes correntes que formam a base da agricultura orgânica é a busca de um sistema de produção sustentável no tempo e no espaço, mediante o manejo e a proteção dos recursos naturais, sem a utilização de produtos químicos agressivos à saúde humana e ao meio ambiente, mantendo o incremento da fertilidade e a vida dos solos, a diversidade biológica e respeitando a integridade cultural dos agricultores.

3. SOLOS “POBRES” E A IMPORTÂNCIA DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Um dos principais fatores para a obtenção de estabilidade, produtividade e sustentabilidade dos agroecossistemas é a manutenção e a melhoria da qualidade do solo (Stark e Porter, 2005). Os solos pobres, em sua maioria, são originalmente ácidos e pobres em nutrientes, aspecto agravado pelo contínuo uso que resulta em empobrecimento da fertilidade e redução dos teores de matéria orgânica ao longo dos anos (Perin *et al.*, 2003).

Nesse sentido, Souto *et al.* (2005) afirmam que os produtores passaram a ter uma nova visão sobre a adubação orgânica, dando importância à utilização deste material como agente modificador das condições físicas, químicas e biológicas do solo, tornando o sistema mais sustentável.

Todos esses benefícios gerados pela aplicação de composto orgânico ao solo vêm de encontro com as reais necessidades dos solos brasileiros, uma vez que

os solos tropicais apresentam limitações de ordem química, com baixos teores de nutrientes e matéria orgânica, o que dificulta o desenvolvimento das plantas (Damatto Junior *et al.*, 2004).

A matéria orgânica contribui para melhorar a estrutura do solo, aumentando sua capacidade de retenção de água e de troca de nutrientes. Segundo Ourives (2010), a aplicação da adubação orgânica ao solo contribui para o aumento do teor da Matéria Orgânica (MO) e, conseqüentemente, na melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo.

A adubação orgânica é um importante constituinte do solo, sendo uma componente chave na qualidade dos sistemas agrícolas em razão do seu conteúdo e sua qualidade serem os mais importantes fatores que mantêm a fertilidade dos solos e a sustentabilidade dos agroecossistemas (Reeves, 1997).

Além disso, conforme Almeida Júnior (2010), a adubação orgânica é considerada um fertilizante de alto teor de nutrientes, contendo apenas dez ou vinte por cento dos nutrientes encontrados nos fertilizantes minerais. No entanto, desencadeia efeitos globais no que diz respeito à melhoria físico-química e biológica do solo, contribuindo para o crescimento e desenvolvimento das plantas (Noronha, 2000).

De modo geral, com relação aos solos pobres em nutrientes, a adubação orgânica apresenta excelentes resultados, tanto em qualidade como em produção, já que é considerada um eficiente condicionador do solo com capacidade de aumentar substancialmente a retenção de água, bem como também o aumento na disponibilidade de nutrientes na forma assimilável pelas raízes, como o fósforo, potássio, nitrogênio e enxofre (Aguirre *et al.*, 2020).

4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DOS LODOS DE ESGOTO E ESTERCOS

O conhecimento das características físicas e químicas dos esterco dos animais de produção é essencial para o manejo ambiental das atividades pecuárias de forma segura, reduzir a contaminação do meio ambiente, melhorar o seu aproveitamento como fertilizante e o dimensionar aos sistemas de tratamento (Camila *et al.*, 2017).

No entanto, a literatura científica brasileira é carente deste tipo de informação, pois a avaliação dos sistemas de produção pecuários está focada, principalmente, na avaliação dos seus produtos (carne, leite, ovos, etc.), sendo a caracterização dos resíduos objeto de pouca preocupação (Palhares *et al.*, 2011).

Segundo a resolução nº 375/2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (Brasil, 2006), para a caracterização do potencial agrônomo do lodo de esgoto ou produto derivado deverão ser determinados, os seguintes parâmetros químicos e físicos: carbono orgânico; fósforo total; nitrogênio Kjeldahl; nitrogênio

amoniaco; nitrogênio nitrato/nitrito; pH em água (1:10); potássio total; sódio total; enxofre total; cálcio total; magnésio total; umidade e sólidos voláteis e totais (Incaper, 2024).

Além destes parâmetros, alguns pesquisadores como Gomes *et al.* (2008) e Silva *et al.* (2024) também determinam nos esterco bovinos a porcentagem de matéria seca (MS) e a porcentagem de cinzas (%). A metodologia das análises pode ser seguida com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1995) e o cálculo da amônia livre de acordo com Matos *et al.* (2017).

Para o uso de lodo de esgoto como componente de produtos derivados destinados para uso agrícola, o lote deverá atender aos limites para as substâncias potencialmente tóxicas, cuja a concentração máxima permitida no lodo de esgoto ou produto derivado é a seguinte: Arsênio 41 mg/kg, base seca ; Bário 1300 mg/kg, base seca; Cádmio 39 mg/kg, base seca; Chumbo 300 mg/kg, base seca; Cobre 1500 mg/kg, base seca; Cromo 1000 mg/kg, base seca; Mercúrio 17 mg/kg, base seca; Molibdênio 50 mg/kg, base seca; Níquel 420 mg/kg, base seca; Selênio 100 mg/kg, base seca e Zinco 2800 mg/kg, base seca (Incaper, 2024). O que irá determinar as variações dos parâmetros físicos e químicos dos esterco será a espécie e a alimentação (Palhares *et al.*, 2011).

5. ESTERCO BOVINO COMO FONTE ALTERNATIVA DE NUTRIENTES PARA A ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Sabe-se que o uso contínuo de adubos químicos de forma descontrolada tem ocasionado degradação no solo, redução da concentração de matéria orgânica, salinização, erosão, e empobrecimento de nutrientes da solução do solo ao longo dos anos (Mata *et al.*, 2010).

Para conter esse problema, técnicas alternativas que utilizam compostos orgânicos têm sido uma das alternativas de adubação do solo e nutrição de plantas mais utilizadas no meio rural em redução ou substituição aos adubos químicos (INÔ, 2021).

O esterco bovino é considerado uma fonte natural de fósforo (P), nitrogênio (N) e potássio (K) e pode ser usado como fertilizante para a adubação orgânica e reduzir ou eliminar os impactos negativos causados ao solo. Além disso, o esterco bovino reduz a perda de nitrogênio, retém fósforo no solo e melhorar a qualidade da agricultura (REIS, 2015).

A adubação orgânica com esterco animal e/ou compostos orgânicos tem aumentado a produção de alface, cenoura e milho devido sua composição química média conter 5 gramas por quilo de Nitrogênio; 2,6 gramas por quilo de fósforo; 6 gramas por quilo de potássio; 2 gramas por quilo de cálcio; 1 grama por quilo

de magnésio; 1 grama por quilo de enxofre; 33 miligramas por quilo de zinco; 6 miligramas por quilo de cobre e 2 miligramas por quilo de níquel (Pinto, Gomes e Spósito, 2016).

6. COMPOSTAGEM

A compostagem é conhecida como o processo de reciclagem do lixo orgânico que transforma a matéria orgânica encontrada no lixo em adubo natural e consequente uso na agricultura, jardins e plantas, substituindo o uso de produtos químicos tóxicos. A prática da compostagem é uma alternativa para o descarte de resíduos orgânicos, que podem ser reaproveitados (Oviedo-Ocana *et al.*, 2023).

Trata-se de um processo biológico natural de decomposição conjunta de materiais orgânicos de origem animal e vegetal que ao findar o processo resultará em um excelente adubo totalmente orgânico, evitando que o lixo orgânico chegue para os aterros sanitários. Além disso, melhora a estrutura físico-química e biológica do solo, a agregação de partículas, a Capacidade de Troca de Cátions CTC do solo e estimula a atividade biológica (Abduli *et al.*, 2011).

A realização da compostagem deve seguir algumas regras básicas para obter um composto final de boa qualidade para o solo, como: a presença de minhocas, formigas e larvas que servem para o ar circular e a água e as raízes das plantas penetrarem, microorganismos (bactérias e fungos) que trituram e decompõem a matéria orgânica, tornando seus nutrientes disponíveis para as raízes das plantas, aeração do solo, isto é, a presença de oxigênio para aumentar a velocidade de decomposição da matéria orgânica e evitar a produção de odores desagradáveis.

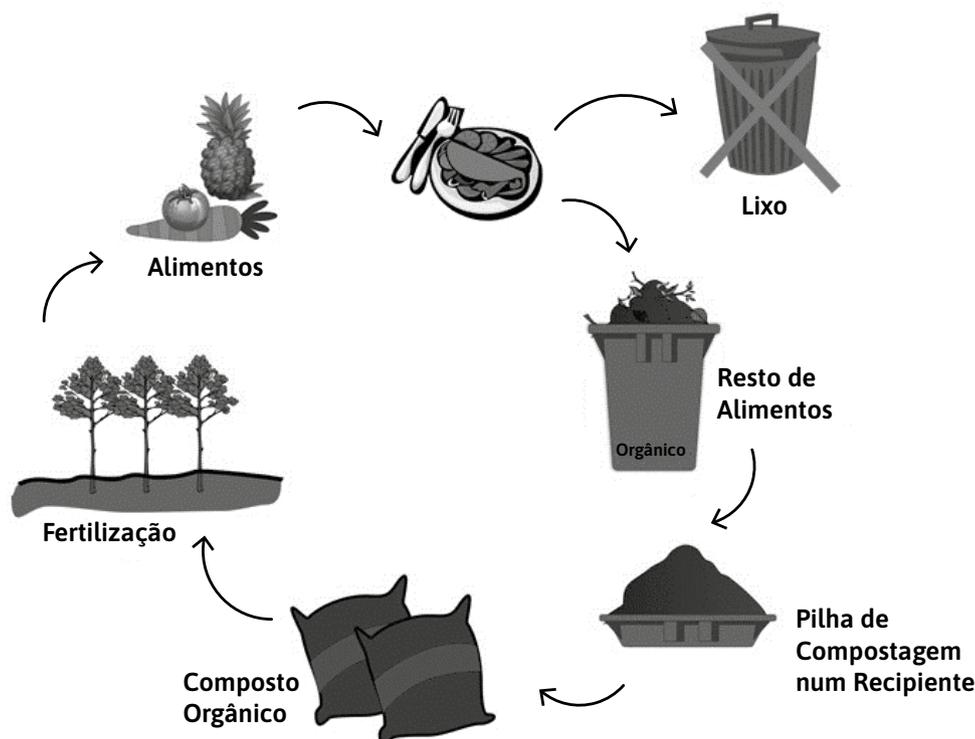
Logo, o material empilhado não deverá sofrer compactação excessiva e, periodicamente, deve ser revolvido. O material em decomposição deverá estar sempre úmido, entre os limites de 30% e 70% de umidade para a realização da fermentação por fungos e bactérias. A temperatura deve estar entre 60 °C e 70 °C para a esterilização do material, matar organismos que causam doenças às plantas e destruindo materiais propagativos de ervas daninhas (sementes, pedaços de caules, etc.) (Oliveira, Lima e Cajazeira, 2004).

Outra regra indispensável é o local para montagem da compostagem que deve ser limpo e ligeiramente inclinado em empilhamentos de matérias-primas, para facilitar o escoamento de águas de chuva, próximo à fonte de água e das lavouras onde o composto será aplicado.

Além disso, o espaço deverá ser o necessário para a construção do empilhamento e circulação de tratores ou caminhões e dividido em três áreas: de matérias-primas para a armazenagem dos materiais que serão compostados, de compostagem

(materiais que sofrerão a decomposição por microorganismos) e armazenagem do composto final que poderá ser levado diretamente à lavoura (Behrooznia *et al.*, 2018; Oliveira, Lima e Cajazeira, 2004). O processo de compostagem pode ser ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Processo de compostagem.



Fonte: Adaptado de Fürst (2010). Disponível <https://bibocaambiental.blogspot.com/2010/04/compostagem.html>, acesso: 12 de nov. 2023.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, a adubação orgânica utilizando esterco bovino, compostagem e silagem é uma prática agrícola que traz uma série de benefícios para a saúde do solo, a produtividade das culturas e a preservação do meio ambiente. Ao adotar essa abordagem, os agricultores podem promover um sistema sustentável de cultivo, contribuindo para a segurança alimentar, a conservação dos recursos naturais e a saúde dos ecossistemas.

É importante e necessário a realização de novos estudos na área da agricultura orgânica para o desenvolvimento de novas práticas e tecnológicas sustentáveis. A

adubação orgânica natural por esterco bovino e compostagem fornecem nutrientes essenciais para as plantas de maneira equilibrada e gradual, resultando em um crescimento saudável e uma maior resistência a doenças e pragas, contribui para a melhoria da estrutura do solo, aumentando sua capacidade de retenção de água e prevenindo a erosão.

É importante enfatizar que a agricultura orgânica é um sistema economicamente possível e resgata práticas antigas e empíricas da população rural aprimorando-as as tecnologias modernas. No contexto atual, em que a busca por práticas agrícolas sustentáveis e ambientalmente amigáveis é cada vez mais importante, a adubação orgânica como uma alternativa viável e eficaz. Promover o uso desse tipo de adubo é essencial para o desenvolvimento de sistemas agrícolas mais equilibrados e para a preservação dos recursos naturais, garantindo um futuro mais sustentável para a agricultura.

Dessa forma, a adubação orgânica desempenha um papel fundamental na construção de um sistema agrícola mais sustentável e produtivo. Seu uso contribui para a fertilidade do solo, o crescimento saudável das culturas, a preservação ambiental e a segurança alimentar. Portanto, é essencial incentivar e promover a adoção dessas práticas, investindo em pesquisa, capacitação e conscientização sobre os benefícios da agricultura, adubação orgânica.



ABDULI, M. A., NAGHIB, A., YONESI, M., AKBARI, A. Life cycle assessment (LCA) of solid waste management strategies in Tehran: landfill and composting plus landfill. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 1, n. 178, p. 487–498, 2011.

AGUIRRE, T. R. Avaliação da adubação orgânica e mineral no cultivo de batata-doce na região Amazônica. **Brazilian Journal Of Development**, v. 6, n. 8, p. 62133–62142, 2020.

ALMEIDA JÚNIOR, A. B. **Adubação orgânica em cana-de-açúcar**: efeitos no solo e na planta. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

ALVES, E. M., CUNHA, W. L. A importância da agricultura orgânica na visão social e ecológica. **Revista F@pciência**, v. 9, n. 1, p. 01 – 07, 2012.

BECK, F.B., SMARS, S., JONSSON, H., KIRCHMANN, H. Gaseous emissions of carbon dioxide, ammonia and nitrous oxide from organic household waste in a compost reactor under different temperature regimes. **Journal of Agriculture Engineering Research**, n.78, p. 423–430, 2001.

BEHROOZNIYA, L., SHARIFI, M., ALIMARDANI, R., MOUSAVI-AVVAL, S.H., Sustainability analysis of landfilling and composting-landfilling for municipal solid waste management in the north of Iran. **Journal of Cleaner Production**, v. 203, p. 1028–1038, 2018.

BERNARDINO, K. Silagem de milho na alimentação do gado, 2021. Disponível: <https://blog.mfrural.com.br/silagem-de-milho-para-o-gado/> acesso em: 12 nov. 2023.

BLAISE, D., SINGH, J. V., BONDE, A. N., TEKALE, K. U., MAYEE, C. D. Effects of

farmyard manure and fertilizers on yield, fibre quality and nutrient balance of rainfed cotton (*Gossipium hirsutum*). **Bioresource Technology**, v. 96, n. 3, p. 345-349, 2005.

BORCHARTT, L. *et al.* Adubação orgânica da batata com esterco bovino no município de Esperança – PB. **Revista Ciência Agronômica**, v. 12, n. 2, p. 482-487, 2011.

CAMILA, F. M. *et al.* Avaliação do Potencial de Uso de Biofertilizante de Esterco Bovino Resultante do Sistema de Manejo Orgânico e Convencional da Produção de Leite. **Revista Virtual de Química**, v. 9; n. 5; p. 1957-1969, 2017.

CAMPANHOLA, C., VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 18, n. 3, p. 69 – 101, 2001.

CAPRA, F. As conexões ocultas: ciências para uma vida sustentável. São Paulo: Cultrix, 2005. INCAPER. Disponível em: https://incaper.es.gov.br/Media/incaper/PDF/legislacao_biosolido/res_conama37506-1.pdf. Acesso em: 10 abr. 2024.

CHANGE C, JANZEN H. H. Long-term fate of nitrogen from anual feedlot manure applications. **Journal of Environmental**, v. 25, p. 785-790, 1996.

DAMATTO JUNIOR, E. R., CEZAR, V. R. S., SILVA, F. A. M., BOAS, R. L. V., TRIGUEIRO, R. M. **Produção de composto orgânico a partir de serragem de madeira e esterco bovino para adubação de bananeiras**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2004. Anais... Florianópolis: ICTR, 2004. (CD-ROM).

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FÜRST, O. Biboca Ambiental, 2010. Disponível em: <https://bibocaambiental.blogspot.com/2010/04/compostagem.html>, Acesso em: 12 nov. 2023.

GOMES, J. J. A., COSTA, C. V. A., TEIXEIRA, A. P. R. T., DIAS, V. S. Comparação química do composto orgânico de esterco bovino e leguminosas: leucena (*Leucaena leucocephalla* (Lam) de Wit) e sombreiro (*Clitoria fairchildiana* Haward). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 3, n. 1, p. 78-84, 2008.

INÔ, A. F. C. **Adubação orgânica com esterco bovino na cultura do milho (zea mays l) no cariri paraibano.** Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Centro e Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, 2021.

PALHARES, J. C. P., BIESUS, L. L., KICH, J. D., BESSA, M. C., CURIOLETTI, F. **Caracterização Química dos Estercos de Suínos e de Bovinos de Leite.** Embrapa, 2011.

PENTEADO, S. R. **Agricultura orgânica.** Piracicaba: ESALQ – Divisão de Biblioteca e Documentação, 2001, 41 p.

PINTO, V. E. L., GOMES, D. E., SPÓSITO, N. H. T. Uso de esterco bovino e de aves na adubação orgânica da alface como prática agroecológica. **Colloquium Agrariae**, v. 12, n. Especial, p. 75-81, 2016.

MATA, F. J., DA SILVA, C. J., RIBEIRO, F. J., AFFÉRI, S. F., VIEIRA, M. L. Produção de milho híbrido sob doses de esterco bovino. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 3, p. 125-134, 2010.

MATOS, C. F., PINHEIRO, E. F. M., PAES, J. L., LIMA, E., CAMPOS, D. V. B. Avaliação do potencial de uso de biofertilizante de esterco bovino resultante do sistema de manejo orgânico e convencional da produção de leite, **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 5, p. 1957-1969, 2017.

NORONHA, M. A. S. **Níveis de água disponível e doses de esterco bovino sobre o rendimento e qualidade do feijão-vagem.** 2000. 76f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

OLIVEIRA, S. N. F., LIMA, M. J. H., CAJAZEIRA, P. J. **Uso da Compostagem em Sistemas Agrícolas Orgânicos.** Embrapa, ISSN 1677-1915, 2004.

OURIVES, O. E. A., SOUZA, G. M., TIRITAN, C. S., SANTOS, D. H. Fertilizante orgânico como fonte de fósforo no cultivo inicial de *brachiaria brizantha cv. Marandú*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, p. 126-132, 2010.

OVIEDO-OCANA, R. E., ABENDROTH, C., DOMÍNGUEZ, C. I., SANCHEZ, A.,

DORNACK, C. Life cycle assessment of biowaste and green waste composting systems: A review of applications and implementation challenges. **Waste Management**, v. 171, p. 350–364, 2023.

PAULUS, G., MULLER, A. M., BARCELLOS, L. A. R. **Agroecologia aplicada: práticas e métodos para uma agricultura de base ecológica**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000. p. 86

PRESTES, M. T. **Efeitos de diferentes doses de esterco de gado, no desenvolvimento e no balanço nutricional de mudas de Angico (*Anadenanthera macrocarpa*)**. Dissertação de Mestrado. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2007, 51 p.

RAIJ, B. *et al.* (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. (IAC. Boletim Técnico, 100).

REIS, M. I. C. C. **Avaliação Da Qualidade Fisiológica Em Sementes De Milho Tratadas Com Ozônio**. Dissertação (Mestrado) Curso de Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, Cap. 1, 2015.

REEVES, D. W. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. **Soil e Tillage Research**, v. 43, p. 131-167, 1997.

ROEL, A. R. A agricultura orgânica ou ecológica e a sustentabilidade da agricultura. **Revista Internacional do Desenvolvimento Local**. v. 3, n. 4, p. 57 – 62, 2002.

SAMPAIO, E. V. S. B.; OLIVEIRA, N. M. B.; NASCIMENTO, P. R. F. Eficiência da Adubação Orgânica com esterco bovino e com egeria densa. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 31, p. 995-1002, 2007.

SALAZAR, F. J., CHADWICK, D., PAIN, B. F., HATCH, D., OWEN, E. Nitrogen budgets for three cropping systems fertilised with cattle manure. **Bioresource Technology**, v. 96, n. 2, p. 235- 245, 2005.

SILVA, M. S. **Efeitos de esterco bovino em atributos químicos e físicos do solo, produtividade de milho e créditos de nitrogênio**. Tese (Doutorado em agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2018.

SILVA, V. M. B., ROCHA, J. L. A, LIMA, A. S, SOARES, A. K DE F, SÁ, F. V., LIMA, G. S. Mining waste associated with bioinoculants and cattle manure for the mineral nutrition and growth of maize. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 28, n. 2, p. e273189, 2024.

SOUTO, P.C.J. *et al.* Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semiárido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 29, p. 125-130, 2005.

Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater. Washington: American Public Health Association, 1995, 619p. Disponível em: https://beta-static.fishersci.com/content/dam/fishersci/en_US/documents/programs/scientific/technical-documents/white-papers/apha-water-testing-standard-methods-introduction-white-paper.pdf Acesso em: 12 jan 2024.

STARK, J. C., PORTER, G. A. Potato Nutrient Management in Sustainable Cropping Systems. **American Journal of Potato Research**, v. 82, p. 329-338, 2005.

TEJADA, M., GONZALEZ, J. L., GARCÍA-MARTÍNEZ, A. M., PARRADO, J. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 6, p. 1758-1767, 2008.

WEINARTNER, M. A., ALDRIGHI, C. F. S., MEDEIROS, C. A. B. **Práticas Agroecológicas: Adubação orgânica**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas – Rio Grande do Sul, 2006



PRODUÇÃO DE SABÃO NO CAMPO: O ENCONTRO ENTRE A QUÍMICA ORGÂNICA E A SUSTENTABILIDADE

*Lillian Ravenya de Carvalho Pereira
Raquel do Nascimento Albuquerque
Fabrícia de Castro Silva*

1. INTRODUÇÃO

A produção de sabão, um processo com raízes profundas na história humana, não apenas revela os avanços da química orgânica, mas também interage diretamente com questões ambientais contemporâneas. Este capítulo explora a relação entre a fabricação de sabão e a contaminação das águas, destacando o impacto negativo do descarte inadequado de óleo de cozinha usado. O óleo de cozinha, quando descartado de forma imprópria, pode causar sérios problemas ambientais, desde a poluição dos corpos d'água até a obstrução de sistemas de esgoto.

Historicamente, a degradação ambiental no planeta, se iniciou no final do século XVIII, após a Revolução Industrial. Sabendo que a melhoria das condições de vida na sociedade, ocorrida a partir desta época, contribuiu significativamente para o crescimento populacional, gerando a necessidade cada vez maior de se investir em novas técnicas de produção, voltadas ao atendimento de demanda, por bens e serviços. Tal fato resultou no aumento da exploração dos recursos naturais e, conseqüentemente, na intensificação da produção de resíduos poluentes (Bortoluzzi, 2011).

A conduta da sociedade contribui sistematicamente para o aumento dos impactos ambientais, especialmente devido ao descarte de resíduos, como os óleos. Esses impactos são agravados nos centros urbanos devido ao crescimento e à maior concentração populacional (El-Deir, 2014). Conforme Philippi e Pelicioni (2005) a percepção por parte da sociedade acerca dos problemas ambientais vem ocorrendo de maneiras diferentes por todas as classes sociais.

Para minimizar os danos causados pelo descarte de óleos, estudos indicam

o reaproveitamento dessas substâncias, combinando oportunidades econômicas com práticas sustentáveis. Uma possibilidade de reaproveitamento é a produção de sabão, um processo que pode ser realizado industrialmente ou de forma artesanal. O consumo atual de produtos derivados de sabões e detergentes é elevado, tornando essencial o conhecimento sobre sua produção, ação e degradação ambiental. Isso é fundamental para uma interação mais consciente e madura com o meio ambiente (Schwartz *et al.*, 2019).

Neste capítulo discutiremos a relação entre a fabricação de sabão e a contaminação das águas, destacando o impacto negativo do descarte inadequado de óleo de cozinha usado, com foco na produção de sabão caseiro como uma alternativa ecologicamente eficiente e muito produzida no campo, visando reduzir os impactos ambientais negativos e proporcionar melhorias na renda das famílias camponesas. Exploraremos também a química orgânica envolvida no processo de saponificação e a importância dos óleos e gorduras como matérias-primas essenciais, evidenciando como a escolha e a manipulação desses componentes podem influenciar a qualidade e as propriedades do sabão.

2. CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS

A contaminação da água causa um impacto direto na vida humana, pois ela é essencial em diversas atividades diárias, como beber, higiene pessoal, limpeza de utensílios, lavar roupas e, principalmente, na preparação de alimentos e na alimentação dos animais, sendo considerada como o solvente universal (Santana e Freitas, 2012).

A busca por metodologias que permitam a identificação precoce de riscos à saúde associados a diferentes formas de abastecimento de água, visando controlar ou minimizar os impactos à saúde de maneira oportuna, é um dos grandes desafios enfrentados por pesquisadores e profissionais da Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano (Carmo, Bevilacqua e Bastos, 2008).

A gravidade da contaminação da água e seus impactos na saúde humana tornam imperativa a adoção de medidas eficazes e rápidas para mitigar esses efeitos. É fundamental que os governos, organizações de saúde e a sociedade em geral colaborem para implementar práticas de tratamento de água e esgoto mais eficientes, além de políticas de proteção ambiental rigorosas.

A conscientização sobre a importância da preservação dos recursos hídricos e o investimento em tecnologias de monitoramento e purificação são passos cruciais para garantir a segurança hídrica e prevenir as milhões de mortes causadas anualmente pela poluição da água. Através de esforços conjuntos e contínuos

poderá ser possível reverter esse cenário alarmante e assegurar um futuro mais saudável para a população global.

2.1 IMPACTOS AMBIENTAIS OBSERVADOS

Óleos e gorduras são substâncias insolúveis em água (hidrofóbicas), pois são formados predominantemente por ésteres de triacilgliceróis (produtos resultantes da esterificação entre o glicerol e ácidos graxos (Faustino, 2015), assim o óleo residual de cozinha espalha-se formando uma película sobre a água, causando um forte desequilíbrio para as espécies locais (Alberici e Pontes, 2004).

A presença de óleo residual de cozinha contribui para a degradação das águas (Oliveira *et al.*, 2014) e um litro de óleo residual de cozinha pode contaminar até 25 mil litros de água (Sabesp, 2013). E quando despejado no solo ocupa os espaços que seriam ocupados pela água e pelo ar, provando impermeabilidade do solo e danificando os sistemas radiculares de plantas (Costa, Lopes e Lopes, 2015).

Segundo Ribeiro e Seravalli (2004) o estado de conservação do óleo está intimamente relacionado com a natureza e qualidade da matéria-prima, com a qualidade e o grau de pureza do óleo, com o processamento e, principalmente, com as condições de conservação. A densidade é determinada pela relação entre a massa de uma substância e seu volume, expressa em gramas por centímetros cúbicos.

Os valores de densidade dos óleos apresentaram diferenças, $0,96 \pm 0,06$ mg/mL para o óleo de patoá e $0,82 \pm 0,01$ mg/mL para o óleo de açaí, indicando que esse último possui em sua cadeia carbônica maior grau de insaturações. Ainda de acordo com Ribeiro e Seravalli (2004), a medida de densidade do óleo está relacionada ao grau de ligações duplas ou triplas, ou seja, quanto menor for o peso molecular do óleo, maior é o grau de insaturações, além de apresentar baixa solubilidade em água (Dabdoub e Bortoleto, 2006).

Diante disto se faz necessário que haja uma conscientização e educação ambiental, a fim de prevenir e diminuir os impactos causados pelo mal descarte dos óleos em locais inadequados.

A educação ambiental envolve diversos fatores onde se destacam os ecológicos, sociais e comportamentais (Manzochi, 1994), sendo de fundamental importância para mudança de comportamentos e atitudes na sociedade brasileira, tendo em vista que as pessoas interagem com o meio e esse processo pode ser sustentável ou não (Cavalcante *et al.*, 2020). Trabalhar estes temas em sala de aula, por exemplo, é uma alternativa para conscientizar os alunos, fugir da forma tradicional de ensinar química e cuidar do meio ambiente.

A presença de óleos e gorduras na água reduz a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo a transferência de oxigênio da atmosfera para a água. Durante o processo de decomposição, essas substâncias diminuem o oxigênio dissolvido e aumentam a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e a demanda química de oxigênio (DQO), resultando em poluição, escassez de oxigênio e eutrofização do ambiente aquático. Isso provoca a asfixia dos animais e impede a realização da fotossíntese por parte dos vegetais e do plâncton (Berti *et al.*, 2009).

Segundo Almeida (2021), o óleo de cozinha usado, tanto o proveniente de domicílios familiares como comerciais, provoca uma série de impactos ambientais, sociais e econômicos, como danificações das tubulações domésticas e da rede de tratamento; prejuízo da qualidade da água, quando em contato com lençóis subterrâneos; impermeabilização do solo; comprometendo assim, a base da cadeia alimentar aquática, contribuindo para o aumento da poluição e degradação dos recursos naturais, ocorrência de catástrofes ambientais, como enchentes, e aquecimento do planeta.

Esses impactos evidenciam a necessidade de práticas adequadas de descarte e tratamento de óleos residuais, bem como políticas públicas e programas de educação ambiental para mitigar os efeitos negativos no meio ambiente e na saúde pública.

3. PRODUÇÃO DE SABÃO: EXPLORANDO A QUÍMICA ORGÂNICA

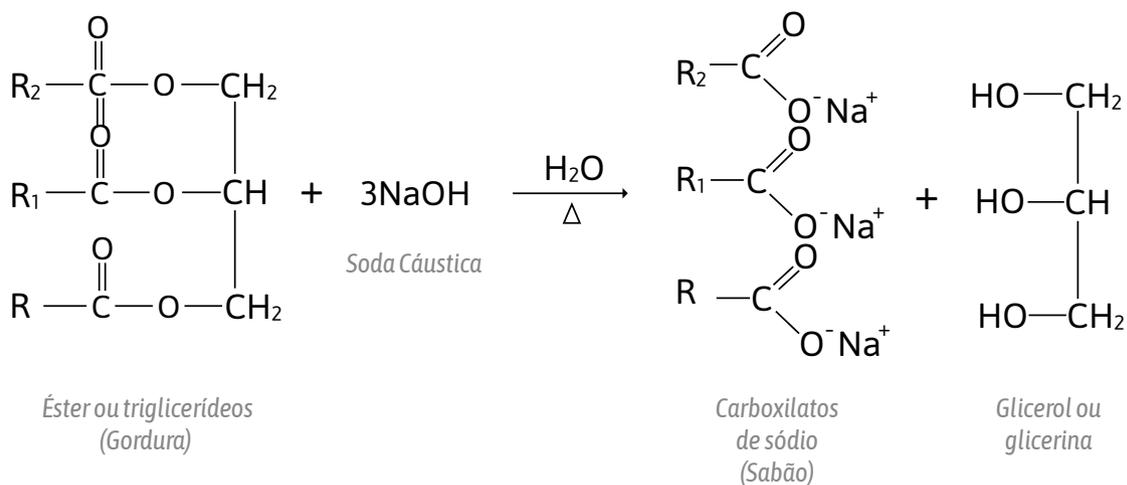
A produção de sabão é um processo fascinante que remonta a tempos antigos, demonstrando a engenhosidade humana ao utilizar recursos naturais para criar produtos essenciais. Desde o século XXV a.C., o sabão tem sido utilizado em diversas culturas, embora a compreensão da sua produção como uma reação química tenha sido estabelecida apenas no século XIX. A descoberta da reação de saponificação por Michel Eugène Chevreul (1786-1889) marcou um ponto de virada, permitindo que a produção de sabão evoluísse de uma arte empírica para uma ciência fundamentada (Reis, 2009).

Apesar da industrialização do processo de fabricação de sabão, a tradição da produção caseira nunca se perdeu. Hoje em dia, muitas pessoas continuam a fabricar sabão em casa, utilizando métodos tradicionais e matérias-primas naturais. Esse movimento, além de preservar conhecimentos ancestrais, também promove a sustentabilidade ao reutilizar óleos de cozinha usados e minimizar o desperdício. A fabricação caseira permite a personalização do sabão, incorporando óleos essenciais, ervas e outros ingredientes naturais que não só melhoram a qualidade do produto, mas também o tornam mais amigável ao meio ambiente.

No Brasil, a produção anual de óleos é da ordem de 6,1 bilhões de litros, dos quais 2,4 bilhões destinam-se a fins comestíveis (Sabesp, 2013). Na maior parte dos casos o destino final do óleo residual gerado anualmente no Brasil acaba sendo o solo, corpos hídricos e aterros sanitários (Novaes, Machado e Lacerda, 2014), além de serem, muitas vezes, despejados nos esgotos (Fonseca *et al.*, 2019), causando entupimento na rede (Nuvolari, 2011).

A reação de saponificação é a base da produção de sabão e envolve a hidrólise de triglicerídeos (gorduras e óleos) em presença de uma base forte, como hidróxido de sódio (soda cáustica) ou hidróxido de potássio. Esse processo gera glicerol e sais de ácidos graxos, que são os componentes do sabão (Conforme ilustrado abaixo – Figura 1).

Figura 1 – Reação de saponificação.



Fonte: Adaptado de Solomons (1996).

Esta reação é uma hidrólise de éster promovida por uma base, também conhecida como reação de saponificação. Nela, os triglicerídeos, que são ésteres de ácidos graxos e glicerol, reagem com uma base forte, como hidróxido de sódio (soda cáustica) ou hidróxido de potássio, para formar glicerol e sais de ácidos graxos, que constituem o sabão. Durante o processo, a base catalisa a quebra das ligações ésteres dos triglicerídeos, resultando na liberação de ácidos graxos livres e glicerol. Estes ácidos graxos livres são então neutralizados pela base, formando os sais de ácidos graxos que são as moléculas ativas do sabão (Allinger, 1976).

Historicamente, as matérias-primas incluíam gorduras animais e cinzas

vegetais, enquanto na produção moderna, óleos vegetais e gorduras animais continuam a ser usados, muitas vezes complementados com aditivos que melhoram a eficiência e propriedades do sabão (Neto e Del Pino, 2009; Peruzo e Canto, 2010).

A importância do sabão na higiene pessoal e doméstica é inegável, sendo um produto essencial para a saúde pública. Ao longo dos séculos, a formulação do sabão evoluiu, incorporando avanços científicos e tecnológicos que facilitaram sua produção em larga escala e aumentaram sua eficácia (Gomes e Dantas Filho, 2021). No entanto, a essência do processo de saponificação permanece a mesma, refletindo uma combinação única de química orgânica e conhecimento tradicional. O estudo da produção de sabão oferece uma janela para entender a química orgânica de uma forma prática e acessível, mostrando como reações químicas simples podem ter um impacto profundo na vida cotidiana.

3.1 ÓLEOS E GORDURAS

Óleos e gorduras são componentes essenciais na produção de sabão, desempenhando um papel crucial na reação de saponificação. Estas substâncias são compostas principalmente por triglicerídeos, que são moléculas formadas por uma unidade de glicerol ligada a três ácidos graxos. A diferença entre óleos e gorduras está na sua composição química e no estado físico em temperatura ambiente: os óleos são líquidos, enquanto as gorduras são sólidas (Solomons, 1996).

Os óleos vegetais, como o de oliva, coco, palma e soja, são amplamente utilizados na produção de sabão. Cada tipo de óleo confere propriedades específicas ao sabão final. Por exemplo, o óleo de coco é conhecido por produzir uma espuma abundante e ter excelentes propriedades de limpeza, enquanto o óleo de oliva é valorizado por suas qualidades hidratantes e suavizantes para a pele. A escolha do óleo ou da gordura pode influenciar a dureza, a espuma, a durabilidade e as propriedades de limpeza do sabão (Richey Júnior, 1986).

As gorduras animais, como o sebo bovino e a banha de porco, também têm uma longa história de uso na produção de sabão. Estas gorduras são ricas em ácidos graxos saturados, que contribuem para a formação de sabões mais duros e duráveis (Silva e Pugte, 2010). Embora o uso de gorduras animais tenha diminuído em algumas áreas devido a preocupações éticas e ao aumento da popularidade dos produtos vegetais, elas ainda são utilizadas em muitas formulações tradicionais e comerciais devido às suas propriedades únicas.

Além das propriedades químicas intrínsecas dos óleos e gorduras, a qualidade e a pureza das matérias-primas também são fundamentais para a produção de um sabão de alta qualidade. A presença de impurezas pode afetar a reação de

saponificação e o produto final. Portanto, a seleção cuidadosa e a preparação adequada dos óleos e gorduras são etapas críticas no processo de fabricação. A purificação, que pode incluir a filtração e o aquecimento para remover contaminantes, garante que a reação de saponificação ocorra de maneira eficiente e que o sabão resultante tenha as propriedades desejadas (Silva e Pugte, 2010).

Óleos e gorduras são os pilares da produção de sabão, determinando suas características físicas e funcionais. A compreensão das propriedades químicas desses componentes permite a formulação de sabões personalizados que atendem às diversas necessidades e preferências dos consumidores. A ciência por trás da escolha e manipulação de óleos e gorduras destaca a complexidade e a sofisticação envolvidas na produção de um produto aparentemente simples, mas essencial para a higiene e o bem-estar humano.

3.2 RENDA EXTRA

A produção de sabão não apenas envolve a aplicação de princípios da química orgânica, mas também tem um impacto significativo na vida de muitas famílias, especialmente em áreas rurais. A fabricação de sabão caseiro pode ser uma fonte valiosa de renda adicional para famílias camponesas, oferecendo uma oportunidade de melhorar suas condições econômicas enquanto contribui para a sustentabilidade ambiental.

Para muitas famílias camponesas, o acesso a recursos financeiros adicionais é crucial para melhorar a qualidade de vida. A produção de sabão pode ser uma atividade lucrativa, pois os ingredientes necessários, como óleos vegetais ou gorduras animais e hidróxido de sódio, são relativamente acessíveis e muitas vezes disponíveis localmente. Além disso, o conhecimento necessário para a fabricação de sabão pode ser facilmente transmitido entre gerações ou através de oficinas comunitárias, tornando a atividade inclusiva e acessível (Pessoa *et al.*, 2026).

A produção de sabão também permite a utilização de óleos de cozinha usados, transformando um resíduo potencialmente prejudicial em um produto valioso (Santos *et al.*, 2023). Isso não só reduz a contaminação ambiental, mas também diminui os custos de produção, aumentando a margem de lucro para as famílias produtoras. Além disso, a venda de sabão caseiro pode criar laços comunitários mais fortes, já que os produtos podem ser comercializados em mercados locais, feiras e entre vizinhos, promovendo a economia local.

As famílias que produzem e vendem sabão conseguem diversificar suas fontes de renda, o que é especialmente importante em períodos de instabilidade agrícola ou econômica. Essa diversificação ajuda a reduzir a vulnerabilidade econômica.

Ademais, a produção de sabão através da aplicação de química orgânica não só tem benefícios científicos e ambientais, mas também sociais e econômicos. Para as famílias camponesas, esta prática pode significar um caminho para a melhoria da renda e das condições de vida, destacando a importância de iniciativas que promovam a sustentabilidade e a autonomia econômica nas comunidades rurais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo ilustrou como a produção de sabão, um processo profundamente enraizado na história humana e química orgânica, interage de maneira significativa com questões ambientais e socioeconômicas contemporâneas. Discutimos como o descarte inadequado de óleo de cozinha contribui para a contaminação das águas, afetando negativamente a qualidade da água e a vida aquática. Ao transformar esse resíduo em sabão, não apenas mitigamos esses impactos ambientais, mas também promovemos a sustentabilidade.

Exploramos a reação de saponificação e a importância dos óleos e gorduras, destacando como a escolha das matérias-primas influencia as propriedades do sabão. A produção de sabão oferece uma janela prática para a química orgânica, demonstrando como reações químicas simples podem ter um impacto profundo na vida cotidiana.

Além dos benefícios ambientais e científicos, a produção de sabão tem um impacto econômico significativo, especialmente para famílias camponesas. Esta prática proporciona uma fonte de renda adicional, contribuindo para a melhoria das condições de vida e promovendo a autonomia econômica. As famílias podem utilizar recursos locais e conhecimentos tradicionais, integrando a produção de sabão com outras atividades rurais, o que fortalece a economia local e promove a sustentabilidade.

Assim, a produção de sabão representa uma interseção harmoniosa entre tradição e inovação, química e sustentabilidade, oferecendo soluções práticas para desafios ambientais e socioeconômicos. Ao promover a produção de sabão, incentivamos práticas mais sustentáveis e ajudamos a melhorar a qualidade de vida de muitas famílias, destacando a importância de iniciativas que integram ciência, comunidade e meio ambiente.



ALBERICI, R. M.; PONTES, F. F. F. Reciclagem de óleo comestível usado através da fabricação de sabão. Espírito Santo do Pinhal: **Engenharia Ambiental**. 2004.

ALLINGER, N. L. **Química Orgânica**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1976. 961 p.

BERTI, A. P; DÜSMAN, E; SOARES, L. C. Efeitos da contaminação do ambiente aquático por óleos e agrotóxicos. **Revista de Saúde e Biologia**, v. 4, n. 1, p. 45-51, 2009.

BORTOLUZZI, O. R S. A poluição dos solos e águas pelos resíduos de óleo de cozinha. 36 fl. **Trabalho de conclusão de curso** (Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Goiás, 2011.

CARMO, R.F.; BEVILACQUA, P.D.; BASTOS, R.K.X. Vigilância da qualidade da água para consumo humano: abordagem qualitativa da identificação de perigos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 13, p. 426-434, 2008.

CAVALCANTE, J. R.; MONTE, M. F. S.; ALMEIDA, M. J. S.; BARREIROS, H.; MORAES, G. L. Percepção ambiental de feirantes que realizam atividades econômicas com a produção de óleo residual de cozinha. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 83202-83224, 2020.

COSTA, D. A.; LOPES, G. R.; LOPES, J. R. Reutilização do óleo de fritura como uma alternativa de amenizar a poluição do solo. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, p. 243-253, 2015.

DABDOUB, J. M.; BORTOLETO, S. A. e colaboradores. Programa de Coleta de Óleos de Frituras. Projeto Biodiesel na Educação Ambiental. **Coletando Óleo e Salvando Vidas**. Ribeirão Preto – SP. 2006.

EL-DEIR, Soraya Giovanetti. Resíduos sólidos: perspectivas e desafios para a gestão integrada. Recife, 1. ed, **EDUFRPE**. 2014.

FAUSTINO, C. V. Caracterização físico-química do óleo residual de fritura tratado com terra clarificante para utilização na produção de biodiesel, 2015. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/172666?mode=full>, acesso em: 20 jun 2024.

FONSECA, J. M.; TELEKEN, J. G.; ALMEIDA, V. C.; SILVA, C. Biodiesel from waste frying oils: Methods of production and purification. **Energy Conversion and Management**, v. 184, p. 205-218, 2019.

GOMES, J. P.; DANTAS FILHO, F. F. Ensino de Química na Educação Básica: Construindo Conhecimentos a partir da produção do Sabão. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 4, p. 249-269, 2021.

MANZOCHI, L. H. Participação do ensino de Ecologia em uma Educação Ambiental voltada para a formação da cidadania: a situação das escolas de 2o grau no município de Campinas. **Dissertação de Mestrado. Campinas. Universidade Estadual de Campinas**. 1994.

NETO, O. G. Z.; PINO, J. C. D. Trabalhando a química dos sabões e detergentes. Porto Alegre: **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 2009.

NOVAES, P. C.; MACHADO, A. M. B.; LACERDA, F. V. Consumo e Descarte do Óleo Comestível em um Município do sul de Minas Gerais. **Revista Ciências em Saúde**, v. 4, n. 3, p. 33-40, 2014.

NUVOLARI, A. Esgoto sanitário coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. 2a edição. **Editora Blucher**. São Paulo. 2011.

OLIVEIRA, B. R.; RUIZ, S. M.; GABRIEL, L. D. S. M.; STRUFFALDI, A. 2014. Sustentabilidade Ambiental e Logística Reversa: Análise das Redes de Reciclagem de Óleo de Cozinha na Região Metropolitana de São Paulo. **Revista ADM.MADE**, v. 18, n. 2, p.115-132, 2014.

PESSOA, L. F., ALVARENGA, M. E., AMARO, R. C., ANDRADE, Â. L. Fabricação de sabão: uma forma de conscientização, geração de renda e inclusão social. **Além dos Muros da Universidade**, v. 1, n. 1, p. 46-53, 2016.

PHILIPPI, J. A.; PELICIONI, M. Educação Ambiental e Sustentabilidade. Barueri, SP. **Manole**, 2005.

RICHEY JÚNIOR, H. G. **Química Orgânica**. 1. ed. Rio de Janeiro: Prentice – Hall do Brasil, 1986.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**, 1. ed. Rio de Janeiro: Prentice, 2004.

SABESP – Companhia De Saneamento Básico Do Estado De São Paulo. Programa de Reciclagem de Óleo de Fritura – **PROL**. 2013.

SANTANA, A. C.; FREITAS, D. A. F. Educação ambiental para a conscientização quanto ao uso da água. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 28, p. 178-188, 2012.

SANTOS, J. S., SILVA, M. N. D. S., SANTOS, U., SANTOS, A. O., ANJOS, N. G., ANJOS, G. S. Da prevenção à sustentabilidade: produção de sabão ecológico em barra e sabonete líquido como estratégias para combater a COVID-19 e promover a educação ambiental. **Trilhas-Revista de Extensão do IF Baiano**, v. 3, n. 2, p. 102-113, 2023.

SCHWANTZ, P. I; ROTH, J. C. G.; SANTOS, E. F.; LARA, D. M. Reciclagem de resíduos oleosos: ação de sensibilização ambiental com alternativas de reciclagem pela produção artesanal de sabão. **Estudo & Debate**, v.26, n. 1, p. 39-55, 2019.

SILVA, B.; PUGET, F. Sabão de sódio glicerinado: Produção com óleo residual de fritura. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1-15, 2010.

SOLOMONS, T. W. G. **Química Orgânica** 2. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC,1996.



ÓLEO DE FRITURA USADO PARA PRODUÇÃO DE SABÃO ECOLÓGICO: UMA REAÇÃO QUÍMICA NO COTIDIANO

*Valtânia Maria da Silva
Edneide Maria Ferreira da Silva*

1. INTRODUÇÃO

A produção de sabão é uma das atividades mais antigas da civilização humana, com registros desde o ano 2.800 a.C. Nesses mais de 4.500 anos de existência o processo passou por diversas evoluções, acumulando um conjunto de experiências práticas, além de estudos teóricos desenvolvidos por vários pesquisadores acerca dessa temática (Borsato; Galão; Moreira, 2004).

A abordagem desse estudo está vinculada a produção do sabão ecológico, que é uma medida sustentável, pois minimiza o descarte do óleo¹ ou gordura animal² comestível já utilizado, no meio ambiente. Além desses componentes, outras substâncias usadas na produção caseira do sabão são consideradas nocivas, devido à ação tóxica de seus compostos, que podem agredir tanto o meio ambiente quanto a saúde humana (Neves; Guedes; Santos, 2010).

Acreditamos que a redução dos impactos ambientais e, conseqüentemente, a melhora na qualidade de vida da sociedade, justificam a constante busca por alternativas tecnológicas aplicadas no gerenciamento e reciclagem de resíduos. No Brasil, a Lei N° 12.305, de 2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) prevê a redução na geração de resíduos e apresenta propostas para a prática de hábitos de consumo sustentáveis. Também estabelece um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem, da reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (Brasil, 2010).

1 Os óleos possuem mais ligações insaturadas ao longo de sua cadeia, por isso seu ponto de fusão e ebulição é menor, ficando líquido em temperatura ambiente com aproximadamente 25° C.

2 As gorduras são geralmente sólidas em temperatura ambiente e seu ponto de fusão e ebulição são maiores comparadas com os óleos.

Nas comunidades, estabelecimentos industriais e comerciais ao redor do planeta, os óleos de fritura são bastante utilizados para fins de preparação de alimentos. Este óleo é um produto com tempo determinado de uso e seu resíduo, gerado diariamente nos lares, indústrias e restaurantes, devido à falta de informação da população, acabam sendo despejados diretamente nas águas, como em rios, riachos ou simplesmente em pias e vasos sanitários, descarte este realizado de forma incorreta, indo parar nos mananciais aquáticos, ou então, jogado em aterros, tornando-se constituinte do lixo, contaminando o solo e a atmosfera (Azevedo *et al.*, 2009).

O despejo de óleo de fritura provoca impactos ambientais significativos: gera graves problemas de higiene e de poluição ambiental. Além disso, sob influência da incidência da radiação solar, a temperatura do óleo pode chegar a 60°C, matando espécies de animais e vegetais, principalmente as bactérias responsáveis pelo processo de decomposição (Alberici e Pontes, 2004).

Nesse contexto, a principal alternativa de possível reaproveitamento de óleos oriundos de processos de frituras, é como matéria-prima na fabricação artesanal de sabão, sendo considerado como simples entre tantos processos de reciclagem. Vários trabalhos têm sugerido fórmulas de sabão ecológico, produzidos a partir do reuso do óleo de fritura e que envolvem tanto ações educativas, no intuito de amenizar os impactos causados pelo descarte de forma incorreta no ambiente, como a produção do sabão em barra para uso no cotidiano, além de evitar a compra de produtos que podem ser fabricados a partir de substâncias que inicialmente seriam descartadas e poderiam contaminar o ambiente.

É válido lembrar que quando retido no encanamento o óleo causa entupimento das tubulações e faz com que seja necessária a aplicação de diversos produtos químicos para a sua remoção. Se não existir um sistema de tratamento de esgoto o óleo acaba se espalhando na superfície dos rios e das represas, contaminando a água e matando muitas espécies que vivem nesses *habitats*.

Nesse sentido, a fabricação de sabão ecológico é uma alternativa de baixo custo para o reaproveitamento do óleo de fritura. Por isso, o texto trata, a partir da experiência na produção de sabão ecológico, sobre práticas diferenciadas para reciclar o óleo de fritura usado, além de contribuir na formação de cidadãos mais comprometidos com os aspectos ambientais. Por outro lado, faz-se necessária a sensibilização da sociedade para os efeitos negativos da destinação incorreta do óleo usado em residências, minimizando o impacto ambiental do descarte inadequado desse resíduo. Diante disso, acreditamos ser necessário criar alternativas ecologicamente corretas para o destino adequado desse produto.

Assim, o presente estudo baseia-se na proposta de aprendizagem significativa, por meio de atividade experimental, que além de realizar a produção do sabão, ainda abordou no componente curricular de Química, o conteúdo de reações orgânicas, especificamente a saponificação, que ocorre quando um éster³ (derivado de ácido carboxílico: RCOOR') em solução aquosa de base inorgânica (hidróxido de sódio: NaOH ou hidróxido de potássio: KOH)) origina um sal orgânico (RCOO⁻Me⁺) e álcool (RCH₂OH). A reação, representada pela Figura 1, demonstra este processo. Além disso, essa discussão ainda pode sensibilizar a comunidade escolar para a necessidade da reciclagem do óleo de cozinha como alternativa para amenizar os impactos causados por este, quando descartado de forma incorreta no meio ambiente.

Figura 1 - Equação representativa da neutralização ácido-base para obtenção do sabão



Fonte: Autoria própria.

Praticamente todos os ésteres são retirados de óleos e gorduras, daí o porquê das donas de casa usarem o óleo comestível para o preparo do sabão ecológico. Com esse entendimento, os objetivos das autoras ao desenvolverem esse trabalho foi contextualizar a aplicação da Química com o cotidiano, proporcionando a aprendizagem significativa aos discentes da EJA por meio da realização da reciclagem do óleo de fritura para a produção de sabão ecológico (reação de saponificação), bem como identificar e caracterizar os compostos orgânicos e a cadeia carbônica do sabão ecológico; reconhecer a reação química que ocorre durante a produção do sabão ecológico; perceber a importância do processo de saponificação ou hidrólise alcalina na produção do sabão ecológico; reconhecer os diferentes tipos de propriedades e componentes químicos presentes no sabão ecológico; promover o ensino por investigação; e relacionar ao processo de ensino escolar a teoria com a prática durante a produção do sabão ecológico.

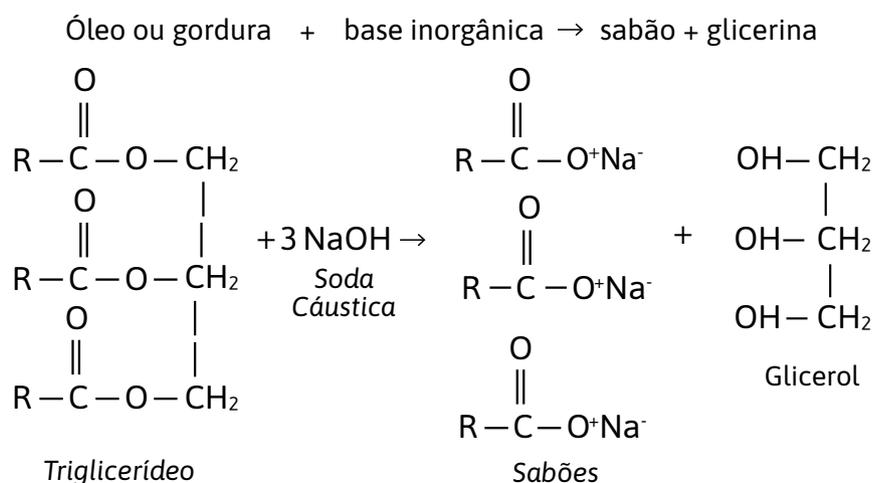
³ Composto orgânico obtido pela reação de condensação entre um ácido carboxílico (RCOOH) e um álcool (HOR). Geralmente são insolúveis em água e têm pontos de ebulição maiores que os hidrocarbonetos de massa molecular semelhante.

2. PROCESSO DE FABRICAÇÃO E PROPRIEDADES DO SABÃO

O sabão é produzido por meio de uma reação química denominada de saponificação ou hidrólise alcalina, pois ocorre pela mistura de um ácido graxo presente em óleos ou gorduras com uma base de alto aquecimento (hidróxido ou carbonato de sódio) na presença de água (Allinger, 1976). Vale destacar, que a produção de sabão, a partir de gordura, é uma das reações mais antigas da humanidade.

Para o meio ambiente o sabão é um produto biodegradável que sofre a ação de decomposição por microrganismos (bactérias, fungos) presentes na natureza. Essa facilidade acontece principalmente devido ao fato de o sabão ter cadeia carbônica linear (Figura 2), isto é, os átomos de carbono estão ligados sequencialmente sem nenhum efeito de impedimento, o que facilita a ação dos microrganismos.

Figura 2 – Reação química de obtenção do sabão e sua cadeia



Fonte: <https://www.manualdaquimica.com/quimica-organica/reacao-saponificacao.htm>

Allinger (1976) enfatiza que os sabões contêm cadeia de ácido graxo com doze ou mais carbonos que são ineficientes em água dura⁴ (Neto; Del Pino, 1997). Por isso, o meio para a degradabilidade de suas moléculas pode variar de acordo com o ambiente e interferir na ação dos microrganismos.

⁴ Água dura é uma substância que apresenta em sua composição química alguns sais minerais como o cálcio e magnésio que diminuem o poder tensoativo do sabão.

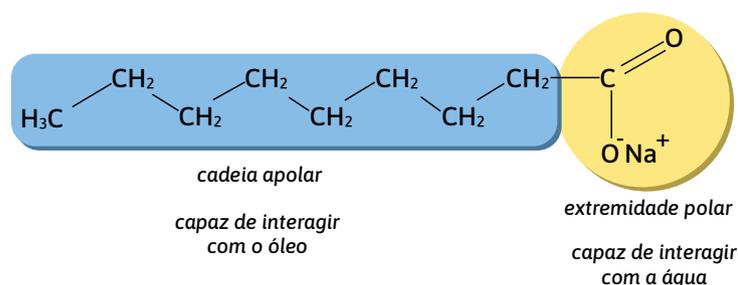
Segundo Mercadante *et al* (2009) os tipos de sabões fabricados variam de acordo com a propriedade de seus componentes. Os óleos e as gorduras por possuírem propriedades diferentes, fabricam sabões diferentes. O óleo ajuda a aumentar a espuma e a suavidade. Em contrapartida junto a gordura é responsável por proporcionar dureza ao sabão.

Neves, Guedes e Santos (2010) alertam sobre o descarte do óleo em locais inapropriados tais como em ralos de pias, caixa de esgoto, terrenos baldios e quintais. Este agride o meio ambiente, pois pode poluir lençóis freáticos, nascentes e córregos, vindo a alcançar rios e represas.

Nesse sentido, o sabão é uma substância obtida pela reação química de óleos ou gorduras com hidróxido de sódio (NaOH) ou de potássio (KOH). Vale destacar, que o sabão produzido com NaOH resulta em um sabão que é suficientemente cristalizado para ser opaco. Já o sabão feito com KOH não cristaliza da mesma forma e, portanto, não é tão sólido ou opaco. Porém, independente da base que se use, ambos limpam exercendo o papel de sabão, apenas têm consistência física diferente quando comparados.

Sendo a reação de um ácido (óleo ou gordura) com uma base (NaOH ou KOH), o produto obtido é sal (sabão) e água (H₂O), de modo que ocorre uma neutralização. Os sais são substâncias que possuem, pelo menos, uma ligação com caráter tipicamente iônico, que por sua vez se caracterizam pelo fato de os elementos ligantes apresentarem acentuada diferença de eletronegatividade, o que dá origem a uma forte polarização, já que se forma um dipolo elétrico. Portanto, dizemos que os sabões, por serem sais, apresentam pelo menos um ponto de forte polarização em sua molécula, tendo uma extremidade positiva e outra negativa, fato que justifica sua interação tanto com a gordura/óleo (hidrofóbica) quanto com a água (hidrofilica) (Figura 3).

Figura 3 – Estrutura linear do sabão



Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/como-sabao-limpa.htm>

2.1 ASPECTOS QUÍMICOS DO SABÃO EM BARRA

De acordo com Veloso *et al* (2012), os óleos residuais de fritura que não podem mais ser utilizados são coletados e reciclados, pois podem ser reutilizados em processos químicos na produção de novos subprodutos como, por exemplo, resinas para tintas, produção de biodiesel, sabonete e sabões em barras.

Para Motta (2007), a fabricação de sabões em barra utiliza o processo de saponificação em que é empregado como matéria prima gordura ou óleo, soda cáustica⁵ e sal que serve como removedor de impurezas.

Os sabões de barra são 100% biodegradáveis, ou seja, totalmente decompostos pela ação de microrganismos existentes na água, sendo que a mesma não fica poluída, é atóxico, tem baixo custo em sua fabricação e é produzido a partir de matérias primas simples (gorduras e óleos). A reação de gorduras e óleos com uma base inorgânica (KOH ou NaOH) para produzir um álcool (glicerol) e o sal de um ácido (sabão) que foi demonstrada na Figura 1, é denominada de reação de saponificação.

Nesse sentido, essa reação ocorre entre um éster uma base inorgânica forte⁶ produzindo sabão e álcool (por muitos autores, considerado um derivado da água pela substituição de um H por um grupo hidroxila – OH).

2.2 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Sabendo que o papel da escola, como lugar privilegiado em que se constrói a cidadania, pela apropriação de ferramentas para a convivência harmoniosa entre os seres humanos e para o acesso igualitário aos bens, tem sido continuamente enfatizado e tem motivado a realização de numerosas investigações e propostas de intervenção (Moreira, 2006). É importante uma aproximação com o processo de ensino e aprendizagem, não somente para conhecer suas metodologias, mas, sobretudo, refletir acerca de diferentes estratégias de ensino.

Nos últimos anos, a educação tem enfrentado diversos desafios, de modo que assumiu um papel de destaque nas discussões sobre os problemas que mais afetam o Brasil. Ainda de acordo com Moreira (2006), um dos grandes desafios do ensino está no emprego de metodologias que estejam envolvidas com a aprendizagem do aluno, capazes de proporcionar a compreensão do conteúdo de forma mais eficaz e significativa.

5 Soda Cáustica: é o nome comercial do hidróxido de sódio (NaOH). É um sólido branco, muito higroscópico (absorve umidade com facilidade), inorgânico, comercializado na forma escamas, pó, lentilhas, pérolas e micro pérolas.

6 Bases derivadas de metais alcalinos (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr).

Nesta perceptiva, é de suma importância conhecer as metodologias que se fazem presentes no processo de ensino, a fim de preencher todas as lacunas de aprendizagem. Isso porque existem diversos tipos de alunos, que possuem diferentes níveis de conhecimentos e estilos de aprendizagem. Martins (2007, p.39), enfatiza que “o importante para o professor é reconhecer que há necessidade de mudanças de atitudes, de renovação corajosa e busca de novos procedimentos didáticos”. Isso se faz necessário para tornar a aula mais atrativa e dinâmica, que motive o aluno a aprender e construir seu próprio conhecimento, o que é conseguido, segundo Nicola e Paniz (2016), com a implantação de novas abordagens didáticas.

De acordo com a Krasilchik (2004) a escolha da abordagem didática a ser utilizada pelo professor será o percurso usado para alcançar as metas e os objetivos educacionais, primeiramente, pensando qual método atrai mais o interesse dos alunos. Neste sentido, segundo esse mesmo autor, as metodologias didáticas orientam o trabalho pedagógico do professor, que precisa estar relacionada com os conteúdos para atingir os objetivos propostos pelo Projeto Político Pedagógico da escola.

Segundo Martins (2007), a história da educação relata que existem diversas formas de aprender, como também de ensinar por meio de estratégias metodológicas e com o auxílio de muitos e variados recursos didáticos. No entanto, “todas as formas de ensinar visam facilitar o ensino e a contornar as dificuldades da aprendizagem e da aquisição de conhecimentos pelos alunos, tanto com o trabalho na escola, quanto fora dela” (Martins,2007, p.30).

Em relação às práticas pedagógicas existem vários tipos de abordagens didáticas. Neste trabalho será abordada o ensino por investigação que tem como foco “colocar o aluno em estado de mobilização, utilizando recursos e abordagens adequados para os alunos e para os conteúdos e objetivos definidos” (Castellar, 2016, p.42). Vale destacar ainda que a autora considera esse método de aprendizagem mais significativo, pois o aluno é visto como o responsável por seu processo de construção de conhecimento além de proporcionar resultados eficazes por apresentarem uma abordagem eficiente que minimizam ou solucionam alguns dos problemas que ocorrem no espaço escolar.

O ensino por investigação é considerado uma abordagem didática voltada à construção de conhecimentos significativos, que visam à formação de alunos como agentes ativos no processo de aprendizado, tanto promovendo a interatividade e a socialização de trabalho em grupo, quanto a integração entre a escola e a comunidade, além disso o aluno é capaz de pesquisar, refletir e discutir os conteúdos trabalhados em sala de aula, tornando assim cidadãos críticos preparados para enfrentar os desafios da sociedade (Martins, 2007).

Neste sentido, o ensino por investigação proporciona ao aluno o desenvolvimento de habilidades cognitivas, a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação (Zompero; Laburú, 2011). É por meio das pesquisas que o aluno se aproxima do conhecimento científico, descobrindo o quanto desconhece aquilo que faz parte de seu dia-a-dia e como os temas disciplinares se inter-relacionam formando o conhecimento (Martins, 2007).

Nesse contexto, o estudante é estimulado por meio de atividades práticas de estudo e de pesquisa individuais ou em grupo, autodeterminação, cooperação, relações mútuas, aplicação de meios de aprendizagem vinculada à prática, à diversidade de informações, aos questionamentos, à reflexão e à discussão (Martins, 2007). Ainda sobre o mesmo autor o ensino por investigação pode se apropriar de métodos de estudo com elementos comuns a outros procedimentos e outras estratégias de ensino e devem estar em sintonia e conexão com os conteúdos do currículo escolar (Martins, 2007). O ensino por investigação é visto como uma abordagem didática, sendo trabalhado em sala de aula a partir do momento que o professor apresenta aos alunos a oportunidade de participar das discussões a fim de compreender o conteúdo abordado (Sasseron, 2015).

O ensino por investigação apresenta possibilidades dos educandos vivenciar teoria e prática, explorando várias habilidades no processo de ensino e aprendizagem. Para desenvolver as atividades investigativas, os alunos interagem com os colegas, com os materiais à disposição, com o conhecimento sistematizado existente, além de expor suas ideias e construir explicações de caráter teórico. Esses fatores visam melhorar o processo de argumentação e de comunicação dos educandos (Sasseron, 2015). Vale destacar que para Zompero e Laburú (2012, p. 676) “essa abordagem propõe-se um ensino em que o aluno tenha um papel intelectual bastante ativo na construção de seu conhecimento”.

De acordo com Carvalho (2009), o ensino investigativo promove o desenvolvimento de atitudes científicas e, por ser sistematizado, aumenta a possibilidade de ampliação do vocabulário dos educandos. Assim, para que uma atividade possa ser considerada de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de observação e manipulação de materiais, ela precisa também ter características de um trabalho científico, isto é, conduzir o aluno a refletir, discutir, explicar e relatar, porém obedecendo as critérios do ensino por investigação científica (Azevedo, 2004). Por esse motivo, o ensino por investigação tem sido objeto de muitas pesquisas, visando colocar em evidência e ganhar espaço nos currículos para atender os objetivos do sistema educacional.

No processo de ensinar por meio da investigação o professor é considerado como mediador, pois auxilia o aluno durante todas as etapas desenvolvida durante a pesquisa. O ensino por investigação é considerado como uma estratégia didática que envolve atividades centradas no aluno, além disso, o professor pode selecionar os conteúdos e diversificar sua prática enquanto docente para buscar formas de romper os obstáculos (Oliveira, 2015). De acordo com Sasseron (2015) o ensino por investigação apresenta uma sequência didática e encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação durante a abordagem sistemática.

Muitos cientistas consideram a prática investigativa para resolver problemas, além de ser realizada de maneira simples a partir de um roteiro de estratégias e ações previamente definidas para alcançar os objetivos (Sasseron, 2015). O mesmo autor considera que a ideia de investigação é obtida por meio da construção de novos conhecimentos os quais devem se basear em resultados teóricos, dados empíricos, análise e confronto de perspectivas. Portanto, a investigação é um processo aberto e de características do próprio problema em análise, tendo forte relação com conhecimentos já existentes e publicado em documentos, além de ser reconhecidos pelos participantes do processo (Sasseron, 2015).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alguns aspectos se mostraram marcantes e necessários de serem explicitados, como por exemplo, a importância em se contextualizar a aplicação da Química com o cotidiano. Com esse estudo constatamos que embora a prática de produção de sabão ecológico seja comum, poucas vezes se faz uso desse tipo de atividade experimental em sala de aula abordando o assunto de reação de saponificação, o que pouco contribuiu para que os discentes possam perceber a importância dessa reação química na produção do sabão ecológico, uma vez que conhecendo os componentes químicos é possível identificar e caracterizar os compostos orgânicos e a cadeia carbônica do sabão ecológico.

Outro aspecto a ser considerado é o entendimento da importância que a reciclagem do óleo de frituras tem, pois quando não se faz o descarte inadequado no solo ou encanamento doméstico, estamos evitando entupimentos e possível contaminação do lençol freático.



ALLINGER, N. L. **Química Orgânica**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1976.

ALBERICI, R. M; PONTES, F. F. F de. Reciclagem de óleo comestível usado através da fabricação de sabão. **Revista Oficial do curso de Engenharia Ambiental – CREUPI**. Espirito Santo do Pinhal, v.1, n.1, p. 73-76, dez 2004. Disponível em: <<http://189.20.243.4/ojs/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=19&layout=abstract%3E>> Acesso em: 18 Jul. 2019.

AZEVEDO, M. C. P. S. de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. de (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

AZEVEDO, O. A. *et al.* **Fabricação de sabão a partir do óleo comestível residual: conscientização e educação científica**. In: SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física, 18, 2009, Vitória – ES. Anais do 18o Simpósio Nacional de Ensino de Física. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/>>. Acesso em: 18 Jul. 2019.

BORSATO, D; GALÃO, O. F; MOREIRA, I. **Detergentes Naturais e Sintéticos: Um guia Técnico**. 2ª edição. Londrina. Universidade Estadual de Londrina, 2004. Edição Revisada.

BRASIL Lei nº 12.305/2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Seção 3. p. 62.

CASTELLAR, S. M. V. **Metodologias ativa: introdução/organizadora**. 1. Ed. São Paulo: FTD, 2016.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.

MARTINS, J. S. **Projeto de pesquisa: estratégias de ensino e aprendizagem em sala de aula**. 2. Ed. Campinas: Armazém do Ipê, 2007.

MERCADANTE, R. *et. al.* Massa base para sabonetes. In_____ **fabricando sabonetes sólidos**. Projeto Gerart VII, [s.n], 2009. Disponível em:<<http://projetos.unioeste.br/projetos/gerart/apostilas/apostila7.pdf>> Acesso em: 18 Jul. 2019.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.

MOTTA, E. F. R. O. **Fabricação de produtos de higiene pessoal**. Dossiê Técnico: REDETEC - Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, mai. 2007.

NEVES, E. O; GUEDES, C. A. M; SANTOS, K. C dos. Empreendedorismo social e sustentabilidade: Um estudo de caso sobre o projeto “Mulheres em ação jogando limpo com a natureza” do IFNMG. **Revista eletrônica de Ciências Empresariais**, Januária, v.1, n. 6, 18 jul. 2010. Disponível em: <http://www.unifil.br/portal/arquivos/publicacoes/paginas/2011/7/343_596_publipg.pdf> Acesso em: 18 Jul. 2019.

NICOLA, J. A; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia, **Rev. NEaD-Unesp**, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016.

VELOSO, Y. M. S *et al.* **Rotas para reutilização de óleos residuais de fritura**. Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 1, p. 11-18, 2012.

OLIVEIRA, K. S de. **O ensino por investigação: construindo possibilidades na formação continuada do professor de ciências a partir da ação-reflexão**. 2015. 199 f. Monografia (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Rev. Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

ZÔMPERO, A. F; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n.

03, p. 67-80, set-dez, 2011. Disponível em <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/%20view/309/715>. Acesso 06 de Janeiro de 2020.

ZÔMPERO, A. F; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Rev. Ensaio**, v. 13, n. 03, p. 67-80, 2012.



PIGMENTOS EXTRAÍDOS DA NATUREZA

*Iêda Batista Feitosa
Aline Estefany Brandão Lima
Fabrícia de Castro Silva*

1. INTRODUÇÃO

Os pigmentos naturais têm sido utilizados desde a pré-história, ou seja, há mais de 30 mil anos, com o intuito de dar cor e registrar histórias e momentos do cotidiano pelos povos antigos. Esses pigmentos, atualmente, são os principais constituintes das tintas usadas em pinturas (Cruz, 2007).

Os pigmentos naturais, sendo os mais antigos conhecidos pela humanidade, destacam-se por sua maior estabilidade e durabilidade em comparação aos corantes. Ao longo dos séculos, eles permitiram a criação de obras de arte e registros visuais que resistiram ao tempo, proporcionando-nos um vislumbre das culturas e civilizações antigas. Em contraste, os corantes, geralmente de origem orgânica, não possuem a mesma durabilidade e estabilidade dos pigmentos inorgânicos (Bezzan, 2021).

Existem também os pigmentos sintéticos, que, segundo Zanoni e seus colaboradores (2016), são compostos orgânicos amplamente utilizados em diversas áreas. Entre os principais setores que empregam esses pigmentos estão a indústria têxtil, farmacêutica, de cosméticos, de plásticos, de couro, fotográfica, automobilística, de papel e alimentícia.

Conforme Barnett e seus pesquisadores (2005), a modernidade é marcada pela expansão dos pigmentos sintéticos, fabricados principalmente a partir do elemento químico cobalto. A combinação de óxido de cobalto com alumínio, fósforo, estanho, zinco e outros metais gera uma grande variedade de cores. Por isso, década de 1990, surgiram muitos pigmentos sintéticos e orgânicos, incluindo os perilenos, perolados e arylides. Esses novos pigmentos permitiram maior transparência, melhor capacidade de mistura e envidraçamento, ampliando as possibilidades criativas e técnicas nas indústrias e nas artes (Barnett *et al.*, 2005).

Mas o uso de pigmentos naturais como material alternativo e não convencional no campo da arte não é algo novo; contudo, é um recurso ainda pouco explorado. Povos antigos já utilizavam plantas, flores, cascas de árvores e raízes para colorir

tecidos, criar obras de arte e cuidar da saúde e bem-estar. Resgatar essas práticas e aprofundar o conhecimento sobre as propriedades dessas plantas é um verdadeiro orgulho na história do nosso país, revelando a rica herança cultural e os saberes tradicionais que moldaram nossa identidade (Mello, 2023).

Os consumidores de produtos coloridos têm mostrado uma crescente rejeição aos corantes artificiais. Simultaneamente, a coloração de alimentos e cosméticos, especialmente utilizando fontes naturais com diferentes classes de pigmentos, ganhou importância na indústria. Embora os pigmentos naturais possuam estabilidade inferior em comparação aos pigmentos sintéticos, eles têm conquistado uma nova fatia do mercado a cada ano (Schiozer e Barata, 2013).

Neste capítulo, apresentaremos os pigmentos encontrados na natureza, explorando os processos de extração, a diversidade e a classificação desses pigmentos. Além disso, discutiremos ideias sobre como integrar o uso desses pigmentos ao ensino de química e ciências, promovendo uma aprendizagem mais contextualizada e prática.

2. PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DE PIGMENTOS NATURAIS

Existem diferentes métodos para extrair pigmentos da natureza, dentre os quais se destacam a maceração, a cocção e a extração por solventes. Cada um desses métodos oferece vantagens distintas e pode ser escolhido com base no tipo de pigmento desejado e na aplicação final.

A maceração envolve o esmagamento das partes das plantas, como folhas, flores e raízes, para liberar os pigmentos. Neste processo ocorre o rompimento mecânico. Neste caso, o atrito entre o material usado para esmagar e a parte vegetal causa o rompimento celular. Esse processo pode ainda ser combinado com a imersão das plantas esmagadas em líquidos como água ou álcool por um período prolongado para facilitar a liberação dos pigmentos. É frequentemente utilizado para extrair cores de ervas e flores delicadas (ex. folhas de manjerição, folhas de Hibiscus) (Soares, Cavalheiro e Antunes, 2001).

A cocção é um método de extração simples, envolve a fervura de partes de vegetais em água quente até a obtenção do pigmento. Neste caso há o rompimento não mecânico ou físico: a termólise, elevação da temperatura na matéria prima, provoca o rompimento celular e assim o pigmento é liberado. Por exemplo, esse método é utilizado para extrair pigmentos de beterraba e pó de café, através da fervura em ebulição (Martins, 2019).

A extração por solventes utiliza líquidos específicos, como acetona, tolueno, metanol ou etanol, para dissolver os pigmentos das plantas, ocorrendo o rompimento

químico, neste tipo de mecanismo, os solventes são usados com a função de desidratar a célula vegetal até o seu rompimento. Este método é eficiente para obter pigmentos de alta pureza e é amplamente utilizado em aplicações industriais que requerem cores intensas e estáveis. A eficácia da extração aumenta com o tempo de infusão, permitindo que mais pigmento seja liberado. Entre os materiais que podem ser colocados em infusão estão pétalas de flores, folhas, raízes, sementes de urucum, lascas de madeira, repolho roxo, beterraba, açafrão e outros (Rocha, 2017).

Ao ensinar esses métodos, professores de química podem ilustrar princípios fundamentais da química orgânica, como solubilidade e interação molecular, ao mesmo tempo em que promovem a sustentabilidade e o uso de recursos naturais disponíveis no campo. Esta abordagem não só enriquece o currículo de química, mas também conecta os estudantes com suas realidades locais, destacando a relevância da ciência na compreensão e valorização do mundo natural ao seu redor.

3. VARIEDADE E CLASSIFICAÇÃO DOS PIGMENTOS NATURAIS

Várias espécies vegetais serviram e continuam a servir como fontes de matéria-prima para a produção de corantes naturais. Entre as plantas que fornecem tons vermelhos, destacam-se a garança (*Rubia tinctorum* L.) e o pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.). Para obter tons de azul, uma das principais fontes é o pastel de tintureiro (*Isatis tinctoria* L.). Já os tons de amarelo são frequentemente derivados do açafrão (*Crocus sativus* L.) (Pezzolo, 2007).

Essas plantas não só fornecem uma paleta diversificada de cores, mas também representam uma conexão histórica com práticas tradicionais de tinturaria. A garança, por exemplo, foi amplamente utilizada na Europa para a produção de vermelho alizarina, um corante essencial na indústria têxtil. O pau-brasil, além de ser uma fonte de corante vermelho, desempenhou um papel significativo na história do Brasil, a ponto de dar nome ao país. O pastel de tintureiro era crucial na Europa medieval para a produção de corantes azuis antes da introdução do índigo das Índias Orientais. O açafrão, além de seu uso como especiaria, é valorizado por sua capacidade de produzir um amarelo vibrante, utilizado tanto na culinária quanto na tinturaria (Bechtold e Mussak, 2009).

A exploração e o estudo dessas plantas continuam a ser relevantes hoje, não apenas para a preservação de técnicas tradicionais, mas também para o desenvolvimento de alternativas sustentáveis e atóxicas aos corantes sintéticos modernos. Os pigmentos possuem estruturas físicas e químicas diferenciadas, o que leva à sua classificação em distintas categorias. As cores predominantes

nas plantas resultam dessas diferentes classes de pigmentos, como clorofilas, carotenoides e flavonoides.

A clorofila é responsável pelas tonalidades verdes e é essencial para a fotossíntese, permitindo que as plantas convertam luz solar em energia. A clorofila é encontrada em grandes quantidades nas folhas, que são os principais locais de fotossíntese, mas também está presente em outras partes verdes da planta, como caules e frutos imaturos (Zanchett, 2023).

Os carotenoides contribuem com cores que variam do amarelo ao vermelho e são encontrados em abundância em folhas, frutas e vegetais. Além de sua função estética, eles desempenham um papel crucial na fotossíntese e na proteção contra danos oxidativos. Esses pigmentos são lipossolúveis e se classificam em dois grupos: xantofilas e carotenos. As xantofilas contêm oxigênio em sua estrutura molecular, enquanto os carotenos não possuem oxigênio (Lopes, 2000).

Os flavonoides são uma classe de compostos fenólicos encontrados no reino vegetal. São estruturas químicas que agem na polinização, na proteção contra insetos, fungos, raios ultravioletas e outras funções importantes para o desenvolvimento da planta (Essentia, 2020), por sua vez, proporcionam uma ampla gama de cores, incluindo amarelo, azul e vermelho, e são conhecidos por suas propriedades antioxidantes. Eles estão presentes principalmente nas flores e frutos, onde ajudam a atrair polinizadores e dispersores de sementes, além de proteger as plantas contra os raios UV e infecções microbianas (Essentia, 2020).

Segundo Schiozer e Barata (2013), esses pigmentos se concentram particularmente nas folhas, frutos, vegetais e flores das plantas, que são os maiores produtores desses componentes. As folhas, ricas em clorofila, exibem uma predominância de verde, enquanto os frutos e flores, que contêm altas concentrações de carotenoides e flavonoides, apresentam uma variedade de cores vibrantes.

Esses pigmentos não só contribuem para a aparência visual das plantas, mas também desempenham funções vitais na saúde das plantas e na ecologia, atraindo polinizadores e dispersores de sementes. A compreensão e o aproveitamento desses pigmentos naturais têm aplicações significativas em diversas indústrias, incluindo a alimentícia, cosmética, farmacêutica e têxtil, onde são valorizados por suas propriedades naturais e atóxicas (Almeida, 2017). O estudo contínuo desses pigmentos e suas fontes vegetais é essencial para o desenvolvimento de produtos sustentáveis e ecologicamente corretos.

4. PIGMENTOS NATURAIS DO CAMPO

O extrato da cenoura (*Daucus carota L.*) é rico em beta-caroteno, o composto

responsável pela sua coloração alaranjada. Além de conferir a cor característica, o beta-caroteno é um precursor da vitamina A, essencial para a saúde da visão, a integridade da pele e o funcionamento do sistema imunológico. Devido a essas propriedades, o extrato de cenoura é amplamente utilizado não apenas na indústria alimentícia, mas também em produtos cosméticos e farmacêuticos, valorizado por seus benefícios nutricionais e estéticos (Rodella e Souza, 2013).

As antocianinas são pigmentos que pertencem à classe dos flavonoides. Amplamente distribuídas na natureza, elas são responsáveis por uma grande parte das cores azul, violeta (roxo) e várias tonalidades de vermelho em muitas espécies vegetais. Podem ser encontradas em uma variedade de plantas de campo, incluindo frutas como uvas escuras, romã e batata doce roxa, e bem como em vegetais como berinjelas e repolho roxo. Além disso, são abundantes em flores como rosas, violetas e tulipas, contribuindo para a diversidade e beleza das paisagens naturais (Malacrida e Motta, 2005).

Stefanuto (2020) acrescenta um fato importante, que esses pigmentos são solúveis apenas em meio aquoso e sua cor sofre alterações em função do pH, podemos usar como alternativa de baixo custo gostas de limão e leite de magnésia para modificar as cores das antocianinas. Essa prática simples permite ao professor não apenas abordar conteúdos de química orgânica, mas também explorar/reforçar temas do segundo ano do ensino médio relacionados a ácidos e bases.

A beterraba apresenta uma coloração vermelho-arroxeadada devido à presença dos pigmentos conhecidos como betalainas. Estes compostos, semelhantes às antocianinas e flavonoides, são hidrossolúveis e dividem-se em duas classes principais: betacianina, responsável pela coloração avermelhada, e betaxantina, responsável pela coloração amarelada. Esses pigmentos caracterizam a coloração típica das raízes de beterraba (Vitti *et al.*, 2003).

Além dos pigmentos já mencionados, existem outros pigmentos naturais que podem ser extraídos de plantas encontradas no campo. Por exemplo, a curcumina, presente no açafrão-da-terra (*Curcuma longa*), é responsável por sua coloração amarelo-dourada e possui propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes, amplamente utilizada tanto na culinária quanto na medicina tradicional. A clorofila, encontrada em praticamente todas as plantas verdes, é fundamental para a fotossíntese e oferece uma tonalidade verde vibrante, sendo utilizada como corante natural e suplemento dietético devido aos seus potenciais benefícios para a saúde. Outro exemplo é a luteína, encontrada em abundância na calêndula (*Calendula officinalis*) e em vegetais de folhas verdes, que contribui para a saúde ocular (Melo *et al.*, 2005).

Outro pigmento notável é o bixina, presente no urucum (*Bixa orellana*). O urucum é uma planta nativa da América do Sul, cujas sementes produzem um pigmento vermelho-alaranjado utilizado tradicionalmente como corante natural. A bixina, além de ser usada na culinária para dar cor a alimentos como queijos e manteigas, também encontra aplicações em cosméticos e produtos farmacêuticos devido às suas propriedades antioxidantes. A versatilidade do urucum como fonte de pigmento destaca sua importância não apenas culturalmente, mas também economicamente, para comunidades locais que cultivam e utilizam essa planta (Garcia *et al.*, 2012).

5. USO DE PIGMENTOS NATURAIS NAS ESCOLAS

Ao trabalhar química orgânica nas escolas do ensino médio do campo por meio dos pigmentos naturais extraídos de plantas da realidade dos discentes, os objetivos traçados à luz da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) incluem compreender a importância da química orgânica na vida cotidiana, reconhecendo sua relevância para processos naturais e tecnológicos. Além disso, visa-se relacionar os pigmentos naturais às características físicas e químicas das plantas locais, promovendo a contextualização e valorização do conhecimento local.

Por meio da investigação dos métodos de extração e identificação de pigmentos naturais, os alunos desenvolvem habilidades práticas de laboratório e análise de materiais orgânicos, enquanto analisam as interações entre pigmentos naturais e fatores externos, como pH, temperatura e luz.

Exploram-se também as aplicações dos pigmentos em diferentes áreas, como alimentos e cosméticos, discutindo questões relacionadas à sustentabilidade e ao impacto ambiental. A interdisciplinaridade é incentivada, integrando conceitos de química orgânica com outras áreas do conhecimento, e promovendo o desenvolvimento de habilidades de comunicação, pensamento crítico e valorização do conhecimento tradicional e local dos alunos.

De acordo com Stefanuto (2020), pigmentos naturais podem ser misturados com cola branca, que atua como um aglutinante ou fixador, para a produção de tintas atóxicas. Este método é especialmente útil em projetos de arte e educação, onde a segurança e a não toxicidade dos materiais são cruciais. A cola branca, sendo um adesivo à base de água, não apenas fixa o pigmento na superfície aplicada, mas também ajuda a manter a consistência da tinta, proporcionando uma aplicação suave e uniforme. Este processo é uma forma acessível e ecológica de criar tintas personalizadas, utilizando recursos naturais e minimizando o impacto ambiental.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscamos apresentar a vasta diversidade de pigmentos naturais encontrados em plantas, destacando sua relevância tanto na ciência quanto na cultura. Através da análise de métodos de extração como a maceração, cocção e extração por solventes, demonstramos como esses processos permitem a obtenção de pigmentos utilizados em diversas aplicações, desde a culinária e cosmética até a indústria farmacêutica. A compreensão dos princípios químicos que regem esses métodos não só enriquece o conhecimento teórico, mas também oferece práticas educativas valiosas para o ensino de química.

Os pigmentos naturais, como as antocianinas, betalaínas, carotenoides e clorofilas, são essenciais para a compreensão das cores na natureza e suas funções biológicas. Esses compostos, com suas diferentes estruturas químicas, ilustram a complexidade e a beleza da química orgânica. Além disso, pigmentos como o beta-caroteno da cenoura e a bixina do urucum mostram como a química pode ser aplicada para melhorar a saúde humana e criar produtos mais naturais e sustentáveis. Ao incorporar esses estudos no currículo escolar, os alunos podem conectar a teoria com a prática, aumentando seu interesse e compreensão da química.

A importância de utilizar pigmentos naturais no ensino vai além da química em si. Essas práticas permitem uma abordagem interdisciplinar, integrando conhecimentos de biologia, ecologia e até mesmo história e cultura. Ao valorizar os recursos locais e tradicionais, os alunos desenvolvem uma apreciação mais profunda pelo meio ambiente e pela biodiversidade. Isso também reforça a importância da sustentabilidade e do uso responsável dos recursos naturais, preparando os alunos para enfrentar desafios ambientais futuros com uma perspectiva informada e ética. Assim, o estudo dos pigmentos naturais extraídos de plantas do campo oferece uma rica oportunidade para aprofundar o conhecimento em química orgânica e outras áreas científicas. Essa abordagem não apenas enriquece o currículo escolar, mas também promove a valorização do conhecimento tradicional e local.

Ao conectar a ciência com a realidade cotidiana dos alunos, incentivamos uma aprendizagem mais significativa e engajada, preparando-os para serem cidadãos conscientes e informados. A química dos pigmentos naturais, portanto, representa um campo de estudo que é ao mesmo tempo profundamente científico e culturalmente enriquecedor.



ALMEIDA, D. F. L. S. **Estudo das Vias Metabólicas das Plantas na Síntese de Pigmentos Naturais**. 61 fl., Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), Universidade Fernando Pessoa, Portugal, 2017.

BECHTOLD, T.; MUSSAK, R. **Handbook of Natural Colorants**. John Wiley & Sons, 2009.

BEZZAN, L. Pigmentos e Corantes. **Editora Opirus**, 2021. Disponível em:< <https://www.editoraopirus.com.br/uploads/mg/materiais/quimica/mg-quimica-6-ano-60462d716db68.pdf>> Acesso em: 23 mar. 2024.

BOLONHA, L. C. **Corantes Naturais x Corantes Artificiais**. 2020. Disponível em: < <https://www.lcbolonha.com.br/2020/07/15/corantes-naturais-x-corantes-artificiais/#:~:text=Corante%20org%C3%A2nico%20natural%20%E2%80%93%20aquele%20obtido,emprego%20de%20processo%20tecnol%C3%B3gico%20adequado.>> Acesso em: 23 mar. 2024.

CRUZ, A. J. **Os pigmentos naturais utilizados em pintura**. Pigmentos e corantes naturais. Entre as artes e as ciências, p. 5-23, 2007, Évora. Disponível em: <http://ciarte.pt/artigos/pdf/200701.pdf> Acesso em: 29 mai. 2024.

GARCIA, C. E. R., BOLOGNESI, V. J., DIAS, J. D. F. G., MIGUEL, O. G., COSTA, C. K. Carotenoides bixina e norbixina extraídos do urucum (*Bixa orellana* L.) como antioxidantes em produtos cárneos. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1510–1517, 2012.

ROCHA, E. M. **Como preparar seus próprios pigmentos naturais?**. 2017. Disponível em: < <https://cruda.com.br/blog/como-preparar-seus-proprios-pigmentos-naturais>> Acesso em: 23 mar. 2024.

SCHIOZER, A. L.; BARATA, L. E. S. **Estabilidade de Corantes e Pigmentos de Origem Vegetal**. 2013. Disponível em:< <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/19149>> Acesso em: 23 mar. 2024.

LOPES, N. **O que é um caratenóide?**. 2020. Disponível em: <<https://nutritotal.com.br/pro/o-que-a-um-carotena-ide/>> Acesso em: 20 mar. 2024.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. DA. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 659–664, 2005.

MARTINS, A. Influências dos métodos de cocção na preservação de compostos bioativos na beta vulgaris, L. **Fag Journal of Health**, v. 1, n. 2, 108-120, 2019.

MELLO, L. P. D. **Resgate do Uso de Pigmentos Naturais no Meio Artístico Utilizando Plantas Tradicionais do Cerrado Brasileiro**, 2023. Disponível em:< https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/239560/mello_lp_tcc_bauru.pdf?sequence=4&isAllowed=y> Acesso em: 22 mar 2024.

PEZZOLO. D. B. **Tecidos: História, Tramas, Tipos e Usos**. 11ed. São Paulo: SENAC, 2007.

SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G.; ANTUNES, P. A. Aplicação de extratos brutos de flores de quaresmeira e azaléia e da casca de feijão preto em volumetria ácido-base. Um experimento para cursos de análise quantitativa. **Química Nova na Escola**, v. 17, p. 408-411, 2001.

STEFANUTO, V. A. **Oficina 1, brincando com as cores: Como fabricar tintas atóxicas a partir da matéria orgânica presentes em nosso dia a dia?** Telêmaco, Borba, PR, 2020. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/573385/2/OFINA%2001%20BRINCANDO%20COM%20AS%20CORES.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2024.

VITTI, M. C. D.; KLUGE, R. A.; YAMAMOTTO L. K.; JACOMINO, A. P. Comportamento da beterraba minimamente processada em diferentes espessuras de corte. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 623- 626, 2003.

ZANONI, B. V. B.; YAMANAKA, H. CORANTES: Caracterização Química, Toxológico, Métodos de Detecção e Tratamento. **Cultura Acadêmica**, 2016. Disponível em:< <https://wordpress.ft.unicamp.br/laeg/wp-content/uploads/sites/33/2017/10/Corantes.pdf>> Acesso em: 19 mai. 2024.

ZANCHETT, C. **Clorofila: Saiba tudo sobre seus benefícios para saúde**. 2023. Disponível em:< <https://my.oceandrop.com.br/clorofila-e-seus-beneficios/>> Acesso em: 19 mai. 2024



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ

APOIO:

