

Integrando Práticas Educacionais, Ciências Ambientais e Engenharia para o Desenvolvimento Sustentável



Integrando Práticas Educacionais, Ciências Ambientais e Engenharia
para o Desenvolvimento Sustentável

Organizador

Dr. Sandro Ribeiro

Editora da Univassouras

2024

© 2024

Presidente da Fundação Educacional Severino Sombra (FUSVE)

Adm. Gustavo de Oliveira Amaral

Reitor da Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Marco Antônio Soares de Souza

Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação Tecnológica da Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Carlos Eduardo Cardoso

Pró-Reitora de Pós-Graduação e Capacitação Profissional

Prof^a Dr^a Cristiane de Souza Siqueira Pereira

Editora-Chefe das Revistas Online da Universidade de Vassouras

Prof^a Lígia Marcondes Rodrigues dos Santos

Editora Executiva Produções Técnicas da Universidade de Vassouras

Prof^a Dr^a Paloma Martins Mendonça

Diagramação

Mariana Moss

Modo de acesso: <https://editora.univassouras.edu.br/index.php/PT/article/view/5144>

In811

Integrando práticas educacionais, ciências ambientais e engenharia para o desenvolvimento sustentável. / Organizado por: Sandro Ribeiro. –Vassouras, RJ : Universidade de Vassouras, 2024.

287 f.

Recurso eletrônico

Modo de acesso:

ISBN: 978-85-88187-92-4

1. Intercâmbio de conhecimentos. 2. Tecnologias Sustentáveis; 3. Conservação Ambiental.

I. Sandro Ribeiro. II. Universidade de Vassouras. III. Título.

Sistema Gerador de Ficha Catalográfica Online – Universidade de Vassouras

Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial. O texto é de responsabilidade de seus autores. As informações nele contidas, bem como as opiniões emitidas, não representam pontos de vista da Universidade de Vassouras.

Organizador

Dr. Sandro Pereira Ribeiro

Comitê de Avaliação

Dra. Cristiane Borborema Chaché

Dra. Cristiane de Souza Siqueira Pereira

Dra. Paloma Martins Mendonça

Conselho Editorial

Profa. Dra. Ariadne Silvia de Farias

Dra. Cristiane de Souza Siqueira Pereira

Prof Dr. Paulo Wilton Luz Câmara

Prof Dr. Adiel Queiroz Ricci

Profa. Dra. Cristiane Borborema Chaché

Prof Dr. Carlos Vitor de Alencar Carvalho

Profa. Dra. Elisabeth Gomes Sanches

Profa. Dra. Irenilda Reinalda Barreto de Rangel Moreira Cavalcanti

Profa. Dra. Isabel Jurema Grimm

Prof. Dr. Marcos Antônio Pereira Araújo

Prof. Dr Marcone Augusto Leal de Oliveira

Prof Dr. Sandro Pereira Ribeiro

Profa. Dra. Paloma Martins Mendonça

Prof Dr Tassio Ferenzini Martins Sirqueira

APRESENTAÇÃO

O Livro Integrando Práticas Educacionais, Ciências Ambientais e Engenharia para o Desenvolvimento Sustentável busca ser um ponto de partida para reflexões profundas sobre como integrar, de forma eficaz, as áreas da Educação, Ciências Ambientais e Engenharia.

Redigido por egressos, alunos, professores e colaboradores das principais Universidades brasileiras. Aborda assuntos relacionados com dissertações, trabalhos de Graduação, Pós Graduação, Aulas práticas e pesquisas acadêmicas como o grupo BIOVASSOURAS do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras- RJ.

A obra visa, com os capítulos, compartilhar educação científica com linguagem acessível para cidadãos de forma simples e direta, além de orientar pesquisas e profissionais para aplicação de ações que possam servir atualmente quanto às futuras gerações em prol do meio ambiente e da coletividade.

PREFÁCIO

Prezados leitores,

É com imensa satisfação que apresento o livro intitulado "Integrando Práticas Educacionais, Ambientais e Engenharia para o Desenvolvimento Sustentável". Esta obra reúne variada abordagem acadêmica de forma interdisciplinar e transversal nas áreas da Educação, Ciências Ambientais e Engenharia. Os temas de cada um dos 34 capítulos, compõem estudos e ações desenvolvidas através de dissertações de Mestrado, trabalho final de curso de Graduação, Pós Graduação, aulas práticas e pesquisas acadêmicas. O Livro desponta em um momento crítico de nossa sociedade na qual a necessidade de repensar as formas de interação entre o homem, a educação, pesquisa científica e o meio ambiente se fazem urgente. Ao longo dos capítulos, são apresentadas e discutidas metodologias inovadoras de vários autores com ênfase em Meio Ambiente, Saúde, Educação para contribuir na incorporação de princípios sustentáveis aos currículos educacionais, bem como em toda sociedade.

Além disso, no decorrer da leitura pode ser promovida reflexões com as experiências acadêmicas vivenciadas pelos autores, sobre o papel da Engenharia, Educação ambiental e Tecnologia na criação, controle e análise de soluções ambientalmente responsáveis. Serão tratadas ações práticas educacionais necessárias para garantir a preservação dos recursos naturais em prol das gerações futuras. O livro também destaca a importância da formação prática dos alunos com a promoção do desenvolvimento de habilidades e competências geradas com ações e pesquisas que servem como apoio para preparar os profissionais, principalmente, para lidar com os desafios complexos e interconectados do século XXI.

Portanto, as ideias são fundamentadas em estudos acadêmicos, nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável-ODS e práticas reais, a obra é um convite à apreciação e referência para ações ambientais, educacionais e de engenharia. É uma leitura indispensável para educadores, profissionais da engenharia, gestores ambientais e todos aqueles comprometidos com a construção de um mundo mais justo e equilibrado.

O Livro retrata também experiências do grupo de pesquisa e extensão BIOVASSOURAS desenvolvido por alunos, egressos e professores do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras-RJ. Neste grupo, ocorre a promoção de capacitação e treinamento de professores e alunos da educação básica com a ciência envolvida na temática da produção de biodiesel, sabão e bioplástico a partir do óleo residual de fritura. O BIOVASSOURAS elabora pesquisas e ações desde o ano de 2018, cadastrado no diretório de grupos da CNPq contribui de forma incisiva com a educação ambiental na região do vale do café do estado do Rio de Janeiro. Sendo assim, nos capítulos serão encontradas práticas apresentadas por diferentes universidades como: Universidade de São Paulo-USP, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- UFRRJ, Universidade Federal de Juiz de Fora-UFJF, Instituto Federal de Educação- IFRJ e do Centro de Educação do Rio de Janeiro- CEDERJ. Também serão expostos problemas relacionados a empresas e indústrias parceiras com a mesma temática do livro.

Então, o objetivo do Livro é compartilhar vivências em ciências, impactos e relevância da educação ambiental em prol do meio ambiente, além de destacar a interconexão entre os ODS e áreas essenciais para o desenvolvimento sustentável.

Neste contexto, com a crescente demanda por soluções que promovam o equilíbrio entre progresso econômico, equidade social e preservação ambiental, o livro oferece apoio e meditação profunda sobre três diferentes áreas fundamentais do conhecimento que podem convergir para otimizar a construção de um futuro mais sustentável.

Convido, portanto, todos os leitores a se engajarem nesta jornada de aprendizado e análise, e com isso, contribuirão com suas próprias ações em prol de um desenvolvimento sustentável.

Boa leitura!

Dr. Sandro Pereira Ribeiro

Sumário

Educação Ambiental Na Prática: Estudo De Caso Do Projeto Agrofloresta Na Escola Municipal José Pereira Da Silva, Paty Do Alferes/RJ	9
Biodiesel: Uma Caminhada Para A Sustentabilidade	15
Atuação Científica Nas Redes: Panorama Breve	18
Além Dos Raios: Como A Bobina De Tesla Pode Contribuir Para Um Futuro Sustentável.....	24
Educação Ambiental E Jogos Lúdicos Como Estratégias De Controle De Arboviroses.....	29
Panc: Uma Abordagem Para A Promoção Da Saúde E Sustentabilidade Ambiental.....	41
Raízes Do Futuro: Ação Comunitária De Reflorestamento Em Prol Da Sustentabilidade E Mitigação Às Mudanças Climáticas.....	44
Desenvolvimento Sustentável De Produtos: Uma Análise De Ferramentas Para Torná-La Possível	55
Engenharia Econômica: Estudo De Viabilidade Econômica Aplicado Na Construção Civil	68
Implementação Do Sistema Just In Time Em Uma Reformadora De Pneus	77
Fortalecimento Da Educação Ambiental Através Da Reciclagem Do Óleo Residual De Fritura Em Escolas	86
As Políticas Públicas Para A Educação Ambiental E As Contribuições Dos Espaços Não Formais De Ensino	92
Da Iguaria À Praga: O Caso Do Caramujo Gigante Africano E A Importância Da Gestão Integrada Para O Desenvolvimento Sustentável	97
Aplicação Do Ácido Hipocloroso (Anólito) Na Educação Ambiental.....	103
Transformação De Óleo De Fritura Em Biodiesel: Ação Extensionista Do Projeto Biovassouras (2023-2024) Alinhada Ao Plano Nacional De Pós-Graduação (PnpG 2024-2028).....	113
O Papel Das Ciências Ambientais Na Formação Do Aluno De Ensino Médio Nas Escolas Estaduais Do Estado Do Rio De Janeiro Frente Aos Desafios Da Nova Matriz Curricular Brasileira	121
A Ciência No Ensino: Transformação De Óleo De Fritura Em Biodiesel E Sabão	125
A Riqueza Oculta Sob A Terra: O Potencial Do Esgotamento Sanitário Em Um Município Do Médio Paraíba.....	132
A Química Computacional Como Ferramenta Sustentável No Design De Fármacos	138
Aplicações De Metodologias Ativas No Ensino De Química: Relato Do Curso “Laboratório Virtual: A Química Das Moléculas”	145
Competências, Habilidades, Atitudes E O Desenvolvimento Sustentável	154

Inundação, Vulnerabilidade Social E Educação Ambiental: Uma Abordagem Integrada No Contexto Brasileiro E Do Município De Paraíba Do Sul, RJ	159
Tratamento Combinado De Lixiviado De Aterro Sanitário E Esgoto Doméstico Pelo Processo Pact®: Influência Do Tempo De Residência	162
Monitoramento Volumétrico De Aterro Sanitário Utilizando Aeronave Remotamente Pilotada	170
Sustentabilidade Em Foco: Produção De Bioplástico A Partir De Resíduos Orgânicos.....	178
Monitoramento De Poluentes Emergentes Na Bacia Do Rio Pirai	183
Análise Da Qualidade Da Água Utilizada Na Produção E Distribuição De Alimentos Em Uma Rede De Supermercados No Município De Paraíba Do Sul – RJ	198
Aprendizagem Baseada Em Projetos Para O Desenvolvimento Sustentável: Produção De Biodiesel Na Educação Básica.....	204
Nutrição E Sustentabilidade: Um Encontro De Sabores E Saberes No Vale Verdejante	211
Química Computacional No Estudo De Sistemas Baseados Em Grafeno Para A Captura De Dióxido De Carbono (Co2)	216
Capacitação De Professores Com Enfoque Na Ciência Envolvida Na Produção De Biodiesel, Sabão E Bioplástico Utilizando Óleo Residual De Fritura	223
Utilização Da Síntese Do Ácido Acetilsalicílico E Determinação Quantitativa Como Incremento Em Disciplina Experimental De Química Orgânica	227
Os Impactos Da Educação Para O Desenvolvimento Sustentável.....	231
Metodologia De Ensino Das Disciplinas De Práticas Extensionistas Areladas À Produção Científica: Um Estudo De Caso No Curso De Engenharia Civil Da Univassouras Campus Maricá	235
Vulnerabilidades Socioambientais Aos Extremos De Inundação No Município De Paracambi/Rj: Impactos E Respostas Necessarias	250
Controle Alternativo Da Gomose (<i>Phytophthora nicotianae</i> var. <i>parasitica</i>) Em Plantas De Rosa-Do-Deserto (<i>Adenium obesum</i>)	257
Efeito Da Urina De Vaca Na Quebra De Dormência De Sementes De Pinha (<i>Annona squamosa</i> L.): Uma Alternativa Sustentável Para A Agricultura Familiar	273

EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA PRÁTICA: ESTUDO DE CASO DO PROJETO AGROFLORESTA NA ESCOLA MUNICIPAL JOSÉ PEREIRA DA SILVA, PATY DO ALFERES/RJ

Palavras Chaves: Educação Ambiental; Agrofloresta; Paty do Alferes.

José Carlos Dias – Mestrando em Ciências Ambientais do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras e Bacharel em Direito pela Faculdade de Miguel Pereira.

Sandro Pereira Ribeiro - Possui graduação em Licenciatura Química e Química Industrial pela Universidade de Vassouras - RJ (2006); Mestrado em Química pelo Instituto Militar de Engenharia - IME - RJ (2010); Doutorado e Pós doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG; Professor do curso de Engenharia Química da Universidade de Vassouras-RJ; Professor do Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras- RJ.

Cristiane Borborema Chaché – Doutora em Sociologia e Direito pelo Programa de Pós-Graduação em Sociologia e Direito da Universidade Federal Fluminense (PPGSD/UFF) e Docente do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras. cristiane.chache@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

A educação ambiental, reconhecida como um elemento central para a promoção do desenvolvimento sustentável, tem se consolidado como um campo de prática e reflexão que transcende a sala de aula convencional. Em Paty do Alferes, o fortalecimento dessa área está alicerçado em legislações locais como o Plano Municipal de Educação, instituído pela Lei nº 2.181 de 2015, e o Código Municipal de Meio Ambiente, regido pela Lei nº 1.691 de 2010. Essas normativas articulam metas educacionais e estratégias ambientais que dialogam diretamente com os ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, promovendo a integração entre a educação e a sustentabilidade no âmbito municipal.

O Plano Municipal de Educação prevê, entre suas diretrizes, a inclusão de práticas pedagógicas interdisciplinares voltadas à educação ambiental, preparando alunos para os desafios socioambientais contemporâneos. Complementarmente, o Código Municipal de Meio Ambiente estabelece como prioridade a participação da comunidade no Sistema Municipal de Meio Ambiente (SISNAMA), instituído pela Lei Federal nº 6.938 de 1981, incluindo a educação ambiental como eixo estratégico para a preservação e conservação dos recursos naturais do município. Este panorama reflete o compromisso local com uma agenda integrada de desenvolvimento sustentável que também encontra respaldo na literatura acadêmica. Pimentel e Menezes (2022) destacam que o fortalecimento da educação ambiental passa pela articulação entre políticas públicas, práticas escolares e a participação comunitária, criando uma base sólida para a ação transformadora.

Nesse contexto, o Projeto Agrofloresta na Escola, desenvolvido na Escola Municipal José Pereira da Silva, emerge como um exemplo prático de como as políticas públicas podem ser traduzidas em ações concretas. O projeto alia princípios agroecológicos à prática pedagógica, promovendo a alfabetização ecológica e o pensamento crítico entre os estudantes. Como enfatiza Stefano Francisco Duarte de Carvalho, engenheiro ambiental e sanitarista formado pela Universidade de Vassouras, mestre em biologia vegetal e atualmente doutorando na mesma área pela UERJ – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, idealizador do projeto, em entrevista concedida para esta pesquisa por meio eletrônico em 29 de novembro de 2024, a iniciativa busca “expandir o conceito de sala de aula, utilizando as florestas como espaço pedagógico”, integrando saberes locais e tradicionais à educação formal, além disso, o projeto incorpora ferramentas inovadoras, como desenvolvimento de jogos educativos, materiais informativos e práticas que integram saberes ecológicos e agroflorestais, para engajar os alunos e promover a alfabetização ecológica de forma lúdica e interdisciplinar. Estudos como o de Mugglerr, Pinto Sobrinho e Machado (2006), reforçam a importância de práticas educativas que promovam a interação direta com o ambiente natural, argumentando que a conexão com o solo e os ecossistemas é essencial para o aprendizado crítico e sustentável.

Além disso, o projeto reflete os princípios de descolonização epistêmica, valorizando conhecimentos indígenas, quilombolas e agrícolas locais, o que, segundo Iared, Ferreira e Hofstatter (2022), contribui para a construção de uma educação ambiental plural e inclusiva. Essa abordagem possibilita o diálogo entre diferentes saberes, criando uma ponte entre ciência, cultura e práticas pedagógicas, como também defendido por Alves e Pereira (2024), que enfatiza o papel da comunidade na construção de uma educação ambiental crítica e emancipatória.

Portanto, o presente estudo visa explorar como as políticas públicas locais e as práticas pedagógicas inovadoras, como as implementadas no Projeto Agrofloresta na Escola, podem atuar como catalisadores para a transformação educacional e ambiental. Fundamentado em uma análise qualitativa e interdisciplinar, este trabalho busca contribuir para a compreensão dos desafios e das potencialidades de iniciativas que alinhem os princípios ambientais às especificidades locais, oferecendo um modelo replicável de integração escola-comunidade para o desenvolvimento sustentável.

DESENVOLVIMENTO

A integração entre educação ambiental, políticas públicas e práticas pedagógicas tem demonstrado um potencial transformador em contextos escolares, especialmente em áreas rurais e com forte conexão com saberes tradicionais. Em Paty do Alferes, o Projeto Agrofloresta na Escola exemplifica como iniciativas alinhadas a marcos legais locais, como o Plano Municipal de Educação (Lei nº 2.181/2015) e o Código Municipal de Meio Ambiente (Lei nº 1.691/2010), podem ressignificar o papel da escola como espaço de aprendizagem e conscientização ambiental. Conforme Akamine (2023) ressalta, projetos educativos que se conectam aos ODS promovem uma educação crítica, emancipatória e voltada para a transformação social e ambiental.

Desde sua implementação em 2018, o projeto tem promovido a alfabetização ecológica por meio de práticas pedagógicas que combinam a teoria com atividades práticas em agroflorestas. O entrevistado Carvalho (2024), idealizador do projeto, descreve a abordagem como uma forma de “expandir a sala de aula”, utilizando os espaços externos como laboratórios vivos para a experimentação e o aprendizado. Entre as práticas desenvolvidas estão o manejo de hortas agroflorestais, a identificação de insetos, oficinas de solo e dinâmicas interdisciplinares que integram disciplinas como biologia, geografia, história e matemática. Segundo Mugglerr, Pinto Sobrinho e Machado (2006), esse tipo de integração prática é essencial para consolidar uma educação que vá além do ensino tradicional, conectando os alunos diretamente aos processos ecológicos e suas interações.

Entre as práticas realizadas no projeto, destacam-se também os subprojetos criativos desenvolvidos ao longo dos anos, que incluem a criação de jogos educativos, como o Ecotrunfo Agroflorestal e quebra-cabeças baseados em mapas agroflorestais, que ajudam a consolidar o aprendizado de forma lúdica, conforme descrito pelo entrevistado Carvalho, (2024). Além disso, foram produzidos folhetos informativos sobre plantas medicinais e aromáticas, que aproximam os alunos de saberes locais e tradicionais. As aulas sobre práticas de produção animal, adaptadas ao contexto agroflorestal, também enriqueceram a abordagem educativa, oferecendo uma perspectiva mais ampla sobre os ecossistemas e suas interações. Essas iniciativas diversificam o aprendizado, reforçando a interdisciplinaridade e engajando os alunos em múltiplas dimensões do conhecimento ambiental. (CARVALHO, 2024).

O impacto do projeto na comunidade escolar vai além dos resultados pedagógicos imediatos. A valorização dos saberes locais, como práticas agrícolas tradicionais e conhecimentos quilombolas, cria um diálogo entre tradição e ciência, promovendo o que Akamine (2023) define como uma “educação de qualidade e inclusiva”. Além disso, essas práticas estimulam a participação da comunidade, fortalecendo a relação entre a escola e os moradores locais. Alves (2024) observa que essa integração é fundamental para a construção de um senso de pertencimento e de responsabilidade compartilhada pelo território e seus recursos naturais.

Um exemplo marcante das atividades do projeto é a criação de uma horta agroflorestal, onde os alunos participam de todas as etapas, desde o planejamento até a colheita dos alimentos. Essas atividades não apenas conectam os estudantes aos ciclos naturais, mas também incorporam práticas de sustentabilidade alimentar, utilizando os alimentos produzidos na merenda escolar e distribuindo o excedente entre as famílias (CARVALHO, 2024). Alves e Pereira (2015), destacam que projetos escolares que incorporam

práticas de sustentabilidade alimentar têm o potencial de transformar a relação das crianças com a alimentação, promovendo hábitos saudáveis e uma maior valorização dos alimentos como parte do ecossistema.

Contudo, a consolidação do projeto enfrentou desafios significativos, como o tempo necessário para transformar os espaços escolares em agroflorestas plenamente funcionais e o engajamento inicial de alunos e professores. Como ressaltado por Iared, Ferreira e Hofstatter (2022), práticas educativas que envolvem mudanças físicas e culturais demandam paciência e consistência, pois a transformação dos espaços naturais e sociais ocorre de forma gradual. Apesar disso, a continuidade do projeto e a ampliação de seus resultados demonstram como o planejamento a longo prazo e o apoio da comunidade podem superar essas dificuldades.

Além dos impactos locais, o projeto aponta para possibilidades de replicação em outras escolas de Paty do Alferes e até mesmo em outros municípios. A institucionalização como política pública municipal, conforme sugerida no Código Municipal de Meio Ambiente, poderia garantir a expansão e a sustentabilidade dessas iniciativas, ampliando o alcance dos benefícios. Reis, Kokke e Thomé, (2024) enfatizam que políticas públicas que integram educação e meio ambiente são fundamentais para criar contextos favoráveis à educação ambiental transformadora, promovendo o alinhamento entre as necessidades locais e as metas globais.

Portanto, o Projeto Agrofloresta na Escola não é apenas uma iniciativa educacional, mas um modelo de integração entre escola, comunidade e meio ambiente. Ele demonstra como os marcos legais locais, associados a práticas pedagógicas inovadoras e à valorização de saberes tradicionais, podem promover uma educação ambiental crítica, alinhada às demandas do século XXI. Mais do que um exemplo pontual, o projeto serve como inspiração para que outras escolas e comunidades adotem práticas similares, fortalecendo a agenda global de sustentabilidade e justiça social.

CONCLUSÃO

O Projeto Agrofloresta na Escola, implementado na Escola Municipal José Pereira da Silva, em Paty do Alferes, é um exemplo concreto de como práticas pedagógicas podem ser integradas a políticas públicas e ao contexto local para promover uma educação ambiental crítica e transformadora. Fundamentado em marcos legais como o Plano Municipal de Educação e o Código Municipal de Meio Ambiente, o projeto transcende os limites da sala de aula tradicional, utilizando espaços agrofloretais como laboratórios vivos de aprendizado. Essa abordagem, como destacado por autores como Mugglerr, Pinto Sobrinho e Machado (2006); Bezerra et al, (2010); Alves e Pereira (2015), já reforçava o papel da escola como agente de mudança social e ambiental, promovendo uma conexão profunda entre os alunos, a comunidade e o meio ambiente.

Ao longo de sua trajetória, o projeto tem demonstrado impactos significativos na formação dos alunos, que passaram a compreender e valorizar os ciclos ecológicos, os serviços ecossistêmicos e os saberes tradicionais. As atividades práticas e interdisciplinares, aliadas à produção sustentável de alimentos, não apenas enriqueceram o currículo escolar, mas também fortaleceram a integração entre a escola e a comunidade. Esse modelo educativo, como argumentado por Reis, Kokke e Thomé, (2024), evidencia que a educação ambiental pode transformar a relação das crianças com o ambiente ao seu redor, incentivando o pensamento crítico e a cidadania ativa.

Contudo, os desafios enfrentados pelo projeto, como o tempo necessário para consolidar as agroflorestas e o engajamento inicial de alunos e professores, refletem a complexidade de implementar mudanças estruturais e culturais em um ambiente educacional. Iared, Ferreira e Hofstatter (2022) salientam que projetos como este demandam planejamento de longo prazo, consistência e o apoio de políticas públicas para garantir sua sustentabilidade e replicabilidade.

Nesse sentido, o reconhecimento do projeto como uma política pública municipal, alinhada aos ODS, é essencial para ampliar seu alcance e impacto. A institucionalização e a replicação do modelo em outras escolas podem consolidar a educação ambiental como eixo estratégico para o desenvolvimento sustentável em Paty do Alferes e além. Iared, Ferreira e Hofstatter (2022), destacam que apenas com a articulação entre políticas públicas, práticas educativas inovadoras e a participação comunitária será possível alcançar uma transformação social e ambiental efetiva.

Os subprojetos desenvolvidos no âmbito do Agrofloresta na Escola, como os jogos educativos, materiais

informativos e aulas práticas diversificadas, ilustram a criatividade e a versatilidade do projeto (CARVALHO, 2024). Essas ações, além de promoverem a alfabetização ecológica, mostram como é possível integrar a educação ambiental ao cotidiano escolar de forma inovadora e engajante, consolidando a proposta do projeto como um modelo inspirador para outras comunidades e escolas.

Assim, o Projeto Agrofloresta na Escola representa um marco no campo da educação ambiental, ao integrar teoria, prática e participação comunitária em um modelo que valoriza a sustentabilidade, a justiça social e os saberes locais. Ele serve não apenas como inspiração, mas também como referência para que outras comunidades e escolas possam implementar iniciativas semelhantes, fortalecendo a construção de uma sociedade mais consciente e comprometida com a preservação do meio ambiente e a promoção do bem-estar coletivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAMINE, M. de B. C.; OLIVEIRA, E. M. de; SHIOTA, H. C. Q. **A Rota de Integração Latino-Americana (RILA): os desafios da educação sob a ótica dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS). Interações (Campo Grande)**, Campo Grande, p. 1, 8 dez. 2023. Universidade Católica Dom Bosco. <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v24i4.4216>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/inter/a/RZX8YZfFhC9SmKCZjgzJQqc/?lang=es>. Acesso em: 30 nov. 2024.

ALVES, T. F. G.; PEREIRA, M. de P. A Educação Ambiental Como Ferramenta Pedagógica no Ensino Infantil: projeto reciclando com o sr. pet. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., 2015, Porto Alegre. Anais do VI Congresso Brasileiro De Gestão Ambiental. Porto Alegre: **Ibeas – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais**, 2015. p. 1-8. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/VII-049.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2024.

AMARAL, G. C. do; VARGAS, A. B. de; ALMEIDA, F. S. Efeitos de atributos ambientais na biodiversidade de formigas sob diferentes usos do solo. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 660-672, 30 jun. 2019. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509833811>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/qYT6m4cmdbFhdQzgxvCvQMC/?lang=pt>. Acesso em: 30 nov. 2024.

ANDRADE, D. F. de; LUCA, A. Q. de; SORRENTINO, M. O diálogo em processos de políticas públicas de educação ambiental no Brasil. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 33, n. 119, p. 613-630, jun. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-73302012000200015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/v6sVMwcWMQ3Q3L7qwtgXKNf/?lang=pt>. Acesso em: 30 nov. 2024.

BEZERRA, Z. F.; SENA, F. A.; DANTAS, O. M. dos S.; CAVALCANTE, A. R.; NAKAYAMA, L.; SANTANA, A. R. de. Comunidade e escola: reflexões sobre uma integração necessária. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 37, p. 279-291, maio 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-40602010000200016>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/Q8XbHj8zhLjgLn9TM-Qmh8q/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 30 nov. 2024.

BRASIL. **Lei nº 6931, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2 set. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 30 nov. 2024.

CARVALHO, S. F. D.; MORAES, C. S.; ALMEIDA, L. S.; SILVA, N. C. B. **Ecotrunfo Agroflorestal**. 2023. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - jogo).

CARVALHO, S. F. D. de. **Entrevista concedida a José Carlos Dias**. Meio Eletrônico. Paty do Alferes, RJ. 29 nov. 2024.

FARIAS FILHO, E. N. de; FARIAS, C. R. de O. A Educação Ambiental nos microcontextos de produção do currículo na escola. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 37, 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.78254>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/M6crWM3zJmKNS-GVQ7rhSgVC/?lang=pt>. Acesso em: 30 nov. 2024.

FLORIANO, M. D.; LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental em Duque de Caxias, RJ: contradições entre o discurso hegemônico e as questões socioambientais do território. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 38, 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1984-0411.83004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/LNvN6PrWsmQ9rsSjKx6J4fk/?lang=pt>. Acesso em: 30 nov. 2024.

IARED, V. G.; FERREIRA, A. C.; HOFSTATTER, L. J. V. Por mais experiências estéticas da natureza em

escolas públicas de educação básica. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 38, 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1984-0411.78109>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/cL74khJHM-f4ghPT3K3rntRK/?lang=pt>. Acesso em: 30 nov. 2024.

MARTINS, P.; SILVA, A. C. S.; MANESCHY, D. M.; SÁNCHEZ, C.; AMBIVERO, M. C.; LOPES, A. F. Educação Ambiental Crítica, da Teoria à Prática Escolar: Análise da experiência de um projeto no contexto de uma escola pública do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 86–102, 2019. DOI: 10.34024/revbea.2019.v14.2683. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/2683>. Acesso em: 1 dez. 2024.

MUGGLER, C. C.; PINTO SOBRINHO, F. de A.; MACHADO, V. A. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 733-740, ago. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832006000400014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/Nm8pcwCzY4dh87dzkzQKQ9z/?lang=pt>. Acesso em: 30 nov. 2024.

MUNICIPIO DE PATY DO ALFERES. **Lei Municipal nº 1691, de 20 de dezembro de 2010**. Institui o Código de Meio Ambiente do Município de Paty do Alferes, dispõe sobre o Sistema Municipal de Meio Ambiente - SISMAMA e procedimentos para o licenciamento ambiental municipal. Paty do Alferes: Diário Oficial de Paty do Alferes, 20 dez. 2010. Disponível em: <https://www.patydoalferes.rj.leg.br/leis/lei-organica-municipal/codigo-de-meio-ambiente/codigo-de-meio-ambiente-lei-1-691-de-20-de-dezembro-de-2010/view>. Acesso em: 30 nov. 2024.

MUNICIPIO DE PATY DO ALFERES. **Lei Municipal nº 2181, de 23 de junho de 2015**. Aprova o Plano Municipal de Educação - PME e dá Outras Providências. Paty do Alferes: Diário Oficial de Paty do Alferes, 23 jun. 2015. Disponível em: https://www.mprj.mp.br/documents/20184/174657/Paty_do_Alferes_Lei_2.181_15_Plano_Municipal_de_Educacao.pdf. Acesso em: 30 nov. 2024.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 1 nov. 2024.

PIMENTEL, S. K.; MENEZES, P. D. R. de. The Peoples' Web and the university: agroecology, insurgent traditional knowledge and epistemic decolonization. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 25, 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200094r1vu20221ao>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/CSFqgktBFfzZjMxXNZb8sDd/?lang=pt>. Acesso em: 30 nov. 2024.

ROSA, M. A.; KAUCHAKJE, S.; FONTANA, M. I. Educação ambiental na escola: literatura internacional e análise de estudos brasileiros. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 29, p. 1-25, 2024. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-24782024290030>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/X6C5J8wbPpfLH6PwLySGThb/?lang=pt>. Acesso em: 30 nov. 2024.

SOUZA, B. S. e; SOUZA, R. G. de; FERREIRA, A. B.; FIORE, F. A. Definição de Indicadores de Sustentabilidade Aplicáveis a Unidades Educacionais. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 27, p. 1-22, 2024. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20214r1vu27l2ao>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/ZnX5TLk9NTnZcLTW3YPWCwP/?lang=pt>. Acesso em: 30 nov. 2024.

TURKE, N. H.; TSUZUKI, F.; MAISTRO, V. I. de A.; BASTOS, V. C. Caminhando pela preservação: o lúdico como proposta para o ensino de Educação Ambiental / Walking for preservation: the ludic as a proposal for de education of Environmental Education. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 5, n. 10, p. 22286–22295, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n10-355. Disponível em: <https://ojs.brazilian-journals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/4187>. Acesso em: 30 nov. 2024.

BIODIESEL: UMA CAMINHADA PARA A SUSTENTABILIDADE

Palavras Chaves: Educação Ambiental; Biocombustível; Práticas.

Renata Takabayashi Sato – Doutora em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora- MG; Analista de Controle de Qualidade da Nativita Farmacêutica, Juiz de Fora – MG. renata.sato@ice.ufjf.br

INTRODUÇÃO

Atualmente, tem-se uma preocupação com a natureza devido à escassez de seus recursos naturais, em decorrência da ação do homem e do aumento das indústrias, que são geradoras de resíduos poluentes. O uso de combustíveis fósseis, como petróleo e carvão mineral, impacta diretamente na preservação ambiental. Além disso, essas fontes de energia não são renováveis, pois sua regeneração demanda um grande período de tempo, ou seja, são finitas ou esgotáveis. São também altamente poluentes, causando, i danos ao meio-ambiente, como a emissão de gases de efeito estufa e a liberação de compostos poluentes na atmosfera.

A sustentabilidade surge para fazer com que haja um equilíbrio ambiental, econômico e social, mostrando que é possível ter um crescimento industrial sem degradar o meio ambiente.

Nessa perspectiva, surgem as chamadas energias renováveis, que são capazes de se regenerarem, promovendo o uso de energia mais limpa e, conseqüentemente, menos poluentes.

Uma das fontes renováveis de energia é o biodiesel., que pode ser obtido através de uma reação de transesterificação de triacilglicerídeos (presentes em óleos vegetais e gorduras), com álcool de cadeia curta, geralmente metanol ou etanol, na presença de catalisador básico (base forte), ácido (ácido forte) ou enzimático (Ferrari et al., 2005).

A história do biodiesel inicia-se no final dos anos de 1890, Rudolf Diesel apresentou um motor, com boa eficiência termodinâmica, movido a óleo mineral, que mais tarde, foi testado e bem-sucedido com óleo vegetal. E, com a eclosão da Segunda Guerra Mundial, muitos governos sentiram-se inseguros com o suprimento de derivados de petróleo e passaram a utilizar óleo vegetal como combustível.

Além disso, a Crise do Petróleo da década de 70 mostrou ainda mais que a oferta de petróleo não é garantida, em virtude de aumentos no preço e esgotamento da fonte dessa energia. Diante desse cenário aliado à maior conscientização ambiental, tornou-se necessário o desenvolvimento de combustíveis provenientes de fontes renováveis. No entanto, o uso direto de óleos vegetais é restrito, devido à sua alta viscosidade e baixa volatilidade, resultando em formação de gotículas, combustão incompleta, deposição de carbono no injetor de motores e queima e solidificação de material lubrificante (Ma e Hanna, 1999; Monteiro et al., 2008).

A redução da viscosidade de óleos vegetais para uso como biocombustível, em motores de combustão interna, pode ser realizada através de diluição, microemulsão com álcoois, decomposição térmica (pirólise) ou, ainda, por uma reação de transesterificação com metanol ou etanol (Ma e Hanna, 1999). Entre estas, a transesterificação tem sido a alternativa mais utilizada. Os ésteres de ácidos graxos (produtos da reação de transesterificação), conhecidos como biodiesel apresentam características físicas semelhantes às do óleo diesel e podem ser utilizados em motores do ciclo diesel sem nenhuma modificação (De Paula et al., 2011).

DESENVOLVIMENTO

Biodiesel e práticas sustentáveis

O biodiesel tem chamado atenção, principalmente, por questões ambientais, pois o uso e a produção de combustíveis fósseis acarretam poluição do ar, nas mudanças climáticas, em derramamento de óleo e geração de resíduos tóxicos. O biodiesel pode reduzir, em 78%, as emissões de dióxido de carbono, quando comparado ao diesel convencional; ainda apresenta propriedades lubrificantes melhores; maior ponto de combustão (entre 100 – 170°C), tornando seu transporte e armazenamento mais seguros; não há necessidade de perfurações e refinamentos e menor dependência de importação. Além disso, o biodiesel

pode ser produzido através de fontes renováveis, como óleos vegetais e aqueles utilizados em processo de frituras, que muitas vezes, são descartados de forma inadequada (Xue *et al.*, 2011; Atabani *et al.*, 2012).

Os óleos de frituras, quando não mais utilizados, são lançados, muitas vezes, em redes de esgoto. Uma alternativa para reciclagem desse tipo de resíduo é transformá-lo em biodiesel o que proporcionaria inúmeros benefícios para a sociedade, pois diminuiria vários problemas relacionados ao seu descarte e ainda haveria a possibilidade de aumentar a produção e a utilização de biodiesel, contribuindo com o meio ambiente através da diminuição da emissão de gases de efeito estufa, por exemplo. Deste modo, a utilização do óleo residual de cozinha para a produção de biodiesel, proporciona uma fonte de energia sustentável, sendo que a matéria-prima utilizada é um resíduo que seria descartado de forma inadequada ao meio ambiente.

Além de óleos residuais, os óleos vegetais limpos também podem ser utilizados na fabricação de biodiesel. A produção de oleaginosas pode ser realizada por processo sustentável de cultivo, recuperando áreas degradadas e preservando o meio ambiente.

A produção de biodiesel também traz benefícios sociais e econômicos: pode gerar mais empregos, renda e aumentar o cultivo de oleaginosas em agricultura familiar.

Devido à sua imensa extensão territorial, associada às condições climáticas, o Brasil pode ser considerado um forte candidato para a produção de biomassa para fins alimentares, e energéticos. O país apresenta altas taxas de luminosidade e temperaturas médias anuais. Associada a regularidade de chuvas, torna-se o país com grande potencial para produção de energia renovável.

Acompanhando o movimento mundial, o Brasil também se dedicou à pesquisa do biodiesel. No entanto, foi só a partir de dezembro de 2004, que o biodiesel avançou significativamente no país.

Desde março de 2024, o diesel passou a ser comercializado com 14 % de biodiesel em sua composição, no Brasil.

Apesar da sustentabilidade, ainda há muito o que se pesquisar para que o processo na fabricação de biodiesel seja ainda muito mais sustentável, pois o biocombustível apresenta inúmeras desvantagens.

Alguns problemas associados ao biodiesel são seu preço elevado; apresenta 12% de redução de energia, o que eleva entre 2 – 10% o consumo de combustível; pode causar deposição excessiva de carbono em motores, resultando em falhas do mesmo; possui menor estabilidade oxidativa, maiores emissão de óxidos de nitrogênio, ponto de névoa (temperatura em que o combustível inicia sua cristalização) e viscosidade. O uso do biodiesel ainda gera algumas questões como: a grande quantidade de água utilizada no processo de lavagem, formação de sabão e a preocupação quanto aos problemas econômicos, pois como a maior parte de sua produção provém de óleos vegetais comestíveis, alguns estudiosos defendem a ideia de um possível desequilíbrio quanto ao fornecimento de alimentos (Atabani *et al.*, 2012).

CONCLUSÃO

Para a obtenção de biocombustível, com qualidade competitiva, deve-se considerar algumas características técnicas: a reação de transesterificação deve ser completa, acarretando ausência total de ácidos graxos remanescentes e os ésteres devem ser de alta pureza, contendo pequenos traços de glicerina, catalisador residual ou álcool (De Paula *et al.*, 2011).

A purificação do biodiesel, empregando-se lavagem com água apresenta desvantagens, no entanto, é o método mais utilizado devido à carência de alternativas viáveis. No processo são utilizadas grandes quantidades de água, o que pode originar a formação de emulsões estáveis. A água, além de promover a hidrólise de ésteres, está associada à proliferação de micro organismos, corrosão em tanques de estocagem com deposição e sedimentos (De Paula *et al.*, 2011).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. D. S.; SCABIO, A. Biodiesel de soja - taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 19-23, 2005.

MONTEIRO, M. R. et al. Critical review on analytical methods for biodiesel characterization. **Talanta**, v. 77, p. 13, 2008.

DE PAULA, A. J. A. et al. Utilização de argilas para purificação de biodiesel. **Química Nova**, v. 34, n. 1, p. 91-95, 2011.

ATABANI, A. E. et al. A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, p. 24, 2012.

XUE, J.; GRIFT, T. E.; HANSEN, A. C. Effect of biodiesel on engine performances and emissions. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, p. 19, 2011.

ATUAÇÃO CIENTÍFICA NAS REDES: PANORAMA BREVE

Palavras-chave: Mídias Sociais, Divulgação científica, Popularização da Ciência

Frederico Novaes da Fraga - Engenheiro Eletricista e Mestre em Ciências Ambientais (Universidade de Vas-souras);

Irenilda Reinalda Barreto de Rangel Moreira Cavalcanti - Doutora em História Social e Professora Adjunta Univassouras; Docente no Mestrado Profissional em Ciências Ambientais. irenilda.cavalcanti@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

Fazer ciência engloba grande número de atividades. O cerne consiste decerto na investigação de objetos e fenômenos por meio das técnicas adequadas visando produzir conhecimentos novos sobre o assunto, complementares ou antitéticos ao que já se sabe. Contudo, não se restringe a essas investigações disruptivas: difundir as descobertas e fomentar o debate técnico, formar novos pesquisadores, participar de atividades junto à comunidade e promover a difusão ampla desse conhecimento estão entre suas atividades. Quando se considera esta última, foi realizada durante longo tempo pelos meios tradicionais das mídias impressas, desde livros a jornais e revistas, e audiovisuais, rádio e televisão.

Porém, tendo em vista o processo de reconfiguração promovido pelas tecnologias e mídias digitais em diversas atividades profissionais, seria leviano pensar que as acadêmicas permaneceriam inalteradas. Neste opúsculo, discutimos com brevidade alguns aspectos dessa reconfiguração, e que possibilidades abre para a forma de atuação dos cientistas na atualidade.

A Escrita e seu Papel na Atividade Científica

Dentre as atividades comumente atribuídas aos cientistas, a escrita decerto não ocupa um lugar destacado, ao menos segundo a imaginação geral. É o caso do argumento de Piotr Trzesniak (2018): cientistas se diferenciam de literatos, autores de ficção ou poetas, por exemplo, pelo cerne de seu trabalho consistir não no texto escrito, mas nas ideias e informações que produzem, sendo aquele apenas um adendo à sua prática principal, de modo que afirma: quem escreve o texto científico é “profissionalmente, um pesquisador, não um escritor. Não é remunerado pelos textos que produz, mas pelos novos conhecimentos que descobre” (Trzesniak, 2018, p.17). Válida de início, essa noção parece diante de considerações mais aprofundadas, pois se mostra vazia. O texto produzido pelos cientistas é tão secundário em relação às ideias em si?

De fato, a contribuição com ideias originais é academicamente mais relevante, por avançar o conhecimento numa área. Isto é um dado da prática acadêmica. Tomando o modelo de Vogt (2012), a comunicação delas realizada entre os cientistas é o primeiro estágio da difusão do conhecimento científico. Cada nova descoberta deve passar pelo processo de ser informada aos pares, para que estes possam oferecer suas considerações e esclarecer aspectos que não estavam claros ao pesquisador que a realizou. O progresso científico é, assim, essencialmente colaborativo. Então sim, essas descobertas e sua apresentação à comunidade científica são o trabalho primordial do cientista.

Nesse sentido, porém, “apresentação” é palavra-chave: quais os meios para que essa troca de análises de uma dada descoberta se realize? O fato de um pesquisador isolado produzir novas inferências relativas a determinada matéria não implica seu conhecimento por seus pares, isto deve ser intermediado por processos de comunicação. O mais simples: ir ao escritório do colega e contar o que descobriu, muito eficiente para os que trabalham no mesmo prédio. Agora, caso trabalhe numa universidade de outra cidade, estado, ou país, essa estratégia é impeditiva salvo circunstâncias bastante específicas. Ligação, talvez? É possível, mas caso haja gráficos, grandes tabelas e outros montantes de dados, fazê-lo por ligação é dificultoso se não impossível, isto sem considerar o fato de ser necessário conhecer o telefone dos outros pesquisadores. É o mesmo problema para correspondência física ou eletrônica. Palestras talvez? Dependeriam da capacidade de reunir a comunidade científica num lugar único, além disso de mecanismos capazes de romper as barreiras linguísticas que haveria. A solução é o estabelecimento de

um meio canônico de comunicação de ideias, que tenha os recursos para ser o mais acessível possível, e este é o artigo científico.

O texto, considerando algumas propriedades, dentre elas reprodutibilidade, portabilidade, tradutibilidade e preservabilidade, é o meio mais eficiente para realizar a comunicação (Marcondes, 2010), principalmente com as possibilidades trazidas pelas mídias digitais (Pinochet, 2014). Desta forma, se faz parte da prática científica a geração e difusão de ideias disruptivas em relação ao *status quo* do campo de estudo em questão, e se o meio mais eficaz de fazê-lo é por meio da produção de artigos científicos, essencialmente produção textual, esta prática é essencial ao trabalho do cientista. Enxergá-la de maneira reversa é uma atitude deveras utópica, e qualquer formulário de produtividade acadêmica, repleto de campos para artigos em periódicos, nacionais ou internacionais, capítulos de livro, trabalhos em congresso e companhia, mas nenhum para ideias novas produzidas, pode confirmá-lo. Seria interessante investigar quantos pesquisadores já foram interpelados por seus chefes de departamento por não estarem produzindo ideias novas, ao invés de porque não publicaram nenhum artigo recentemente. Na prática, pela necessidade de comunicação de ideias científicas e pelas demandas da burocracia acadêmica, não existe distinção entre a produção de ideias e a produção textual, tanto no contexto científico quanto no literário.

Assim, escrever é fundamental para todo pesquisador, pois culmina o processo de pesquisa: as informações e inferências produzidas são condensadas num texto que resume todo o expediente de investigação, para depois ser submetido a alterações durante a editoração e ser então finalmente publicado, de modo a tornar as conclusões do pesquisador acessíveis à toda comunidade científica (Marconi e Lakatos, 2003, p.259). Contudo, não é a única modalidade de escrita capaz de praticar. Cabe citar diversos cientistas renomados que realizaram contribuições, diga-se, literárias de grande valia, basta lembrar de Carl Sagan e seu livro/série *Cosmos*, ou *Uma Breve História do Tempo* de Stephen Hawking. Ou mesmo autores brasileiros, feito Marcelo Gleiser e seus *A Ilha do Conhecimento* e *A Dança do Universo*. Mesmo trabalhos de natureza científica de séculos passados tinham muito mais pendores literários que os contemporâneos, feito o *Ensaio sobre a Geografia das Plantas*, de Alexander von Humboldt, ou mesmo o consagrado *Sobre a Origem das Espécies por meio da Seleção Natural*, de Charles Darwin.

Esse fator é apontado por Umberto Eco (2018, p.8), reconhecido acadêmico em filosofia e semiologia além de romancista de sucesso: existe certo caráter narrativo que pode ser aplicado aos trabalhos científicos, relatando os processos iterativos que levam desde as primeiras conjecturas às inferências definitivas de uma pesquisa. Na realidade, está presente em todos os trabalhos, porém se manifesta com maior evidência apenas em alguns. Sendo o texto a culminação de um processo de pesquisa, ele condensa em sua estrutura tanto as etapas dela quanto o progresso de sua realização.

Mídias Sociais e Atuação Científica

Embora seja a principal, a atuação acadêmica não comporta todas as atividades dos cientistas, principalmente quando se considera seu compromisso social. Há um papel cívico que eles podem representar, e é mister que alguns o façam (Greenwood e Riordan, 2001). Este se manifesta de diversas formas, inclusive por meio da divulgação científica, ela própria podendo ser realizada de distintas maneiras. A supracitada escrita de livros populares, por exemplo, cujos exemplos cabais são Sagan e Hawking. Contudo, participações em programas de televisão, contribuições periódicas ou esporádicas com jornais, além de participação em iniciativas comunitárias, municipais, regionais ou de maior abrangência, todas são maneiras de o cientista cumprir esse papel junto à sociedade do conhecimento.

Claro, quando se trata de divulgação científica, fazê-lo pelos meios consagrados demanda algum tipo de capital institucional, visto que o cientista deve ter espaço concedido por essas hierarquias midiáticas de modo a divulgar as discussões acadêmicas que julgar relevantes. Contudo, as novas mídias sediadas no ambiente abstrato da rede de computadores mundiais proporcionam abordagens distintas, principalmente quanto à difusão de informação. Toda a estrutura editorial necessária à comunicação tradicional, seja em mídia impressa ou audiovisual, foi substituída por equipamentos acessíveis, feito computadores e celulares inteligentes, que além de estarem à disposição de qualquer indivíduo, demandam muito menos conhecimento técnico para operação. Cada indivíduo se torna, portanto, um produtor de informação, e essa pluralidade de fontes descentraliza a comunicação, dissolvendo sua hierarquia, processo facilitado pela configuração das redes de computadores, que prescinde de unidades centralizadores em prol da

relevância de cada componente discreto desse emaranhado (Anderson, 2019). A informação descentralizada e distribuída apresenta-se assim enquanto característica fundamental das comunicações pela internet (Levy, 1984).

Esse fenômeno é perceptível desde os primórdios da internet, com a ascensão dos blogs pessoais. Com o surgimento de ferramentas que permitiam a publicação de informações na internet sem a necessidade de conhecimento da linguagem HTML por parte do usuário, a criação e manutenção desses portais ficou mais fácil e dinâmica, ampliando o número de criadores: a partir desse momento, “qualquer pessoa que tivesse acesso a um computador podia produzir um blog e publicar suas informações facilmente” (FERREIRA, 2012, p. 29). Além de abrir espaço a qualquer um desejoso de falar sobre seus assuntos de interesse, outra possibilidade proporcionada por essa tecnologia era a interação direta com o público, capaz de fazer comentários na própria página da mídia publicada. Decorre disto o surgimento de páginas voltadas a temas específicos, desde assuntos de natureza pessoal do criador, temas humorísticos, práticas amadorísticas, entusiastas de eletrônica, por exemplo, até mesmo blogs mantidos por empresas e alimentados por profissionais especializados, os blogueiros, contratados “com a finalidade de produzir conteúdo especializado, registrar atividades corporativas, compilar e analisar as métricas de alcance, e criar novas formas de relacionamento com o cliente e com fornecedores” por meio dessas páginas (CARNEIRO, 2020, p. 45).

No mesmo sentido, páginas dessa natureza podem ser utilizadas como meio de publicação de pesquisas e dados sem necessidade de intermediário, funcionando à maneira de repositório pessoal ou coletivo de trabalhos de pesquisadores, para divulgar seletivamente informações e aproximar a ciência produzida na academia do público geral (SANTOS-D’AMORIM; CRUZ; CORREIA, 2020), num exercício que permitiria ao cientista “testar ideias, tentar ver como se encaixam, expressá-las em termos claros para os leitores sem conhecimento prévio de nosso interesse de pesquisa” (GURRÍA-QUINTANA, 2009, p. 18–19). Além disso, seria um meio preferencial para a prestação de contas da produção das Universidades à população, visto que, sendo mantidas no Brasil por recursos públicos, devem deixar claro em que estão sendo gastos (SANTOS; FRANCISCO; LIMA FILHO, 2018).

Exemplos disso podem ser encontrados desde os princípios da internet, feito o caso do portal *Idade Média*, mantido pelo professor Ricardo da Costa (1998), em que encontramos sua vasta produção acadêmica acerca de diferentes aspectos do medievo. Se trata, assim, de disponibilização de material estritamente técnico, sem preocupação inicial de tratar os assuntos de maneira didática ao público leigo. Contudo, o material está disponível a quem tiver interesse, e se dispor a enfrentar as dificuldades inerentes a qualquer texto, seja mais ou menos técnico, e nisso atende à virtude básica da divulgação científica. Wesley Barbosa (2020) procede no mesmo sentido: sua intenção é difundir informação técnica, independente do público que o acompanha, embora o universitário seja o mais adequado aos conteúdos de que trata. Sua área é linguística e língua portuguesa, e o material que divulga tanto em seu site quanto no canal do *Youtube* busca elucidar aspectos dos ramos de investigação que ela compreende e indicar obras de referência para estudo. Novamente, o conteúdo é técnico, mas nada impede que o público leigo acompanhe caso tenha interesse.

Fora da esfera puramente técnica, alguns cientistas realizam divulgação em sentido estrito, como no caso de Sérgio Sacani (2015), doutor em geofísica responsável pelo *SpaceToday*, portal sobre astronomia e tecnologia espacial voltado ao público geral. Nesse site, estão hospedados os textos que escreve regularmente sobre as atualidades da exploração espacial, também referências a seus outros canais, principalmente as redes sociais, entre *Youtube* e *X*, em que trabalha com outras mídias, notadamente vídeos e podcasts. Trabalho semelhante faz a física Sabine Hossenfelder (2024), em cujo canal trata de diferentes assuntos atuais da física e da vida acadêmica em geral. Sabine também realiza a abordagem de mídias diversas, tendo escrito livros de divulgação científica de grande sucesso, *Lost in Beauty* entre eles, para depois incorporar a produção de vídeos para o *Youtube* na sua atuação.

Fora a seara dos acadêmicos, existem amadores que também tratam de assuntos científicos, refletindo o fenômeno apontado por Moirand, Reboul-Touré e Ribeiro (2016, p.159): as mídias descentralizadas proporcionaram visibilidade a todos, tanto aos acadêmicos, para que dela fizessem instrumento de seu trabalho, mas também aos amadores, interessados em assuntos diversos, porém sem formação técnica correspondente. Também eles, que não teriam espaço nas mídias tradicionais pela falta de credenciais, ganharam possibilidade de falar sobre os assuntos que estudam, embora não formalmente. É o caso do

canal *Matemática como Hobby*, por exemplo, cujo mantenedor não é acadêmico ou matemático por profissão, mas é um entusiasta da matéria, e traz diversos assuntos e bibliografia relacionada, elucidando tópicos às vezes obscuros dessa linguagem e seu estudo para o público geral. Não deixa de ser uma maneira de atuação científica, embora não seja realizada por um profissional.

Essas contribuições são relevantes num cenário em que a informação se torna fator econômico, político e cultural valioso (Burke, 2003; Berger e Luckman, 2014), principalmente no Brasil, cujo cenário de difusão da informação e do conhecimento sofre com a falta de hábitos de leitura por boa parte da população. Segundo os dados da *Percepção Pública de Ciência e Tecnologia* (CGEE, 2024), antepostos aos da *Retratos da Leitura* (Failla, 2021), o texto, e consequentemente o livro, embora o meio preferencial para difusão de informação, não cumpre plenamente seu papel no Brasil por 50% dos entrevistados pela segunda não serem leitores, ao passo que menos de 20% dos entrevistados pela primeira consultam livros com frequência em busca de informações, ao passo que 49,7% afirmaram jamais fazê-lo. Uma medida profilática à manutenção da difusão de informação, que é importante, enquanto não se resolve a questão da leitura no Brasil, é a utilização dessas novas mídias: os vídeos de *Youtube*, *Intagram*, *X*, entre outros, os podcasts, ou mesmo textos em redes sociais, visto que 39,8% das pessoas as consulta com frequência e 21% de vez em quando em busca dessas informações (CGEE, 2024). É uma forma de atuação possível para lidar com esse cenário de desconhecimento.

CONCLUSÃO

Comunicar é uma atividade intrínseca à prática científica, seja para o debate de ideias ou para a apresentação de conclusões de investigações ou reporte à sociedade. Também se mostra fundamental na dinâmica social, visto que a informação sobre ciência e tecnologia é cada vez mais relevante para o cotidiano. Disto surge a demanda por pessoas que realizem esse tipo de comunicação, tanto mais quando os meios mais convencionais de adquirir essas informações, artigos e livros, padecem do analfabetismo funcional que ainda macula a sociedade brasileira. Utilizar mídias sociais para atuar na difusão de informação é uma alternativa válida, ainda mais quando se tem em vista a facilidade de sua assimilação, em relação à leitura aprofundada, e o espaço cada vez mais amplo que ocupam no cotidiano dos indivíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, Mally. Exploring Decentralization: **Blockchain Technology and Complex Coordination**. **Journal of Design and Sciences**. 2019. Disponível em: <https://jods.mitpress.mit.edu/pub/7vxentm3/release/2>. Acesso em 27 de novembro de 2024.

BARBOSA, Wesley. Professor Wesley Barbosa, c. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/@ProfessorWesleyBarbosa/videos>. Acesso em 19 de novembro de 2024.

BERGER, Peter; LUCKMANN, Thomas. **A Construção Social da Realidade: Tratado de sociologia do conhecimento**. Petrópolis: Vozes, 2014.

BURKE, P. **Uma história social do conhecimento: de Gutenberg a Diderot**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

CARNEIRO, E. M. M. **Perfil dos blogueiros/divulgadores de Ciência no Portal Blogs de Ciência da Unicamp**. Dissertação (Mestrado em Divulgação Científica e Cultural) — Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2020.

CGEE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Percepção pública da C&T no Brasil - 2023**. Resumo Executivo. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2024.

COSTA, Ricardo da. Idade Média, c.1998. Página Inicial. Disponível em: <https://www.ricardocosta.com/>. Acesso em 10 de novembro de 2024.

ECO, Umberto. **Confissões de um Jovem Romancista**. Rio de Janeiro: Record, 2018.

FAILLA, Zoara (Org.). **Retratos da Leitura**. Rio de Janeiro: Sextante, 2021.

FERREIRA, R. R. **A divulgação científica por meio de blogs de revistas científicas**. Dissertação (Mestrado em Linguística Ampliada) — São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 13 jun. 2012.

GREENWOOD, M. R. C., & RIORDAN, D. G. (2001). **Civic Scientist/Civic Duty**. **Science Communication**, 23(1), 28–40. doi:10.1177/1075547001023001003

GURRÍA-QUINTANA, Á. Peter Burke e o Brasil: **Uma descoberta mútua**. In: BURKE, P. O historiador como colunista. Rio de Janeiro: **Civilização Brasileira**, 2009. p. 11–20.

HOSSENFELDER, Sabine. Sabine Hossenfelder, c. 2024. Disponível em: <https://sabinehossenfelder.com/>. Acesso em 19 de novembro de 2024.

INAF. Resultados INAF: **Alfabetismo no Brasil**, c. 2018. Disponível em: <https://alfabetismofuncional.org.br/alfabetismo-no-brasil/> Acesso em 18 de novembro de 2024.

LEVY, Steven. Hackers: **Heroes of the computer revolution**. Garden City, NY: Anchor Press/Doubleday, 1984.

MARCONDES, Carlos Henrique. Linguagem e documento: **fundamentos evolutivos e culturais da Ciência da Informação**. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 15, n. 2, p. 2-21, maio/ago. 2010.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologias Científi-**

cas. São Paulo: Atlas, 2003.

MATEMÁTICA COMO HOBBY. **Matemática como Hobby**, c. 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/@matematicaHobby/videos>. Acesso em 19 de novembro de 2024.

MOIRAND, SOPHIE; REBOUL-TOURÉ; SANDRINE; RIBEIRO, MICHELE PORDEUS. **Popular Science at the Crossroads of New Linguistic Spheres**. Bakhtiniana, São Paulo, 11 (2): 145-170, May/Aug. 2016.

PINOCHET, L. L. **Tecnologia da Informação e Comunicação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

SACANI, Sérgio. **Space Today**, c.2015. Disponível em: <https://spacetoday.com.br/>. Acesso em 10 de novembro de 2024.

SANTOS, A. F. P. DOS; FRANCISCO, R. DA P.; LIMA FILHO, J. B. DE. **Modelo de portal para socialização de conhecimentos científicos na UFG**. Navus: Revista de Gestão e Tecnologia, v. 8, n. 4, p. 90–108, 2018.

SANTOS-D'AMORIM, K. I.; CRUZ, R. V. DOS R.; CORREIA, A. E. G. C. **O uso de blogs de ciência no campo da ciência da informação no brasil e seus papéis na cultura científica**. *Brazilian Journal of Information Studies: Research Trends*, v. 14, n. 2, p. 24–47, 2020.

TRZESNIAK, Piotr. **Hoje vou escrever um artigo científico: a construção e a transmissão do conhecimento**. In: KOLLER, Sílvia H.; COUTO, Maria Clara P. de Paula; HOHENDORFF, Jean von. *Manual de Produção Científica*. Porto Alegre: Penso, 2014, p.15-38.

VOGT, C. **The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America**. *Public Understanding of Science*, v. 21, n. 1, p. 4–16, jan. 2012.

ALÉM DOS RAIOS: COMO A BOBINA DE TESLA PODE CONTRIBUIR PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Palavras-chave: Eletromagnetismo. Sustentabilidade. Ensino de Física.

Fabiano Pereira de Oliveira, Licenciado em Física pela Universidade Federal de Juiz de Fora (2004), Mestrado em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2017), Especialização em Metodologia do Ensino da Matemática e da Física pela Faculdade de Educação São Luís (2017). Atualmente é Professor de Física do Colégio Estadual Condessa do Rio Novo, Professor na Faculdade Univértix Campus Três Rios e Tutor Presencial do CEDERJ no Polo de Três Rios.

Gabriel Lopes Aguiar da Silva, Graduando em Engenharia Civil na Faculdade Univértix em Três Rios.

Matheus Guimarães dos Santos, Graduando em Engenharia Civil na Faculdade Univértix em Três Rios.

Rodrigo dos Anjos Azevedo, Licenciado em Ciências com Habilitação Plena em Matemática pelo Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora (2004) e Licenciado em Educação Física pela FAVENI (2021). Especialista em Matemática com Especialização em Instrumentação para o Ensino da Matemática pela UFF em Parceria com o Exército Brasileiro (2007). É também Mestre em Matemática através do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (Profmat) na UFJF (2013). Atualmente é aluno do Doutorado do ICC da UFF na área de concentração de Algoritmos e Otimização. Atualmente é Professor na Rede FAETEC em Três Rios, Professor na Faculdade Univértix Campus Três Rios, Professor na Rede de Ensino Elite, Professor na ENSF e Tutor Presencial do CEDERJ no Polo de Três Rios. rodrigicons@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A Física é uma das áreas fundamentais para o conhecimento humano e sua função é explicar o funcionamento do mundo por quais leis nosso universo é regido, logo, para que se possa estudar Física precisamos nos atentar ao que podemos aferir utilizando o método científico. Uma boa formação em Física em qualquer nível requer experimentação, observação e entendimento das constantes universais que regem tudo o que vemos e o que não vemos (SANTIAGO, 2012).

Um sério problema para o ensino de Física, e de outras disciplinas, é a testagem, ou seja, a preparação para a testagem. Professores devem preparar os alunos para a testagem, para as provas, para as respostas corretas a serem reproduzidas em exames locais, nacionais e internacionais. Internacionalmente já está consagrado o termo *teaching for testing*. Um absurdo, os professores são treinadores e as escolas são centros de treinamento. As melhores escolas são aquelas que aprovam mais alunos nos testes. Uma visão comportamentalista, mercadológica, massificadora. Todos os estudantes devem ser treinados para “passarem” nas mesmas provas nacionais e internacionais. Professores que não ensinam para a testagem têm a atenção chamada pela direção da escola (MOREIRA, 2018, p.3).

A Física, assim como a Matemática, frequentemente figura entre as disciplinas mais temidas pelos estudantes em diversos contextos globais. Essa aversão, argumenta-se, decorre, em grande parte, de metodologias de ensino que priorizam a memorização e a preparação para exames vestibulares e concursos, em detrimento da compreensão profunda dos conceitos e do desenvolvimento do pensamento crítico. Tanto no Brasil quanto internacionalmente, observa-se uma falha no Ensino Básico e Médio em aprofundar o conhecimento científico, resultando na necessidade de um esforço extra por parte dos alunos durante a Graduação e cursos de Especialização para alcançar a proficiência necessária em suas áreas de atuação. Essa deficiência no aprendizado fundamental impacta diretamente a formação profissional,

retardando o desenvolvimento de competências essenciais (SCHROEDER et al. ,2011).

Um problema identificado, no ensino de Física, tem sido a gama imensa de conteúdos que compõe as obras didáticas. É sabido por todos que esta disciplina tem apresentado um número de períodos cada vez mais reduzido nas escolas de ensino médio, principalmente no ensino noturno, que além de não disporem da disciplina curricular de Física nos três anos secundaristas, a contemplam com uma ou duas aulas semanais. Desta forma, o professor precisa selecionar quais os conteúdos que irá abordar diante do complexo da obra didática, tendo que, muitas vezes, pincelar tópicos desconexos, simplesmente por que é necessário contemplar os itens do livro didático (DA ROSA, 2005, p.2).

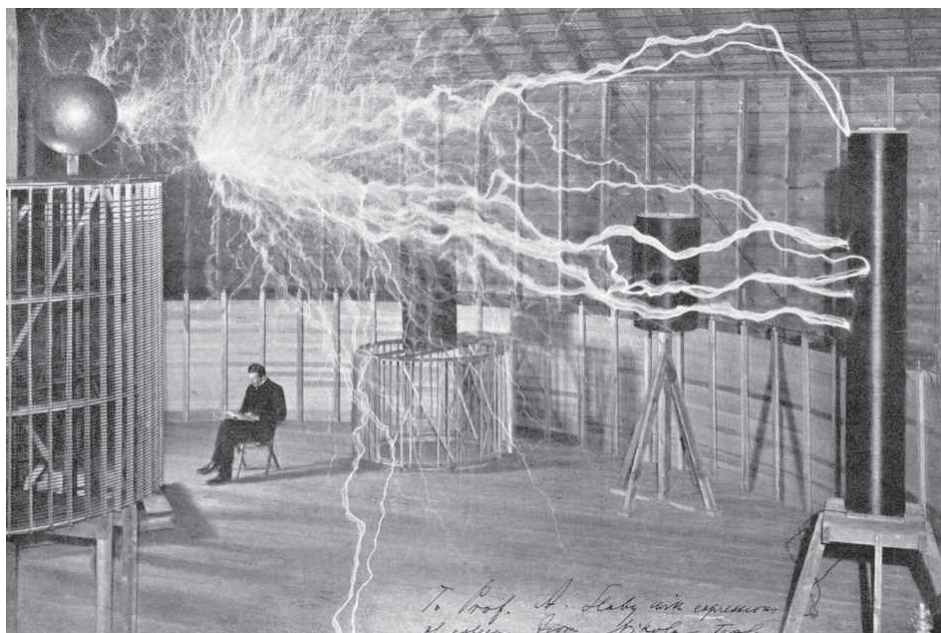
A relevância desta problemática estende-se ao desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. A inovação em áreas como a energia renovável, por exemplo, depende crucialmente de uma sólida base em Física e Matemática (GIL, 2008). O entendimento dos princípios por trás de tecnologias como a Bobina de Tesla, apesar de sua baixa eficiência energética direta, exige um conhecimento aprofundado para a exploração de seu potencial em aplicações indiretas para a sustentabilidade, como a transmissão sem fio de energia Kurs et al. (2007) ou no tratamento de água (ALVES, 2020). A falta de um ensino de Ciências que incentive a curiosidade e o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas pode, portanto, limitar a capacidade de gerar e implementar soluções inovadoras para os desafios ambientais contemporâneos (MOREIRA, 2018). É fundamental, então, repensar as metodologias de ensino, promovendo um aprendizado mais engajador e significativo que cultive o interesse pela Ciência e capacite os futuros profissionais a contribuírem para um desenvolvimento sustentável.

Como nos descreve Chiquito (2000) a Bobina de Tesla é um transformador ressoante que pode gerar uma alta tensão, ela funciona alterando os níveis de tensão, ampliando a corrente elétrica e mantendo a potência praticamente invariável. Ela também possui a capacidade de produzir pequenos arco voltaicos sendo proporcionais ao tamanho da bobina e campos eletromagnéticos ao seu redor servindo como um indutor elétrico que funciona a uma distância maior.

Segundo Barreto (2014) ela é uma das melhores experiências para se fazer durante um curso de Física tanto no Ensino Básico quanto no Ensino Superior sendo necessário uma pessoa experiente em eletrônica para que seja viável a sua construção, os motivos para ela ser um experimento tão bom são sua relativa simplicidade de montagem e seu baixo custo.

Os materiais para a construção de uma bobina de Tesla são facilmente encontrados no mercado. O uso da mesma como recurso didático permite ao Professor trabalhar com a interdisciplinaridade, pois alguns experimentos envolvem conceitos de outras disciplinas. O campo eletromagnético formado pela Bobina de Tesla permite demonstrações elétricas fascinantes para os alunos. Porém, como um recurso didático a Bobina de Tesla também precisa de intervenções feitas pelo Professor. O mesmo, ao fazer uso desse recurso didático deve associar o conhecimento construído em sala de aula com assuntos do dia-a-dia dos alunos (BARRETO, 2014).

De acordo com Badur (2016) a história da Bobina de Tesla é longa e envolve uma das maiores mentes que já existiram na Terra, Nikola Tesla (1856 – 1943) foi o criador dessa bobina que levou seu nome e foi um de seus mais importantes experimentos, ele a criou para estudar os experimentos de Heinrich Hertz (1857 – 1894) no tópico de radiação eletromagnética.



Fonte: Raios gerados artificialmente crepitam ao redor do laboratório de Nikola Tesla no Colorado. <https://www.nature.com/articles/497562a> último acesso: 23/11/2024.

Em 1891, três anos após os experimentos de Hertz, Tesla criou sua bobina. Foi necessário adaptar muitos aspectos do experimento até que a bobina funcionasse, dado que muitos problemas surgiam atrelados à alta frequência do circuito (BADUR, 2016).

DESENVOLVIMENTO

As aplicações indiretas, mas potencialmente transformadoras, dos princípios da Bobina de Tesla na busca por um futuro mais sustentável. Em sua configuração clássica, ela é ineficiente em termos de energia e não representa uma solução direta para os desafios da sustentabilidade energética. No entanto, as tecnologias subjacentes à sua operação – particularmente a transmissão sem fio de energia, o aquecimento indutivo e a geração de plasmas – oferecem perspectivas promissoras quando adaptadas e otimizadas (NUNES, 2016).

1. Transmissão sem fio de energia:

A Bobina de Tesla demonstra o princípio fundamental da transmissão de energia sem fio via ressonância magnética. Embora sua eficiência seja limitada na configuração original, pesquisas avançadas em acoplamento ressonante magnético (CRM) e outros métodos de transferência de energia sem fio demonstram um caminho para a criação de sistemas mais eficientes. A aplicação prática dessa tecnologia poderia revolucionar a infraestrutura energética, reduzindo a dependência de cabos e condutores, minimizando perdas por transmissão e simplificando a eletrificação de áreas remotas ou de difícil acesso. A redução da necessidade de materiais para cabos e infraestrutura física contribui diretamente para a sustentabilidade, minimizando a extração de recursos e o impacto ambiental associado à produção e descarte. Sistemas de carregamento sem fio para veículos elétricos e dispositivos móveis são exemplos concretos de aplicações que se beneficiariam deste avanço (FRIDMAN, 2008).

2. Aquecimento indutivo:

Com base nos princípios de indução eletromagnética presentes na Bobina de Tesla, é amplamente utilizado em aplicações industriais devido à sua eficiência energética e redução de emissões. Essa tecnologia substitui métodos tradicionais baseados em combustíveis fósseis, oferecendo um aquecimento mais preciso e limpo, o que contribui para reduzir a pegada de carbono em indústrias como siderurgia, tratamento térmico de materiais e fusão de metais. Estudos mostram que o aquecimento indutivo é uma das tecnologias de aquecimento elétrico mais eficientes, com índices de eficiência superiores a 80% em diversas aplicações, como a fusão de metais. Além disso, ele é adaptável a uma ampla gama de temperaturas industriais e promove uma transição para fontes de energia mais sustentáveis ao substituir a combustão direta de

combustíveis fósseis por energia elétrica limpa (C2ES, 2021).

3. Tratamento de água e descontaminação:

A geração de plasmas frios, similar ao observado em descargas de alta frequência de Bobinas de Tesla, embora com parâmetros específicos, tem demonstrado potencial no tratamento de água e descontaminação de superfícies. Plasmas podem ser utilizados para inativar microrganismos patogênicos, reduzindo ou eliminando a necessidade de produtos químicos, menos agressivos ao meio ambiente e mais seguros para a saúde humana. Essa abordagem mais sustentável contribui para a proteção de recursos hídricos e para a saúde pública. Pesquisas continuam investigando a otimização destes processos e a expansão de suas aplicações (FERREIRA 2023).

4. Destruição de resíduos perigosos:

A alta energia concentrada em plasmas gerados por tecnologias derivadas dos princípios da Bobina de Tesla demonstram um potencial interessante para a destruição de resíduos perigosos. A conversão de substâncias tóxicas em formas menos nocivas por meio de processos de plasma oferece uma solução potencial para o tratamento de materiais perigosos, reduzindo o impacto ambiental da disposição inadequada desses resíduos. Entretanto, a escalabilidade e a eficiência destes métodos ainda precisam ser otimizadas (INENTEC 2024).

CONCLUSÃO

Embora a Bobina de Tesla em sua forma clássica não seja uma solução sustentável em si, seus princípios fundamentais representam uma fonte de inspiração para o desenvolvimento de tecnologias ecologicamente corretas. A pesquisa contínua e o desenvolvimento de aplicações derivadas destes princípios prometem gerar soluções inovadoras para os desafios da sustentabilidade em diversas áreas, desde a otimização do consumo energético até a redução da pegada de carbono de diversas indústrias e o desenvolvimento de técnicas de tratamento de resíduos mais eficazes e sustentáveis. A chave para o sucesso está na exploração criativa destes princípios e na otimização de suas aplicações em larga escala, isso acarretará progressos significativos na área das Ciências Ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES JUNIOR C. **Plasma frio atmosférico – novas oportunidades de pesquisa numa plataforma versátil e portadora de futuro**. Rio de Janeiro, 2020. <https://doi.org/10.1590/S1517-707620200004.1212>.

BADUR, Lucas Brugnaro et al. **Bobina de Tesla: História e Construção Didática**. 2016.

BARRETO, Jéssica Rayane Alves. **Uma nova proposta de recurso didático: A bobina de Tesla para uso em temas do eletromagnetismo**. 2014.

CENTRO PARA SOLUÇÕES CLIMÁTICAS E ENERGÉTICAS (C2ES), Clean Industrial Heat: A Technology Inclusive Framework. Disponível em: http://www.c2es.org/wp-content/uploads/2021/10/Clean_Industrial_Heat_A_Technology_Inclusive_Framework.pdf. Último acesso: 23/11/2024.

CHIQUITO, Adenilson J.; LANCIOTTI JR, Francesco. **Bobina de Tesla: dos Circuitos Ressonantes LC aos Princípios das Telecomunicações**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 22, n. 1, 2000.

DA ROSA, Cleci Werner; DA ROSA, A. B. **Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio**. Revista Electrônica de Enseñanza de las ciencias, v. 4, n. 1, 2005.

FERREIRA, JORDANIA FERNANDES. **Desinfecção de água por plasma não-térmico**. UFOP - 2023. Disponível em: https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/5582/6/MONOGRRAFIA_Desinfec%C3%A7%C3%A3ode%C3%81guaporPlasma.pdf. Último acesso: 23/11/2024.

FRIDMAN A. Química do Plasma. Imprensa da Universidade de Cambridge, 2008.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

INENTEC. A InEnTec diz que sua tecnologia de plasma destrói efetivamente o PFAS. Disponível em: <https://www.desperdício.com>. Último acesso: 23/11/2024.

KURS, A.; PAOLA, W.; SOLOMON, G. Wireless power transfer via strongly coupled magnetic resonators. **Physical Review E**, v. 76, n. 3, p. 036603, 2007.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. Estudos avançados, v. 32, p. 73-80, 2018.

NUNES, Marcus Vinicius. **Nikola Tesla: uma breve história do Mestre dos Raios**. UNESP, 2016.

SANTIAGO, José Cláudio Reis. **Propostas de atividades experimentais no ensino de física e os objetivos educacionais estabelecidos pela lei de diretrizes e bases da educação nacional, LDB/96**. 2012.

SCHROEDER, Carlos; VEIT, Eliane Angela; BARROSO, Marta Feijó. Formação Continuada de professores das Séries Iniciais na Modalidade semi-presencial: aprendendo Ciências com atividades Mãos-namassa. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 2, p. 19-30, 2011.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E JOGOS LÚDICOS COMO ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DE ARBOVIROSES

Palavras-chaves: Arboviroses, Ludicidade, Jogos Educativos

Gabriela Lorrane Seixas: Especialista em Desenvolvimento Regional e Sustentabilidade pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Brasil (2023); Técnica em Bioterismo do Centro Universitário de Barra Mansa; Discente do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras

Gabriel Maranduba Littleton Lage: Mestrando em Ciências Ambientais pela Universidade de Vassouras (2024). Pós-graduado em UTI - Unidade de Terapia Intensiva Geral e Gestão da Assistência Intensiva ao Paciente Crítico pela Faculdade Venda Nova do Imigrante (2024). Pós-graduado em Urgência e Emergência em Enfermagem pela Faculdade Venda Nova do Imigrante (2023) e graduado em Enfermagem pela Universidade de Vassouras (2021).

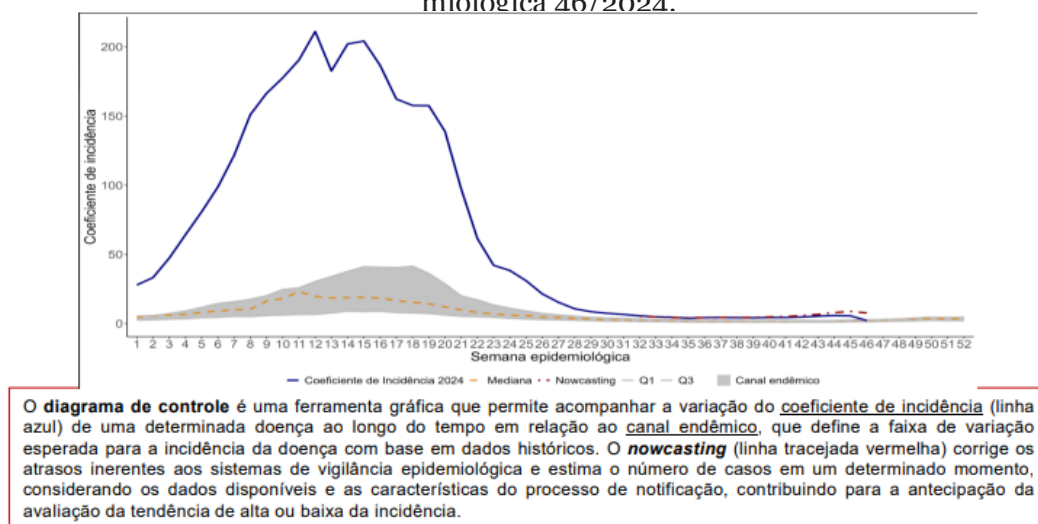
Thiago Dutra Dias: Egresso do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras; Discente de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Paloma Martins Mendonça: Bióloga, Especialista em Entomologia Médica, Mestre em Biologia Parasitária; Doutora em Ciências Veterinárias; Docente no Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras; Pós-Doutoranda em Biodiversidade e Saúde – IOC/Fiocruz; Bolsista Faperj JCNE. paloma.mendonca@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

A incidência das arboviroses, com destaque para a dengue, zika, chikungunya e febre amarela tem se mostrado bastante alta, assim como a sua dispersão em todo o território brasileiro. De acordo com os dados epidemiológicos apresentados pelo Ministério da Saúde, o número de casos tem sido alarmante na população brasileira, atingindo quase 7 milhões de casos no Brasil, até outubro de 2024 (Brasil, 2024) (figura 1).

Figura 1: Variação no coeficiente de incidência dos casos de dengue no Brasil, até a semana epidemiológica 46/2024.



Fonte: Boletim Epidemiológico 24 (2024)

Programas de prevenção e controle de arboviroses no Brasil têm se mostrado ineficazes no enfrentamento a estas enfermidades, isto porque o uso indiscriminado de inseticidas selecionado indivíduos mais resistentes geneticamente. Neste sentido, faz-se necessário buscar novas estratégias que surjam como alternativas à prevenção e controle destas arboviroses implementadas atualmente, principalmente no que tange o controle aos insetos vetores (Thavaraet al., 2014).

Dentre as várias estratégias para o enfrentamento das arboviroses, a prevenção através da educação

em saúde tem se mostrado mais efetiva através de jogos, cartilhas e palestras educativas onde há o desenvolvimento de habilidades cognitivas importantes para o processo de aprendizagem, tais quais, resolução de problemas, percepção, criatividade, raciocínio rápido, socialização e motivação (Cardozo et al., 2013; Ferreira et al., 2016).

O uso de jogos na educação ambiental tem ganhado destaque como uma abordagem eficaz para engajar estudantes e promover a conscientização sobre questões ambientais. Jogos, quando bem integrados ao currículo educacional, podem transformar o aprendizado tradicional em uma experiência interativa e dinâmica, que motiva os alunos a participarem ativamente do processo de aprendizagem.

Autores recentes têm discutido a eficácia dos jogos na educação, especialmente no desenvolvimento de competências ambientais. Smiderleet al. (2020), sugerem que a gamificação pode aumentar o engajamento e o comportamento positivo dos estudantes em relação ao meio ambiente, ajudando-os a internalizar conceitos complexos de maneira lúdica e envolvente.

DESENVOLVIMENTO

2.1 *Aedes aegypti* e as arboviroses

As arboviroses, como dengue, chikungunya e zika são doenças transmitidas por artrópodes que representam uma ameaça crescente à saúde pública, especialmente em países tropicais, devido à sua alta incidência e impacto (Huang et al., 2019).

Um dos principais vetores dessas doenças é o *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) (figura 2), um mosquito originário do continente africano, da região etíópica, que se expandiu para as Américas com a navegação marítima, provavelmente trazido em navios negreiros, e que tem acompanhado a migração humana desde então (Neves et al., 2011). Altamente adaptável ao ambiente urbano e de comportamento antropofílico, o *Ae. aegypti* tornou-se o principal transmissor de vírus que causam arboviroses de grande impacto, como o vírus da dengue (DENV), o vírus Chikungunya (CHIKV) e o vírus Zika (ZIKV).

A dengue, causada pelos quatro sorotipos do DENV, é uma doença viral sistêmica que pode variar de quadros febris, leves a formas graves, como a síndrome de choque da dengue. É preocupante que muitos infectados permaneçam assintomáticos, dificultando o controle da transmissão, especialmente porque o vírus pode ser transferido verticalmente da mãe para o feto durante a gravidez (Bhatt et al., 2013; Duong et al., 2015; Basurko et al., 2018).

Figura 2: Mosquito *Aedes aegypti*.



Fonte: Agência de Notícias/Fiocruz

Segundo Vu et al. (2017), Chikungunya é transmitida tanto pelo *Ae. aegypti* quanto pelo mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), provoca sintomas debilitantes como artralgia persistente, febre alta e manifestações neurológicas. No caso do Zika, além da transmissão pela picada do mosquito, o vírus também pode ser transmitido por vias sexuais, transfusão sanguínea e aleitamento materno, dificultando ainda mais o controle da propagação dessa arbovirose. A infecção pelo ZIKV está associada à microcefalia

em bebês e à síndrome de Guillain-Barré em adultos (Song et al., 2017; Ferraris et al., 2019).

2.2 Medidas de controle dos insetos vetores

Diversas estratégias para o controle de arboviroses têm sido amplamente investigadas, devido, principalmente a indisponibilidade, até o momento, de vacinas ou tratamentos eficazes. Assim, o controle de vetores emerge como a abordagem mais eficiente, sendo realizado principalmente por meio de métodos biológicos, físicos, químicos e genéticos (Braga & Valle, 2007; Martins, 2013).

O controle biológico busca reduzir a população do vetor por meio de predação, competição e do uso de agentes patogênicos que liberam toxinas.

O conhecimento do ciclo biológico do vetor, cujas fases imaturas (ovos, larvas e pupas) são depositadas em ambientes aquáticos permite intervenções nessas fases de vida. Nesse contexto, predadores como peixes larvófagos, exemplificados por *Poecilia reticulata* *Betta splendens* são amplamente recomendados devido à sua fácil obtenção e manutenção. Esses peixes podem ser empregados em locais como fossos de elevadores em obras, fontes ornamentais, piscinas abandonadas e reservatórios de água não potável (Donalísio & Glasser, 2002; Forattini, 2002).

A competição por espaço e alimentação também podem afetar o desenvolvimento das fases imaturas e aumentar a mortalidade larval, além de ocasionar a redução no tamanho dos mosquitos adultos, o que influencia em sua longevidade, fecundidade e capacidade de dispersão de voo do inseto, apresentando assim, um considerável controle epidemiológico.

No que diz respeito à utilização de agentes patogênicos, as bactérias *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* e o *Bacillus sphaericus* também são largamente utilizadas para o controle do *Ae. aegypti*, por produzirem endotoxinas nocivas que agem nas células gástricas das larvas, provocando a lise celular (Donalísio; Glasser, 2002; Gamaet al., 2005).

Segundo Donalísio et al. (2002), o controle físico consiste na eliminação do *Ae. aegypti* por meio da aplicação de produtos que formam películas monomoleculares na superfície da água, bloqueando a respiração de larvas e pupas. Além disso, utiliza-se água quente, uma vez que temperaturas de 49 °C são suficientes para ressecar os ovos em menos de cinco minutos e causar a morte de larvas e pupas em aproximadamente três minutos.

O método de controle através da manipulação genética consiste na criação e liberação de muitos mosquitos submetidos à radiação, que ocasiona a quebra do material genético tornando o mosquito macho estéril. Posteriormente, os machos modificados são liberados no ambiente para copular com as fêmeas selvagens, fazendo com que as larvas resultantes deste acasalamento não atinjam o estágio adulto. Em 2011, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), permitiu a liberação de mosquitos dessa linhagem para realização de testes em campo, no município de Juazeiro/BA e em 2014 foi aprovado a produção comercial desses mosquitos (Ostera & Gostin, 2011; Brasil, 2014).

No entanto, diversos autores têm destacado os potenciais riscos associados à liberação de mosquitos transgênicos no ambiente, devido aos possíveis impactos negativos e significativos sobre a biodiversidade. Entre as preocupações, está a liberação acidental de fêmeas junto aos machos irradiados, o que pode resultar no aumento da população de fêmeas no ambiente. Isso não apenas intensifica o incômodo e a transmissão de doenças, porém também interfere na reprodução, ao competir com fêmeas selvagens pela cópula com machos irradiados. Além disso, há o risco de animais serem picados por fêmeas transgênicas, e as larvas, pupas e mosquitos adultos geneticamente modificados, resultantes de seu ciclo biológico, podem ser consumidos por outras espécies, ampliando as consequências ecológicas (Marrelli, 2009; Oliveira et al., 2011; Ostera & Gostin, 2011).

O controle químico baseia-se uso de inseticidas sintéticos, destacando-se os organofosforados como os larvicidas de mais ampla utilização. Já para o controle adulticida empregam-se a borrifação, por meio de inseticidas de ação residual, a exemplo dos piretróides. Entretanto, o controle químico vem agindo negativamente, em função da seleção de populações de insetos resistentes, além disso, vem contribuindo intensamente com a contaminação ambiental, uma vez que se torna necessário realizar um número cada vez maior de aplicações para que possa garantir um resultado satisfatório (Donalísio & Glasser, 2002; Braga & Valle, 2007).

Dessa maneira, novas alternativas de controle para o *Ae. aegypti* têm sido investigadas, incluindo o uso

de plantas na formulação de inseticidas botânicos. Esses produtos apresentam menor impacto ambiental, devido à sua origem natural, além de reduzirem os riscos de seleção de populações de insetos resistentes, graças à sua complexidade molecular, e minimizarem os riscos à saúde humana (Corrêa&Salgado, 2011; Garcez et al., 2013).

A participação efetiva da população também é fundamental para que o controle vetorial seja muito-sucedido. Assim, existe a necessidade de intervenções educativas entre os técnicos de saúde e a comunidade, e a educação, deve ter como objetivo o acréscimo de conhecimento e a eliminação mensurável de criadouros dos mosquitos vetores pelo cidadão. Os trabalhos educativos convencionais nessa área têm sido o da veiculação pela mídia, cartazes, faixas, painéis, folhetos ou palestras em escolas e outros núcleos sociais (Claro et al., 2004).

2.3 Educação Ambiental como instrumento de controle das arboviroses

A Educação Ambiental é uma ferramenta essencial na promoção da conscientização da sociedade frente aos desafios ambientais, fomentando uma postura participativa, na qual o indivíduo assume um papel central no processo de aprendizado. É uma prática cidadã, onde todos os membros da comunidade devem se engajar como partes fundamentais de sua aplicação. Através da Educação Ambiental, busca-se esclarecer as pessoas que ainda não compreendem a gravidade da crise ambiental atual, enfatizando que o ser humano é apenas mais um elemento integrado à natureza e não superior a ela, muitas vezes negligenciando o valor dos demais componentes naturais (Marques, 2014).

Nossos antepassados interagiam com o meio ambiente com respeito às diversas formas de vida, utilizando os recursos naturais de maneira a assegurar sua sobrevivência. Contudo, com o avanço econômico e tecnológico, houve uma transformação nas formas de pensar e agir, fundamentada na valorização do lucro financeiro, o que resultou em uma crise ambiental. Sob essa ótica, a Educação Ambiental sugere, a desconstrução do pensamento racional vigente, o enfrentamento dos desafios da crise ambiental e a edificação de uma nova mentalidade ambiental orientada para o futuro, criando um conhecimento renovado, que valorize as diversas formas de vida e suas interações, possibilitando a preservação de um ecossistema que anteriormente se mantinha em equilíbrio (Leff, 2015 *apud* Bassani, 2019).

A comunicação, a educação e a mobilização social constituem áreas de atuação indispensáveis para o sucesso de programas voltados à prevenção e promoção da saúde, criando oportunidades para diálogo e troca de ideias entre profissionais, agentes de saúde e a comunidade, na busca de alternativas para os desafios que os afetam. Para tanto, é essencial ponderar o impacto dessas práticas em estimular ou provocar transformações nos comportamentos e atitudes, sobretudo em cenários tão desfavoráveis à proteção e ao avanço da saúde (Rangels, 2008). Os assuntos ligados a doenças endêmicas e/ou epidêmicas devem ser tratados de forma sólida, inovadora e adaptada às especificidades das realidades locais (Lenzi& Coura, 2004).

Segundo Pinto (2013), a Educação Ambiental é um processo pelo qual se desenvolvem percepções sociais, conhecimentos, habilidades, comportamentos e competências direcionadas à preservação do meio ambiente, um bem coletivo de grande valor, indispensável para uma vida saudável e para a sustentabilidade. Assim, pode-se afirmar que ações de sensibilização e educação ambiental são extremamente relevantes para alcançar resultados positivos.

A Educação Ambiental representa, em toda a sua estrutura e aplicação prática, a relevante valorização da participação tanto do indivíduo quanto do coletivo na conservação do equilíbrio natural da vida. A sensibilização para as questões ambientais surge do alinhamento entre as interações dos seres vivos e os recursos naturais. A partir desse ponto, inicia-se o despertar para ações, valores ambientais e sociais, inicialmente na escola e na comunidade, com o objetivo de que essas iniciativas se ampliem progressivamente para contextos mais amplos, promovendo uma participação ativa e construtiva, com respeito à biodiversidade e contribuindo para a melhoria da qualidade de vida das pessoas (Marques, 2014).

A Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, desempenha um papel importante no controle das arboviroses (Brasil, 1999). A legislação promove a conscientização da população sobre a preservação ambiental e os impactos das atividades humanas no ecossistema. Ela incentiva atitudes responsáveis em relação ao meio ambiente, fomentando a participação ativa da sociedade na proteção dos recursos naturais e no bem-estar coletivo.

A educação ambiental, integrada ao ensino formal e às práticas cotidianas, visa formar cidadãos críticos, aptos a transformar a realidade ambiental. Assim, a lei contribui para o combate às arboviroses ao orientar a eliminação de criadouros de mosquitos, como pneus e recipientes com água parada, além de estimular ações educativas em escolas e comunidades. Tais iniciativas promovem práticas preventivas e fortalecem a colaboração social no enfrentamento das arboviroses.

Adicionalmente, o Programa Nacional de Apoio ao Combate às Doenças Transmitidas pelo Aedes (Pronaedes) oferece suporte financeiro para projetos voltados ao controle da proliferação do vetor (Brasil, 2016). Contudo, ações isoladas mostram-se insuficientes para enfrentar essa endemia de forma eficaz. O desafio é agravado pela flutuação nos registros de infecções e pela subnotificação persistente de casos positivos (Araújo et al., 2015; Andrade et al., 2016).

Nesse cenário, as escolas surgem como espaços estratégicos para o combate ao vetor da dengue, desempenhando papel importante na redução dos casos da doença. A eficácia das ações de prevenção e controle depende da redução da população do mosquito vetor e da adoção de medidas de proteção individual contra suas picadas. Estratégias como a eliminação de criadouros, o uso de repelentes, a instalação de telas em portas e janelas e a promoção de ações educativas coletivas são fundamentais para engajar a comunidade na luta contra as arboviroses (Moraes, 2024).

As escolas públicas, em particular, destacam-se como ambientes propícios para desenvolver ações de educação ambiental voltadas para crianças e adolescentes. Esses espaços permitem o aprendizado sobre prevenção de doenças e cuidados com a saúde, considerando o potencial dos jovens como multiplicadores de conhecimento em suas famílias e comunidades. Projetos educativos, atividades práticas e materiais didáticos inovadores, como jogos digitais, têm sido amplamente utilizados para estimular a conscientização e promover reflexões e práticas preventivas (Silva, 2023; Vervoort, 2019).

Em uma era marcada pela tecnologia, os jogos digitais se mostram ferramentas importantes, alcançando diferentes faixas etárias e grupos socioeconômicos. Esses recursos educativos, ao mesmo tempo que entretêm, promovem a construção do conhecimento de forma interativa e prazerosa, contribuindo para a formação de uma sociedade mais consciente (Vasconcellos et al., 2017; Ribeiro, 2016).

Além disso, a urgência em desenvolver formas eficazes de controle das arboviroses tem incentivado empresas, institutos e universidades a investirem em pesquisa e inovação tecnológica (Freitas, 2018). Tecnologias como a Realidade Aumentada (AR), que combina elementos virtuais ao ambiente real (Yenioglu et al., 2023), oferecem novas oportunidades para enriquecer o aprendizado, tornando-o mais interativo e atrativo (Cai et al., 2014). Podendo se tornar uma forte aliada na disseminação do conhecimento e capacitação de públicos que antes não possuíam adesão com os métodos tradicionais.

Assim, a integração de ações educativas, políticas públicas eficazes e tecnologias inovadoras, como jogos digitais e AR, potencializa o engajamento da população no controle das arboviroses. Esse conjunto de iniciativas reduz significativamente os impactos dessas doenças na saúde pública e promove uma sociedade mais consciente e resiliente diante dessas ameaças (Santos, 2017).

2.4 Ações de Educação Ambiental no controle de arboviroses

Diante da preocupante situação epidemiológica causada pela presença do *Ae. aegypti*, diversos projetos educativos têm sido desenvolvidos em todo o Brasil, com diferentes enfoques e abordagens variadas, buscando implementar medidas de controle e prevenção. Oliveira e Link (2011) aplicaram a Educação Ambiental como estratégia para prevenir a dengue em comunidades rurais do município de São Sepé (RS). Essa iniciativa incluiu a análise do nível de conhecimento sobre o mosquito, atividades educativas e recreativas, além do uso de armadilhas caseiras para capturar mosquitos adultos.

Rahmeier (2019), em sua experiência no município de Condor (RS) com estudantes do ensino fundamental das redes pública municipal e estadual, evidenciou que a Educação Ambiental é um recurso valioso no processo de aprendizado e mudança, possibilitando a construção de conhecimentos e iniciativas voltadas à promoção da qualidade de vida e ao bem-estar da comunidade.

Silva et al. (2021), por meio de ações didático-pedagógicas, práticas interdisciplinares e atividades artísticas realizadas no município de Araguaína, Tocantins, destacaram a eficácia de abordagens lúdicas na sensibilização sobre a relevância da educação ambiental no enfrentamento ao mosquito *Ae. aegypti*.

Dias (2022), em parceria com a equipe do Laboratório de Insetos Vetores da Universidade de Vassou-

ras (LIV/Univassouras), desenvolveu na comunidade do Conjunto Habitacional da Toca dos Leões, em Vassouras/RJ, o Projeto Agente Mirim. O objetivo foi capacitar crianças e adolescentes para prevenir o desenvolvimento do *Ae. aegypti* em sua comunidade, por meio do monitoramento e identificação de possíveis focos e criadouros do mosquito. A iniciativa utilizou uma abordagem inclusiva e lúdica, com o apoio de materiais científicos e pedagógicos, como o Manual do Agente Mirim (figura 3). Esse processo transformou as crianças em protagonistas na construção do conhecimento, permitindo que compartilhassem com sua comunidade tudo o que aprenderam.

Figura 3: Manual do Agente Mirim elaborado e utilizado durante as ações de educação e conscientização ambiental.



Fonte: Dias, Maleck e Carraro, 2022

2.5 Educação Ambiental e Ludicidade

A ludicidade é uma ferramenta valiosa no processo educativo e tem sido aplicada em diferentes instituições, como escolas, empresas, hospitais e universidades. Essa abordagem favorece o avanço no ensino-aprendizagem, utilizando a brincadeira como uma linguagem única e universal (Baía& Nakayama, 2013).

No âmbito educacional, as atividades lúdicas são recursos que apoiam os educadores, despertando o interesse em aprender e compreender os conteúdos de forma mais eficaz. Essas atividades estimulam a curiosidade por meio do levantamento de hipóteses, promovendo cooperação, competição e motivação, além de desenvolver habilidades como disciplina, observação, atenção, comparação e argumentação. Elas também facilitam o desenvolvimento social ao incentivar maior interação entre os colegas e permitem a abordagem de diversos temas relacionados à Educação Ambiental e questões de relevância contemporânea (Siqueira& Antunes, 2013; Borges& Neves, 2005).

Toda atividade lúdica no contexto educacional deve, essencialmente, apresentar objetivos pedagógicos bem definidos, respeitando o nível de conhecimento dos alunos e possibilitando o progresso na assimilação de conteúdos e conceitos. Não deve ser vista apenas como uma brincadeira sem propósito didático. Deve atuar como um catalisador da aprendizagem, aproximando o conhecimento científico da realidade social em que está inserida, promovendo aprendizagens direcionadas e alcançando metas específicas. (Rocha& Pereira, 2017; Gomes& Friedrich, 2001).

O desenvolvimento de materiais didáticos voltados para a educação ambiental é essencial para cons-

cientizar a população sobre temas críticos, como o controle de arboviroses, de forma acessível e engajante. Exemplos como o Álbum de Figurinhas “*Aedes aegypti*: Conhecer para Controlar” (figura 4), organizado pela Universidade de Vassouras, ilustram como recursos lúdicos podem transformar informações técnicas em conteúdos atraentes para diferentes públicos (Barros et al., 2023). Esse tipo de material não apenas facilita a disseminação do conhecimento, mas também estimula a participação ativa de crianças e adultos, contribuindo para a adoção de práticas preventivas no cotidiano.

Ao incorporar elementos visuais, interativos e educativos materiais como álbuns de figurinhas tornam o aprendizado mais dinâmico e eficaz. Eles permitem que conceitos complexos sejam apresentados de maneira simples, promovendo maior retenção da informação. Além disso, essas iniciativas são inclusivas, podendo alcançar comunidades diversas, independentemente de limitações educacionais ou sociais. Tais ferramentas, quando integradas a programas educativos e campanhas de saúde pública, potencializam o impacto das ações de prevenção, fomentando uma cultura de responsabilidade ambiental e controle efetivo de vetores como o *Ae. aegypti*.

Figura 4: Álbum de figurinhas *Aedes aegypti*: Conhecer para Controlar para ser utilizado durante as práticas de educação ambiental.



Fonte: Barros, Maleck e Carraro, 2023

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle das arboviroses é um desafio multidimensional que exige abordagens integradas, inovadoras e sustentáveis. Diante da alta incidência de doenças como dengue, zika e chikungunya, é essencial complementar as estratégias tradicionais de combate ao mosquito vetor com métodos mais efetivos e engajadores. A Educação Ambiental surge como uma poderosa ferramenta para transformar comunidades, promovendo conscientização e mudança de comportamento.

A utilização de atividades lúdicas, como jogos e ferramentas tecnológicas, representa um avanço significativo no processo educativo, potencializando o aprendizado e a mobilização social. Essas iniciativas permitem que informações complexas sejam transmitidas de maneira acessível e interativa, principalmente para jovens e crianças, que se tornam multiplicadores do conhecimento em suas comunidades. A aplicação de tecnologias emergentes, como jogos digitais e realidade aumentada, fortalece ainda mais o impacto dessas ações, envolvendo diferentes faixas etárias e contextos sociais.

Além disso, a integração de políticas públicas, como a Política Nacional de Educação Ambiental, ao cotidiano das escolas e comunidades, fomenta uma cultura de responsabilidade coletiva no enfrentamento das arboviroses. Medidas como a eliminação de criadouros, o uso de alternativas biológicas e botânicas para controle de vetores e a disseminação de informações de forma criativa e inclusiva são essenciais para garantir a sustentabilidade das ações de prevenção.

Portanto, o sucesso no combate às arboviroses depende de esforços articulados entre governo, instituições de ensino, organizações da sociedade civil e comunidades. Investir em educação ambiental e na aplicação de métodos inovadores, como os apontados neste estudo, é um caminho promissor para reduzir os impactos dessas doenças, promovendo saúde pública e qualidade de vida para todos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Paulo Paes de et al. Use of transgenic *Aedes aegypti* in Brazil: risk perception and assessment. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 94, n. 10, p. 766, 2016.

ARAÚJO, Helena RC et al. *Aedes aegypti* control strategies in Brazil: incorporation of new technologies to overcome the persistence of dengue epidemics. **Insects**, v. 6, n. 2, p. 576-594, 2015.

BAÍA, M. C. F.; NAKAYAMA, L. A Educação Ambiental por meio da ludicidade: uma experiência em escolas do entorno do Parque Estadual do Utinga. **Revista Margem Interdisciplinar – Periódicos UFPA**, v.7, n. 9, p. 89-112, 2013.

BARROS, B. N.; MALECK, M.; CARRARO, V. M. **Álbum de figurinhas *Aedes aegypti*: conhecer para controlar**. 2023. Ed. Univassouras. Disponível em: <http://editora.universidadedevassouras.edu.br/index.php/PT/issue/view/253>.

Acesso em 01 dez 2024.

BASSANI, A. T.; TRAMONTINA, A. C.; TRAMONTINA, F. F. Educação Ambiental, Vigilância em Saúde e o Controle do Vetor *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae). **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul, v. 36, n. 1, p. 339-356, 2019.

BASURKO, C. *et al.* Estimating the Risk of Vertical Transmission of Dengue: A Prospective Study. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 98, n. 6, p. 1826–1832, jun. 2018.

BHATT, S. *et al.* The global distribution and burden of dengue. **Nature**, v. 496, n. 7446, p. 504–507, 25 abr. 2013.

BORGES, C. J.; NEVES, L. O. R. O lúdico nas interfaces das relações educativas. **Revista de Pedagogia – UnB**, v. 6, n. 12, p. 1-9, 2005.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. **Epidemiologia e Serviço de Saúde**, v. 16, n. 4, p. 279-293, 2007.

BRASIL. **Comissão Técnica Nacional de Biossegurança**. 2014. Parecer Técnico N° 3964. [Cited 2014 9 set.] disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/19374.html>. Acesso em: 20 nov. 2024.

BRASIL. **Lei n. 13.301, de 27 de junho de 2016**. Dispõe sobre a adoção de medidas de vigilância em saúde quando verificada situação de iminente perigo à saúde pública pela presença do mosquito transmissor do vírus da dengue, do vírus chikungunya e do vírus da zika. Diário Oficial da União, Brasília. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13301.htm. Acesso em 01 dez. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 27 abr. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em: 23 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo *Aedes* (dengue, chikungunya e Zika) até a Semana Epidemiológica 46, 2024**. Boletim Epidemiológico Semanal, n. 23, 2024.

CAI, Su; WANG, Xu; CHIANG, Feng-Kuang. A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. **Computers in Human Behavior**, v. 37, p. 31-40, 2014.

CARDOZO, S. V. *et al.* Educational strategies for prevention and control of dengue: a study in public schools in Belford Roxo, Rio de Janeiro, Brazil. **Almanaque Multidisciplinar de Pesquisa**. v.1, n.2, p. 81-96, 2013.

CLARO, L. B.; *et al.* Prevenção e controle do dengue: uma revisão de estudos sobre conhecimentos, crenças e práticas da população [Dengue prevention and control: a review of studies on knowledge, beliefs, and practices]. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, n. 6, p. 1447-57, 2004.

CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, n. 4, p. 500-506, 2011.

DIAS, T. D. **AGENTE MIRIM: uma proposta de educação ambiental e saúde pública**. Dissertação do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras, Vassouras/RJ, 73 p., 2022.

DIAS, T.D.; MALECK, M; VARRARO, V.M. **Manual do Agente Mirim: um guia de monitoramento, prevenção e controle ao *Aedes aegypti***. 2022. Ed. Universidade de Vassouras. Disponível em: <http://editora.universidadedevassouras.edu.br/index.php/PT/article/view/3383>. Acesso em: 01 dez 2024.

DONALÍSIO, M. R.; GLASSER, C. M. Vigilância epidemiológica e controle de vetores do dengue. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 5, n. 3, p. 259-272, 2002.

DUONG, V. *et al.* Asymptomatic humans transmit dengue virus to mosquitoes. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 112, n. 47, p. 14688–14693, 24 nov. 2015.

FERRARIS, P.; YSSEL, H.; MISSÉ, D. Zika virus infection: an update. **Microbes and Infection**, v. 21, n. 8–9, p. 353–360, nov. 2019.

FERREIRA, F. A. *et al.* O jogo “Caça Mosquito” como material didático para ensinar a combater a dengue, Zika e Chikungunya nas escolas. **Revista da SBEnBio**, n. 9, p. 7400-7409, 2016.

FORATTINI, O. P. **Culicidologia Médica**. 1 ed. São Paulo, Brasil, 2002. 864 p.

FREITAS, Nalu Gusmão Teixeira; SOARES, Doris Monteiro Ribeiro; JUIZ, Paulo José Lima. Análise de Tecnologias Desenvolvidas para o Controle do Mosquito *Aedes aegypti* nos Últimos 10 Anos. **Cadernos de Prospecção**, v. 11, n. 4, p. 1099-1099, 2018.

GAMA, R. A. *et al.* Efeito da densidade larval no tamanho de adultos de *Aedes aegypti* criados em condições de laboratório. **Revista de Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 38, n. 1, p. 64- 66, 2005.

GARCEZ, W. S.; *et al.* Substâncias de origem vegetal com atividade larvicida contra *Aedes aegypti*. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 3, p. 363-393, 2013.

GOMES, R. R.; FRIEDRICH, M. **A Contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia**. **EREBIO**, n. 1, p. 389-392, 2001.

HUANG, Y.-J. S.; HIGGS, S.; VANLANDINGHAM, D. L. Emergence and re-emergence of mos-

quito-borne arboviruses. **Current Opinion in Virology**, v. 34, p. 104–109, fev. 2019.

LENZI, M. F.; COURA, L. C. Prevenção da dengue: a informação em foco. **Revista Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v.37, n.4, p. 343-350, 2004.

MARQUES, M. L. A. P.; SILVA, A. F.; ARAÚJO, J. E. Q.; QUEIROZ, T. H. S.; ALMEIDA, I. D. A.; MARINHO, A. A. A educação ambiental na formação da consciência ecológica. **Cadernos de Graduação - Ciências exatas e tecnológicas**, Alagoas, v. 1, n.1, p. 11-18, 2014.

MARRELLI, M. T. Controle de vetores utilizando mosquitos geneticamente modificados. **Revista Saúde Pública**, v. 43, n. 5, p. 869-74, 2009.

MARTINS, L. M. A. Alternativas para o controle biológico do agente transmissor da dengue-*Aedes aegypti* L. **Acervo da Iniciação Científica**, v. 12, n. 1, 2013.

MORAES, Maria Karina Mendonça De. **Estratégias interdisciplinares no combate à dengue: um projeto de educação ambiental e saúde pública**. Anais do X Congresso Nacional de Educação... Campina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/112442>>. Acesso em: 23/11/2024.

NEVES, D.P.; MELO, A.L.; LINARDI, P.M. **Parasitologia humana**. 12. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2011.

OLIVEIRA, C. R. T.; LINK, D., A educação ambiental como estratégia de prevenção a dengue nas comunidades rurais de Mata Grande e São Rafael, município de São Sepé – RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 4, n. 4, p. 618 - 629, 2011.

OLIVEIRA, S. L, CARVALHO, D.; CAPURRO, M. L. Mosquito transgênico: do paper para a realidade. **Revista da Biologia**, v. 6, p. 38-43, 2011.

OSTERA, G. R. & GOSTIN, L. O. Biosafety concerns involving genetically modified mosquitoes to combat malaria and dengue in developing countries. **Revista Jama**, v. 305, n. 9, p. 930-931, 2011.

PINTO, P. S.; PINTO, F. O.; DUARTE, S. C. A Dengue e sua relação com Educação Ambiental no município de Quissamã/RJ. **Revista Científica da Faculdade de Medicina de Campos**, Campos, v.8, n.1, p.14-18, 2013.

RAHMEIER, T. Redução de focos de *Aedes aegypti* por meio de ações de educação ambiental no município de Condor (RS). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 165-176, 2019.

RANGELS, M. L. Dengue: educação, comunicação e mobilização na perspectiva do controle- propostas inovadoras. **Interface**, Botucatu, v. 12, n. 5, p.433-441, 2008.

RIBEIRO, A. L. Jogos online no ensino aprendizagem da leitura e da escrita. In: Tecnologias para aprender. São Paulo: **Parábola editorial**, 2016. p. 159–174.

ROCHA, M. P.; PEREIRA, J. L. Jogos Didáticos para o Ensino de Ciências com Ênfase na Educação Ambiental. **IX EPEA – Encontro Pesquisa em Educação Ambiental**, UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora, 2017.

SANTOS, Maykol Lívio Sampaio Vieira et al. **MEIO: uma rede social gamificada para engajamento de ações da educação ambiental**. 2017.

SILVA, G. P.; MORAIS, S. E.; CAMPOS, C. F. A.; VAQUEIRO, C. S.; RIBEIRO, I. N. L.; SILVA, K. P. Educação ambiental na Escola Estadual Norte Goiano - proposta para reduzir focos do mosquito *Aedes aegypti*. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 29789-29802, 2021.

SILVA, Vanessa Trindade et al. **Análise do conhecimento de estudantes da educação básica sobre as arboviroses em escolas públicas em imperatriz- ma**. Anais IX CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2023. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/98342>>. Acesso em: 25/11/2024.

SIQUEIRA, I. J.; ANTUNES, A. M. Jogo de trilha “Lixo Urbano”: Educação Ambiental para sensibilização da comunidade escolar. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 6, n. 3, p. 185-201, 2013.

SMIDERLE, R. *et al.* **The impact of gamification on students’ learning, engagement and behavior based on their personality traits**. **Smart Learn. Environ.** 7, 3, 2020.

SONG, B.H., *et al.* Zika virus: History, epidemiology, transmission, and clinical presentation. **Journal of Neuroimmunology**, v. 308, p. 50–64, 15 jul. 2017.

THAVARA, U.; *et al.* Simulations to compare efficacies of tetravalent dengue vaccines and mosquito vector control. **Epidemiology Infect.** v. 142, n. 6, p. 1245-58, 2014.

VASCONCELLOS, M. S. et al. As várias faces dos jogos digitais na educação. **Informática na Educação Teoria e Prática**, v. 20, n. 4, p. 203–218, 2017.

VERVOORT, J. M. New frontiers in futures games: leveraging game sector developments. **Futures**, v. 105, n. August, p. 174–186, 2019.

VU, D. M. *et al.* Chikungunya Virus. **Clinics in Laboratory Medicine**, v. 37, n. 2, p. 371–382, jun. 2017.

YENIOGLU, Busra Yilmaz; ERGULEC, Funda; YENIOGLU, Samed. Augmented reality for learning in special education: a systematic literature review. **Interactive Learning Environments**, v. 31, n. 7, p. 4572-4588, 2023.

PANC: UMA ABORDAGEM PARA A PROMOÇÃO DA SAÚDE E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Palavras-chave: Plantas alimentícias não convencionais, Sustentabilidade alimentar e Nutrição alternativa.

Luciana de Souza Marques - Mestrado em Ciências Aplicadas em Saúde pela Universidade Severino Sombra (2019), Pós graduada em Comportamento Alimentar e Coaching Nutricional pela Faculdade Educamaís (2022), Nutrição e Nefrologia pelo Instituto Cristina Martins (2022), e Terapia Nutricional e Nutrição Clínica pela Universidade Anhembi Morumbi (2017). Graduada em Nutrição pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci - Blumenau/SC (2010). Experiência há mais de 9 anos na Área hospitalar (clínica e cozinha (UAN)) com ênfase em terapia nutricional, principalmente nos seguintes temas: Terapia nutricional enteral, idosos, terapia intensiva, nutrição clínica e nutrição infantil. Atuando nos atendimentos aos pacientes e na orientação e capacitações com a equipe da cozinha, atuando também nesse período como Membro da Equipe Multidisciplinar de Terapia Nutricional. Atendimentos das áreas clínica, cirúrgica, oncologia e na hemodiálise. E há 6 anos atuando na área hospitalar materno infantil, nos atendimentos e participando de grupos de apoio a puérpera e palestras para gestantes e nutrízes. Atualmente sou gestora do curso de Nutrição na Universidade de Vassouras (Campus Vassouras) e docente ministrando a disciplina de Técnica Dietética no curso de Nutrição da Universidade de Vassouras. coordnutricao@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

PANC é a sigla para falar sobre o termo Plantas Alimentícias Não Convencionais. O assunto PANC tem estimulado profissionais e a população em geral nessa busca de uma alimentação mais saudável e natural. Assim PANC contempla um grupo de plantas ou partes de plantas que não fazem parte dos ingredientes que compõem a dieta convencional, incluído as flores e formas não convencionais de consumo de um alimento. O uso de alimentos PANC não é novo, porém o termo é amplamente usado nos dias de hoje, o uso dessas plantas na culinária não tem nada de novo, no decorrer dos tempos o ser humano colhiavam ervas na natureza para uso culinário e medicinal. A culinária PANC não é a alimentação do futuro, ela é a retomada de uma sabedoria do passado empregada no presente utilizando da ciência para a valorização do seu uso (BRASIL, 2024)

No mundo acreditamos que conheçamos em torno de 390 mil espécies de plantas, e o ser humano utiliza ao longo de sua trajetória na terra, aproximadamente mil espécies para alimento e hoje em dia cultiva cerca de 300 espécies para o uso com a alimentação, medicamento e outros usos. No Brasil temos uma das maiores diversidades biológicas do planeta, abrigando cerca de 46.097 espécies nativas de plantas. Mesmo com toda essa riqueza, a biodiversidade brasileira é ainda pouco conhecida e sua utilização como alimento tem sido desprezada. Observamos que as espécies nativas do Brasil não fazem parte do grupo de alimentos mais consumidos no país. Observando assim uma valoração de poucas espécies, a maior parte delas exóticas em detrimento das inúmeras espécies nativas que são consumidas de modo ocasional e influenciadas pela cultura regional (TULER, 2019).

As PANC são plantas simples, resistentes a baixa adubação e precisa de pouca irrigação, elas possuem grande quantidade de fitoquímicos, que podem reduzir o risco de algumas doenças (PASCHOAL, 2020)

Portanto, a promoção do consumo das PANC não é apenas uma questão de saúde, mas também de valorização de um modelo alimentar mais responsável, que respeita os ciclos da natureza e a sabedoria popular, podendo representar uma importante ferramenta para o fortalecimento da segurança alimentar e nutricional no Brasil e no mundo.

DESENVOLVIMENTO

O consumo de PANCs pode contribuir para a prevenção de doenças, melhorar a alimentação e a saúde pública. As suas propriedades nutricionais podem ser observadas em algumas plantas e o uso pode ser amplamente preparado. Como vemos nesse pequeno compilado conforme os estudos de Paschoal 2020 e Sartori 2020.

Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) – É uma planta rica em proteínas (com teores de proteína variando entre 17% e 29%), fibras e minerais como cálcio, magnésio, ferro e zinco. Suas folhas podem ser utilizadas

em diversas preparações, como caldos, sopas, cozidos, farofas, tortas salgadas, saladas, e em pratos com carnes de aves, suínos ou bovinos.

Beldroega (*Portulaca oleracea*) – Esta planta é uma excelente fonte de ômega-3. Suas folhas, talos jovens e flores podem ser consumidos em saladas, caldos, cremes, ovos ou em pratos com carnes enso-
padas, sendo mais indicada para cozidos ou refogados.

Bredo ou Caruru (*Amaranthus* spp.) – Contém boas quantidades de magnésio. As folhas devem ser bem refogadas ou utilizadas em pratos com carnes, ovos ou omeletes.

Dente-de-leão (*Taraxacum officinale* F. H. Wigg) – É uma excelente fonte de ferro, potássio, zinco, além das vitaminas A, B, C e D. Suas folhas podem ser consumidas em saladas, refogados ou sucos verdes.

Serralha (*Sonchus oleraceus* L.) – Apresenta grandes quantidades de vitaminas A, B e C, cálcio e ferro. Suas folhas, talos macios e flores jovens são comestíveis.

Azedinha (*Rumex acetosa* L.) – É rica em compostos fenólicos, vitaminas A e C, sais de ferro e ácido oxálico. Pode ser consumida crua em saladas ou cozida em preparações como purê, sopas ou temperos.

Pariparoba (*Piper umbellatum* L.) – As folhas dessa planta contêm zinco, manganês, magnésio, sódio, cálcio, vitaminas do complexo B, C, E e betacaroteno. As folhas mais jovens e macias podem ser usadas em saladas, enquanto as mais envelhecidas devem ser escaldadas e consumidas com recheios.

Capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) – Rica em minerais (como N, S, I, F, K), fosfatos, antioxidantes e carotenoides como luteína. Suas flores, folhas e botões florais são ideais para consumo cru em saladas, massas, preparações com arroz ou pão, e seus talos podem ser usados em bolinhos fritos. Os frutos imaturos podem ser preparados como alcaparras.

Major Gomes (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.) – Contém ferro, fósforo, alumínio, níquel, cobre, manganês, zinco, potássio, bário, sódio, magnésio, cálcio, vitamina C, fibras e compostos bioativos como fenólicos e flavonoides. Pode ser consumido em saladas cruas ou cozidas, sopas ou refogados.

CONCLUSÃO

As PANC representam uma rica alternativa para a promoção de uma alimentação mais saudável e sustentável, além de contribuírem para o fortalecimento da segurança alimentar e nutricional. Apesar da vasta biodiversidade do Brasil, muitas dessas espécies nativas ainda são subutilizadas, em grande parte devido à preferência por alimentos convencionais e exóticos. Contudo, as PANC possuem um grande potencial nutricional e podem ser incorporadas facilmente na culinária cotidiana, oferecendo uma variedade de benefícios à saúde, como o fornecimento de vitaminas, minerais e fitoquímicos que ajudam na prevenção de doenças. Além disso, o consumo dessas plantas pode reduzir a dependência de recursos naturais, uma vez que elas são, geralmente, resistentes e requerem poucos insumos, favorecendo práticas agrícolas mais sustentáveis. Portanto, incentivar o uso de PANCs não é apenas uma forma de recuperar saberes tradicionais, mas também de promover um modelo alimentar mais consciente, saudável e alinhado com a preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, F. C.; FONSECA, A. T.; TARRÉ, R. M. **Capacitação em PANC - Plantas Alimentícias Não Convencionais**. Niterói, Rio de Janeiro, Brasil: PESAGRO RIO, 2024. v. 01. Livro eletrônico.

TULER, A. C.; PEIXOTO, A. L.; SILVA, N. C. B. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) na comunidade rural de São José da Figueira, Durandé, Minas Gerais, Brasil**. Rodriguésia, v. 70, p. e01142018, 2019.

PASCHOAL, V.; VALENTE, F. L.; SCHIECK, L. E.; MADEIRA, N. **Plantas Alimentícias Não Convencionais & Saúde**. São Paulo, Brasil: Valéria Paschoal Editora Ltda., 2020. p. 20. v. 01.

PANAIN, A. L.; CONEGLIAN, R. C. C.; DIAS, A. **Cartilha: Aspectos da Produção e da Pós-Colheita de Ora-Pro-Nóbis**. Rio de Janeiro, Brasil: NEAPRO-RIO, 2021.

SARTORI, V. C.; THEODORO, H.; MINELLO, L. V.; PANSEIRA, M. R.; BASSO, A.; SCUR, L. **Plantas Alimentícias Não Convencionais – PANC: Resgatando a Soberania Alimentar e Nutricional**. Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil: EDUCS Acadêmico, 2020. p. 118. v. 01.

RAÍZES DO FUTURO: AÇÃO COMUNITÁRIA DE REFLORESTAMENTO EM PROL DA SUSTENTABILIDADE E MITIGAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Palavras-chave: Educação Ambiental, Vale Verdejante e Sustentabilidade

Antônio Tadeu Berardinelli Filho - Mestrando em Ciências Ambientais pela Universidade de Vassouras e Engenheiro de Software pela Universidade de Vassouras. Bolsista de treinamento e capacitação técnica – PESAGRO/FAPERJ – Programa TCT – Apoio ao Desenvolvimento Setor Agropecuário e da Agroindústria do RJ.

Sandra Regina Alves Confort - Mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade de Vassouras, Pós-Graduada em Educação Ambiental pela Faculdade São Luís, Bacharel em Engenharia de Alimentos pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Suckow da Fonseca – CEFET – RJ. Bolsista da FAPERJ.

Leonardo Feijó Silvestre Mattos - Mestre em Ciências Ambientais e Engenheiro Eletricista pela Universidade de Vassouras, bolsista do programa de Capacitação Técnica TCT 5 - FAPERJ / CAPACITAGRO.

Monique da Silva Amaral - Formada em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Iguaçu, Pós-Graduada em Projetos e Licenciamento Ambiental pela Universidade Única de Ipatinga/MG, Mestranda em Ciências Ambientais pela Univassouras e Bolsista de treinamento e capacitação técnica – PESAGRO/FAPERJ – Programa TCT – Apoio ao Desenvolvimento Setor Agropecuário e da Agroindústria do RJ.

Paloma Martins Mendonça - Doutora em Ciências Veterinárias – Parasitologia Veterinária pela UFRRJ, Mestre em Biologia Parasitária pelo Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz; Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Santa Úrsula. Docente no Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras; Bolsista Jovem Cientista do Nosso Estado, Faperj.

Cristiane de Souza Siqueira Pereira - Doutora em Tecnologia em Processos Químicos e Bioquímicos pela Escola de Química da UFRJ, Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e graduada em Química Industrial pela Universidade de Vassouras. Pró-Reitora de Pós-graduação e Coordenadora do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Univassouras. cristiane.pereira@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

A Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) é uma categoria de Unidade de Conservação de Uso Sustentável, regulamentada pela Lei Federal nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Essa legislação estabelece diretrizes para a criação e a gestão de áreas protegidas no Brasil, com foco na preservação ambiental e no uso sustentável dos recursos naturais (Brasil, 2000).

No âmbito estadual, o Decreto Estadual nº 40.909/2007, do Estado do Rio de Janeiro, configura um avanço significativo na proteção ambiental, ao regulamentar as RPPNs no território estadual. Essas áreas, de proteção integral em propriedades privadas, têm papel essencial na conservação da biodiversidade e no equilíbrio ecológico, alinhando-se às orientações da Lei Federal nº 9.985/2000 (Rio de Janeiro, 2007).

Esse avanço estadual, por sua vez, é complementado por legislações municipais, como o Decreto nº 4.743/2020 da Prefeitura de Vassouras, o qual detalha critérios e procedimentos para a criação e gestão das RPPNs no município. Essas unidades de conservação são instituídas voluntariamente pelos proprietários, sendo reconhecidas por sua importância para a preservação da biodiversidade, dos recursos naturais e da paisagem (Vassouras, 2020).

Localizado em um cenário de colinas suaves, rios cristalinos e florestas densas, o vale é um refúgio de biodiversidade e tranquilidade. Sua história rica é tecida por tradições culturais, agricultura sustentável e um forte senso de comunidade entre os moradores.

O decreto municipal prevê duas modalidades de RPPNs: Proteção Integral, que restringe totalmente o uso do solo e dos recursos, e Uso Sustentável, que permite atividades científicas, educacionais e culturais,

desde que não comprometam o equilíbrio ecológico. A criação de uma RPPN exige a apresentação de documentação específica, homologação pela prefeitura e registro no Cartório de Imóveis, assegurando o caráter perpétuo da proteção. A manutenção e fiscalização das reservas são de responsabilidade dos proprietários, com o apoio do órgão ambiental local, podendo contar também com a colaboração de entidades públicas e privadas.

Dessa forma, os decretos estadual e municipal evidenciam a importância das RPPNs como ferramentas para a conservação ambiental, promovendo a gestão sustentável e incentivando o comprometimento de proprietários privados na proteção dos ecossistemas. A integração dessas normativas fortalece as políticas públicas de preservação e contribui para o alcance das metas ambientais em diferentes níveis de governança.

VALE VERDEJANTE – VASSOURAS/RJ

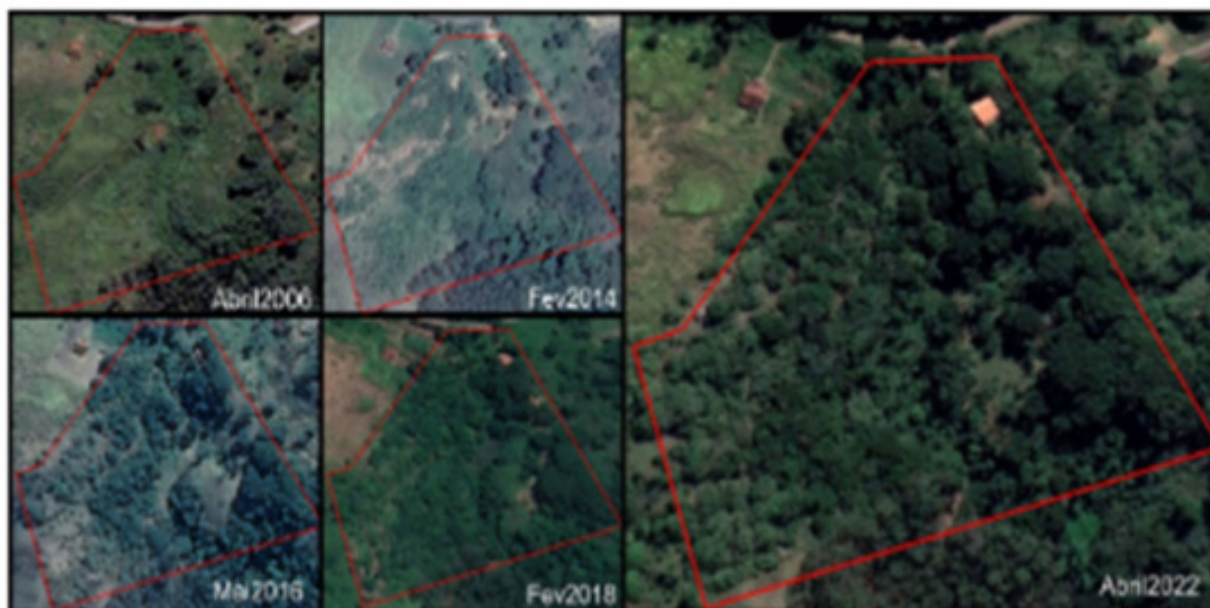
Criada por meio do Decreto Municipal nº 4744/2020, a Unidade de Conservação Mauro Romano (Vale Verdejante) tornou-se a primeira Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) do município de Vassouras, localizada na região do Vale do Café, no estado do Rio de Janeiro. Essa conquista marca um importante avanço para a preservação ambiental na região, destacando o papel da iniciativa privada na conservação da biodiversidade (Vale Verdejante, 2024).

O projeto da Associação Vale Verdejante desenvolvido surgiu após uma tragédia, onde Denise Thomé, em 2006, perdeu seu marido em um acidente aéreo. Após esta grande perda Denise quis colocar em prática o sonho do casal e homenagear o seu falecido esposo, Mauro Romano, utilizou parte da indenização para criar um local de conservação ambiental. Durante os três primeiros anos, Denise Thomé, embora trabalhasse na cidade do Rio de Janeiro, encontrou tempo e vontade para se dedicar ao projeto e após sua aposentadoria, em 2009, mudou-se para Andrade Costa, intensificando-se assim, sua luta pelo meio ambiente, desenvolvimento da comunidade ao redor e busca de novos parceiros institucionais e governamentais.

O processo de criação da RPPN foi impulsionado graças ao empenho da Associação Civil Vale Verdejante, que desde 2006 vem promovendo a recuperação de áreas degradadas. Em parceria com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, a regularização da unidade reafirmou o compromisso conjunto em prol da sustentabilidade e da proteção dos recursos naturais da região (Vale Verdejante, 2024).

Apresentando uma área de 2,2 hectares, o que equivale a 220 mil metros quadrados, o Vale Verdejante era uma propriedade degradada (pastagem). Contudo, por meio de ações de reflorestamento, essa área foi transformada em um espaço reflorestado e protegido, que agora serve como um exemplo de restauração ambiental e de gestão sustentável de recursos naturais (Figura 1) (Vale Verdejante, 2024).

Figura 1. Evolução do Reflorestamento da RPPN



Fonte: Vale Verdejante, 2024

Através de práticas de educação ambiental e da integração entre escolas e a comunidade, a RPPN busca promover o crescimento humano em diferentes dimensões. Seu objetivo vai além da preservação ambiental, contribuindo também para o desenvolvimento social, cultural, ambiental, econômico, tecnológico e político da região. Essa abordagem integrada reforça o papel transformador da RPPN, que atua como um espaço de aprendizado, engajamento e construção de valores sustentáveis, unindo a preservação do meio ambiente ao fortalecimento das relações comunitárias.

Com as ações de recuperação de áreas degradadas e ações socioambientais, o Vale Verdejante tem apresentado impactos positivos na recuperação do Bioma Mata Atlântica, contribuindo significativamente para a conservação desse bioma ameaçado. Parte dessa recuperação envolve a preservação do Córrego do Ingá, um córrego intermitente que desempenha papel essencial no equilíbrio hídrico e ecológico local, fornecendo suporte para a regeneração da vegetação nativa e contribuindo para a manutenção da fauna silvestre, sendo a sua preservação crucial não apenas para a qualidade ambiental da região, mas também para sustentabilidade dos recursos hídricos que abastecem comunidades e ecossistemas a jusante.

A criação da RPPN Mauro Romano tem grande relevância para o Bioma Mata Atlântica, especialmente devido às suas iniciativas de reflorestamento, que transformaram uma área antes degradada em um espaço de regeneração ambiental. Atualmente, a Unidade de Conservação possui cerca de 8000 árvores nativas e são realizadas diversas atividades científicas, turísticas, recreativas, educacionais e culturais. O local ainda possui duas trilhas ecológicas e um mirante com uma vista panorâmica da flora e da fauna da região (Vale Verdejante, 2024).

Para o desenvolvimento de suas ações, a RPPN dispõe de um espaço de convivência de 70 m² com dormitório, escritório, sala, cozinha, banheiro e depósito, proporcionando suporte adequado para os envolvidos e participantes (THOMÉ; DUFFLES, 2024).

Anualmente, no mês de novembro, a RPPN realiza uma importante ação de reflorestamento que envolve escolas, a comunidade local e universidades, promovendo a conscientização ambiental e o engajamento coletivo.

Em 2024, a iniciativa foi intitulada “Raízes do Futuro: Ação Comunitária de Reflorestamento em Prol da Sustentabilidade e Mitigação às Mudanças Climáticas”, tendo como principal objetivo o plantio de 500 mudas de árvores nativas. Vale destacar que, atualmente, a área já conta com uma floresta em desenvolvimento composta por mais de 8.000 árvores nativas plantadas, evidenciando o sucesso das iniciativas de reflorestamento e o impacto positivo da mobilização comunitária.

Com o objetivo de fomentar participação comunitária, a Universidade de Vassouras teve uma importante contribuição no desenvolvimento da ação de reflorestamento. Por meio de sua ação de extensão acadêmica, vinculada ao Projeto Ciências Verdes: Capacitação e Sustentabilidade Ambiental, a universidade promoveu práticas sustentáveis e reforçou o compromisso com o combate às mudanças climáticas.

Desta forma, o evento Raízes do Futuro: Ação Comunitária de Reflorestamento em Prol da Sustentabilidade e Mitigação às Mudanças Climáticas reuniu alunos de escolas municipais, discentes do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras, membros da Associação Civil Vale Verdejante e representantes da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro/RJ), que contribuiu com a doação de mudas. Essa articulação entre diferentes atores evidenciou a importância da colaboração interdisciplinar e interinstitucional no fortalecimento das ações socioambientais da RPPN. Além do plantio, a ação inclui a soltura de abelhas polinizadoras sem ferrão, fundamentais para o fortalecimento da segurança alimentar, já que auxilia na propagação das plantas alimentícias não-convencionais (PANC). Para complementar o enriquecimento da ação, o Dr. Felipe da Costa Brasil, Subsecretário de Agricultura do Estado do Rio de Janeiro, ministrou uma palestra sobre a importância das práticas agroflorestais e do cultivo de PANC para uma alimentação saudável.

Essa mobilização destaca a atuação integrada da Universidade de Vassouras, que, por meio de parcerias estratégicas, promoveu a preservação ambiental, o desenvolvimento comunitário e a educação prática. A ação contribui para um ambiente mais consciente sobre a sustentabilidade e a mitigação dos impactos das mudanças climáticas, demonstrando o compromisso da Universidade com o futuro da região e o fortalecimento das práticas sustentáveis.

As contribuições das instituições parceiras, como a Pró-Reitoria de Extensão da Universidade de Vassouras, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro - Pesagro-Rio, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - Emater e Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Ja-

neiro - Fiperj, foram fundamentais para o sucesso das iniciativas promovidas na RPPN Mauro Romano, especialmente nas áreas de educação ambiental e mobilização comunitária. Essas parcerias ampliaram o alcance das ações de reflorestamento e de conscientização ambiental, fortalecendo o envolvimento da comunidade local e das escolas. As atividades práticas de educação ambiental proporcionaram aos participantes a oportunidade de desenvolver um pensamento mais crítico e amplo sobre questões de sustentabilidade, promovendo uma transformação cultural e comportamental orientada para a preservação do meio ambiente e a mitigação dos impactos das mudanças climáticas.

Abaixo, segue registros fotográficos da ação desenvolvida (Figura 2).



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 30 nov. 2024.

RIO DE JANEIRO (Rio de Janeiro). **Decreto nº 40.909, de 2 de julho de 2007.** Dispõe sobre a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) como unidade de conservação da natureza de proteção integral no território do Estado do Rio de Janeiro, estabelece critérios e procedimentos administrativos para a sua criação e estímulos e incentivos para a sua implementação, e determina outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 3 jul. 2007. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/rj/decreto-n-40909-2007-rio-de-janeiro>. Acesso em: 30 nov. 2024.

RIO DE JANEIRO (Rio de Janeiro). **Programa Estadual de Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPNs: 10 anos de apoio à conservação da biodiversidade.** Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.rppn.org.br/>. Acesso em: 30 nov. 2024.

THOMÉ, Denise; DUFFLES, Patrícia. **Verdejar: Fazendo um convite às águas.** Eixo temático: Educação Ambiental e Recursos Hídricos. Vale Verdejante e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – DCMA/ITR. Disponível em: <https://valeverdejante.org.br/4690-2/>. Acesso em: 30 nov. 2024.

VALE VERDEJANTE. **RPPN Mauro Romano.** Disponível em: <https://valeverdejante.org.br/4690-2/>. Acesso em: 30 nov. 2024.

VASSOURAS (Município). **Decreto nº 4.743, de 28 de dezembro de 2020.** Dispõe sobre a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) como unidade de conservação da natureza de proteção integral no território do Município de Vassouras, estabelece critérios e procedimentos administrativos para a sua criação e determina outras providências. Diário Oficial dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro, Vassouras, RJ, 29 dez. 2020. Disponível em: <http://www.diariomunicipal.com.br/aemerj>. Acesso em: 30 nov. 2024.

ESTRUTURAÇÃO DO PLANO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA SUPERMERCADOS

Palavras-chave: resíduos; gerenciamento; licenciamento ambiental; supermercados

Irineu Vieira da Silva Júnior- Egresso do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais pela Universidade de Vassouras (2019); Pesquisador responsável no levantamento da composição gravimétrica de resíduos gerados em restaurantes no Município de Maricá.

Irenilda Reinalda Barreto de Rangel Moreira Cavalcanti – Doutora em História Social e Professora Adjunta da Univassouras; Docente no Mestrado Profissional em Ciências Ambientais. irenilda.cavalcanti@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

Desde os primeiros momentos da evolução humana, o homem aprendeu a fabricar ferramentas e armas para se proteger, tanto de animais selvagens quanto de outros homens primitivos, além de caçar para garantir sua sobrevivência. Durante milhares de anos, em condições primitivas, o homem retirava da natureza os recursos necessários para atender suas necessidades básicas diárias, uma vez que não possuía o conhecimento sobre a conservação de alimentos.

Na antiguidade, o ser humano começou a se unir a outros para fortalecer sua proteção contra ameaças externas, formando os primeiros grupos. Service (1962) propôs uma tipologia dividida em quatro estágios: bando, tribo, chefatura e estado. Embora a expectativa de vida na época fosse muito curta, a população mundial cresceu devido ao aumento da oferta de alimentos e ao desenvolvimento de tecnologias, apesar das dificuldades impostas pelas variações climáticas e geográficas.

Com o crescimento populacional e a maior demanda por alimentos, o homem aprendeu a criar animais e cultivar sementes para sua sobrevivência, passando a comercializar os excedentes alimentares. Esse comércio de alimentos impulsionou o surgimento das primeiras comunidades, e o aumento delas estava diretamente relacionado à disponibilidade de alimentos e à evolução das técnicas de produção (CARNEIRO, 2005, p. 72).

Da Antiguidade à Idade Média, o homem não apenas produzia alimentos para o consumo diário, mas também desenvolveu conhecimentos sobre sua conservação e passou a produzi-los em maior escala, tanto para consumo futuro quanto para troca por outras mercadorias, em um processo comumente conhecido como escambo. Alguns povos chegaram a desenvolver o comércio a longas distâncias, uma prática que persiste até hoje em algumas comunidades e feiras.

Embora a origem exata das feiras de mercadorias seja incerta, sabe-se que esses locais, em áreas urbanas, sempre foram pontos de troca de alimentos, conhecimento e cultura. A Revolução Industrial, no entanto, marcou um grande aumento no consumo de bens e na exploração de recursos naturais, com o surgimento de novas tecnologias e mercados que impulsionaram o consumo excessivo. Os bens produzidos nas fábricas europeias eram distribuídos para todo o mundo (CLEPS, 2004).

As feiras e pequenas lojas da época eram os pontos de venda desses produtos. Fatores culturais, religiosos, climáticos e tecnológicos desempenharam papéis decisivos no desenvolvimento diferenciado das diversas regiões, o que é evidente na contemporaneidade. Desde o período colonial no Brasil até os dias atuais, a cultura do consumo se manteve, e as feiras, mercearias e mercados sempre tiveram um papel estratégico. A criação dos meios de comunicação, como rádio, televisão e, principalmente, internet, facilitou imensamente a publicidade e a localização de produtos nos pontos de venda.

De acordo com a Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS, 2002), a introdução do modelo de autosserviço no Brasil afetou imediatamente as indústrias, atacadistas e fornecedores, criando a necessidade de embalagens adequadas e mudando a interação entre vendedor e comprador. Esse modelo gerou o fenômeno da compra por impulso, em que os consumidores adquirem produtos além do que planejado ou necessário. As estratégias de marketing, como o merchandising, exploram eficazmente esse comportamento (TORRES, 2011).

Os supermercados surgiram como grandes pontos de venda, oferecendo uma vasta gama de mercadorias, incluindo produtos perigosos, recicláveis e perecíveis. Com a disponibilização em grande

escala de produtos para consumo, houve um aumento considerável na geração de resíduos. Embora técnicas sejam adotadas dentro dos supermercados para reduzir a produção de resíduos, os clientes ainda têm uma contribuição significativa nesse processo.

Atualmente, os supermercados são responsáveis por uma quantidade expressiva de resíduos, com grande impacto ambiental. Como resultado de suas operações, esses estabelecimentos são frequentemente fiscalizados pelos órgãos ambientais e pelas Vigilâncias Sanitárias Municipais (VISA). No município de Vassouras-RJ, três redes de supermercados estão sendo submetidas a exigências técnicas e legais para a renovação de suas Licenças de Operação (LO). Uma dessas exigências é a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), que deve contemplar a quantidade de resíduos gerados, o manejo desses resíduos e a destinação final ambientalmente adequada. Vassouras possui um aterro sanitário onde parte dos resíduos sólidos gerados pelos supermercados é destinada, enquanto outra parte é reciclada.

DESENVOLVIMENTO

A metodologia utilizada para a elaboração deste trabalho consistiu em realizar um diagnóstico baseado na análise da situação do ponto de venda, identificando os tipos e os quantitativos de resíduos gerados pelo supermercado durante o período de julho a dezembro de 2018.

Ao longo desses seis meses, foram feitas visitas semanais para acompanhar a pesagem dos resíduos. Diversas pesagens foram realizadas com balanças fixas e móveis de diferentes capacidades, sendo que as balanças de menor capacidade foram calibradas com a pesagem de um litro de água, enquanto as de maior capacidade foram calibradas com cinco litros. Eventuais diferenças encontradas nas medições foram descontadas dos resultados obtidos.

A coleta dessas informações foi realizada por meio de observações e levantamento de dados junto aos funcionários ao longo de seis meses, além do acompanhamento semanal da pesagem nos diversos setores do supermercado. Durante esse período, foi coletado todo o tipo de informação necessária para a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

Como estratégia de pesagem, optou-se por dividir os resíduos em três grandes categorias: resíduos comuns recicláveis, resíduos comuns não recicláveis e resíduos perigosos. Com base nos dados coletados, foi calculada a média mensal e elaboradas tabelas que foram apresentadas ao órgão ambiental responsável.

Após a coleta das informações sobre os resíduos gerados nos diferentes setores da organização, foi necessário classificá-los para definir a frequência das coletas, identificar os tipos de coletores a serem usados, adequar os recipientes de armazenamento e garantir o transporte e a destinação final adequada, conforme a legislação vigente. A identificação dos resíduos envolveu a rotulagem dos coletores, containers e abrigos com informações ou símbolos que indicassem o tipo de resíduo a ser depositado em cada recipiente. Essa etapa é crucial, pois uma boa identificação contribui para a segregação correta dos resíduos.

Se a segregação for feita de forma equivocada, pode ocorrer contaminação cruzada entre as categorias de resíduos, o que impacta diretamente nos custos de destinação final e diminui o valor de venda dos materiais recicláveis, especialmente se diferentes tipos de materiais forem misturados.

A segregação é o processo de separar adequadamente os resíduos gerados pela organização, garantindo que sejam armazenados de forma correta. Mesmo com coletores bem identificados e containers devidamente preparados, erros operacionais podem ocorrer, principalmente por parte de funcionários desmotivados ou mal treinados.

TABELA 1. Resíduos Gerados Mensalmente no Supermercado
RESIDUOS GERADOS MENSALMENTE NO SUPERMERCADO

SETOR	RESÍDUOS	QUANTIDADES
ADMINISTRAÇÃO E FINANCEIRO	Papel impresso, papel toalha, papelão, papéis diversos, vidros, fita crepe, papel higiênico, copos plásticos descartáveis, latas, embalagens plásticas, garrafas de vidro e plásticas e frascos diversos.	10 Kg
FRENTE DE LOJA		70 Kg
WC CLIENTES/ WC DE FUNCIONÁRIOS/ CIRCULAÇÃO INTERNA		100 Kg
LATICÍNIOS	Iogurtes, bebidas lácteas, picolés, leite	33,95 Kg
FRIOS	Queijo, presunto, mortadela, banha, massa para pastel e pizza	54 Kg
COMIDA PRONTA	Hambúrguer pronto, batatas, empanados pão de queijo, pizza, salgadinhos, carnes congeladas, polpa de fruta	115,94 Kg
AÇOUGUE	Cortes especiais, bacon e bacalhau	31Kg
AÇOUGUE	Osso	2969,538 Kg
	Sebo	2089,215 Kg
	Peixe	
PEIXARIA	Peixes frescos e congelados e frutos do mar	600 Kg
HORTIFRUTIGRANJEIRO	Frutas	911,38 Kg
	Verduras	1.235 Molhos
	Legumes	2.421,72 Kg
	Ovos	1472 UN
	Flores ornamentais	66 UN
PADARIA E CONFEITARIA	Biscoitos, bolos, doces, pães e tortas	94 Kg
LANCHONTE	Salgados e sanduíches	123UN
MERCEARIA	Açúcar, arroz, feijão, macarrão, creme de leite, leite condensado, biscoitos e outros	83 Kg
	Água, refrigerante, cerveja, suco, energético e outros	210 L
	Laticínios: Iogurtes, bebidas lácteas, picolés, leite	34 Kg
	Frios: Queijo, presunto, mortadela, banha, massa para pastel e pizza	50 Kg
	Hambúrguer pronto, batatas, empanados pão de queijo, pizza, salgadinhos, carnes congeladas, polpa de fruta	115 Kg
BEBIDAS	Água, refrigerante, cerveja, suco, energético e outros	214 L
LIMPEZA	Desinfetante, amaciante, lava roupas, lava louças	10Kg
HIGIENE	Creme dental, sabonete, esponja, papel higiênico, desodorante	18Kg
BAZAR	Ração para cães, potes de plástico, frascos diversos	7kg
	Lâmpadas fluorescentes	3 UN
MANUTENÇÃO	Lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias	6 Kg

ESTOQUE	Papel e papelão	2800Kg
	Plástico	1570Kg

A contaminação cruzada entre resíduos pode aumentar o custo de destinação e reduzir o valor de mercado dos materiais recicláveis, já que muitas vezes o comprador paga pelo material de menor valor agregado, independentemente da quantidade de outros materiais presentes na mistura.

De acordo com a Resolução nº 222, de 28 de março de 2018, da ANVISA, o acondicionamento é o processo de embalar os resíduos de maneira segura, utilizando sacos ou recipientes que evitem vazamentos e sejam resistentes a perfurações, rupturas e tombamentos.

Dentro da organização, é essencial definir o tamanho, o modelo e a cor dos coletores. Para garantir a higiene, os containers situados dentro do supermercado devem possuir pedais de abertura automática e ser devidamente identificados para facilitar a segregação. Esses containers devem ser higienizados regularmente, preferencialmente diariamente, para evitar a proliferação de vetores e odores indesejáveis.

A coleta dos resíduos deve ocorrer diariamente, preferencialmente em horários de menor movimento, para não interferir nas atividades do supermercado. Além disso, a coleta deve ocorrer em horários distintos dos momentos em que os insumos são entregues e colocados nas gôndolas. No caso dos resíduos orgânicos, que se decompõem rapidamente e liberam odores desagradáveis, é importante coletá-los regularmente, especialmente devido ao desperdício gerado pelos clientes, como no caso de frutas amassadas ou danificadas durante o processo de escolha.

Os resíduos recicláveis, como plásticos e papelões, devem ser retidos no momento do abastecimento das gôndolas, dado o grande volume gerado. O tamanho do abrigo de resíduos deve ser adequado à quantidade de resíduos gerados e à frequência de coleta. O abrigo deve ser separado em compartimentos específicos, sendo que o local destinado aos resíduos orgânicos deve ser bem vedado para evitar odores e a proliferação de vetores, e deve ser limpo diariamente.

Os resíduos recicláveis, como papelão e plásticos, devem ser prensados para reduzir o volume e facilitar o processo de pesagem e destinação final. Além disso, é fundamental separar o papel do papelão, já que o primeiro tem um valor agregado maior no mercado.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR 13.221 sobre transporte terrestre de resíduos, observou-se que algumas embalagens no supermercado não atendem às exigências dessa norma. Essa etapa foi uma das mais desafiadoras na elaboração do PGRS, pois envolveu a mudança de procedimentos que estavam em vigor há anos, a fim de atender às exigências legais.

No momento da entrega dos resíduos, o responsável pelo setor de expedição do supermercado deve apresentar um check-list com todos os documentos exigidos pelo órgão ambiental do Estado do Rio de Janeiro (INEA), sendo o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) um dos principais documentos.

Este Manifesto de Transporte de Resíduos de responsabilidade do gerador dos resíduos, deve conter informações sobre o gerador, o transportador e o receptor do resíduo, além de dados sobre a razão social, endereço, licença ambiental, tipo de acondicionamento, estado físico do resíduo, origem, tratamento e disposição final. O manifesto é gerado no sistema do INEA, em quatro vias, e todas as informações são enviadas eletronicamente ao órgão.

É obrigação do gerador inspecionar o estado do veículo que transportará os resíduos até a destinação final, verificando se ele possui todos os itens de segurança exigidos, incluindo a validade do Certificado de Registro e Licenciamento de Veículo (CRLV), Certificado de Inspeção Veicular (CIV), além da habilitação do condutor.

No caso de transporte de resíduos perigosos, além da documentação mencionada, o veículo deve ter o Certificado de Inspeção para o Transporte de Produtos Perigosos (CIPP), e o condutor precisa estar habilitado com a carteira de Movimentação de Produtos Perigosos (MOPP). Durante a inspeção para obtenção do CIPP, são verificadas condições como a presença de trincas ou vazamentos no veículo, além da integridade da estrutura e outros itens essenciais.

Na fase de destinação final, após a classificação dos resíduos gerados pela organização, é necessário verificar se esses resíduos podem ser reutilizados por meio de reciclagem, reuso, compostagem ou se devem seguir para uma destinação final apropriada. O lixão e o aterro controlado são opções inadequadas para o descarte dos resíduos gerados. A forma mais adequada de destinação ambientalmente correta dos resíduos provenientes do supermercado é o aterro sanitário. As alternativas ambientalmente melhores

são as destinações para centro de compostagem e centro de triagens quando possíveis, pois diminui a destinação para aterros sanitários contribuindo para um aumento da vida útil do aterro.

Em algumas localidades, a responsabilidade pela contratação de empresas especializadas para o transporte dos resíduos até a destinação final apropriada recai sobre os grandes geradores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) é essencial para que o supermercado cumpra com a legislação ambiental. Um dos requisitos estabelecidos pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura de Vassouras, como condição para a renovação da licença de operação, foi a elaboração do PGRS. Após a coleta dos dados quantitativos, os resíduos foram classificados de acordo com a NBR 10004 de 2004, e as etapas subsequentes para estruturação do PGRS foram implementadas. Algumas mudanças foram sugeridas e realizadas, como a separação do estoque de resíduos de frios do estoque de insumos, que foi atendida, e a melhoria na identificação dos resíduos, também prontamente corrigida.

No entanto, o processo de licenciamento das empresas parceiras para a destinação de ossos está em andamento. Com base nos dados levantados sobre o volume de papelão e os preços de mercado para materiais recicláveis, a empresa obteve um retorno significativo tanto com o papelão quanto com o filme plástico. A realização de palestras pode ser uma estratégia eficaz para aumentar a adesão dos colaboradores, o que se espera que resulte em uma melhor segregação dos resíduos recicláveis e, conseqüentemente, em um aumento na quantidade de materiais reciclados.

É importante mencionar que os efluentes não foram contemplados, mas geram impactos ambientais significativos ao meio ambiente quando não são tratados de forma correta em estação de tratamentos de efluentes (ETE), visto que, possuem uma elevada carga orgânica provenientes de banheiros, a lavagem de açougue e peixaria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIGLERI, Lilian; ALIGLERI, Luiz Antonio; KRUGLIANSKAS, Isak. **Gestão socioambiental**. São Paulo: Atlas, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Resolução da Diretoria Colegiada– RDC no 222 de 28 de março de 2018**. Diário Oficial da União, nº 61, de 29 de março de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SUPERMERCADOS (ABRAS). **Cinquenta anos de supermercado no Brasil**. Fundação Abra. São Paulo: Informe Comunicação, 2002.

BARBOSA, Valter Luis; NASCIMENTO JUNIOR, Antonio F. **Paisagem. ecologia urbana e planejamento ambiental**. *Geografia*, v. 18, n. 2, p. 21-36, 2009.

BRAGA JUNIOR, Sergio Silva; MERLO, Edgard Monforte; NAGAN, Marcelo Seido. **Um estudo comparativo das práticas de logística reversa no varejo de médio porte**. *Revista da Micro e Pequena Empresa*, v. 3, n. 2, p. 64-81, 2009.

BRAGA JUNIOR, Sergio Silva; RIZZO, Marçal Rogério. **Sustentabilidade através do aproveitamento de resíduos: um estudo dos processos implantados por um supermercado de médio porte**. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, v. 4, n. 2, p. 108-125, 2010.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010: **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**; e dá outras providências. Brasília, 2010.

MARCONDES, M.J.A. **Cidade e natureza**. São Paulo: Studio Nobel, 1999.

MENEZES, Daniela Callegaro; DAPPE, Daniel. **Percepção dos consumidores sobre o programa de descartes de resíduos recicláveis em redes supermercadistas de Porto Alegre**. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS*, v. 2, n. 2, p. 154-176, 2013.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 7634 de 23 de Junho de 2017: **Estabelece estratégias para ampliar a coleta seletiva em benefício da inclusão sócio produtivas dos catadores**. Rio de Janeiro, 2017.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M.L. O Brasil: território e sociedade no início do século XXI. Rio de Janeiro: Record, 2003.

SERVICE, E. Primitive social organization. New York: Random House, 1962.

TORRES, Desire Blum Menezes. Espaço urbano – **Supermercado de rede: aproximação e distanciamento**. *Cordis: Revista Eletrônica de História Social da Cidade*, n. 6, 2011.

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE PRODUTOS: UMA ANÁLISE DE FERRAMENTAS PARA TORNÁ-LA POSSÍVEL

Palavras-chave – Sustentabilidade; Desenvolvimento Sustentável; Desenvolvimento de produtos.

Luiz Felipe Caraméz Berteges - Engenheiro de produção- UERJ, Pós-graduação em gestão de projetos da engenharia de produção –UERJ; Mestrado Profissional em Ciências Aplicadas à saúde – Universidade de Vassouras; Docente Univassouras Ciências Exatas, Ambientais e Sociais.

Carlos Vitor Alencar- Professor Titular nos cursos de Engenharias na Univassouras, atuando também no Mestrado Profissional em Ciências Ambientais, e Professor Associado na UERJ, atuando no Departamento Naval e Pesca e no Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia Ambiental. Consultor ad hoc para instituições renomadas, como CNPq, CAPES, FAPESPA, FAPERJ e FACEPE. Vice-Diretor da Unidade Universitária de Tecnologia em Construção Naval (2013-2015 e 2020-2022), Subchefe do departamento de Naval e Pesca da UERJ (biênio 2022/2023), membro do Conselho Superior da UEZO, coordenador do curso de Sistemas de Informação da Univassouras (2008 a 2009) e coordenador do curso de Engenharia Civil na Univassouras (2015 a 2018). Supervisor da pós-graduação lato sensu Gestão e Cálculo de Projetos de Engenharia de Estruturas na Univassouras e Coordenador do Curso de Engenharia de Software da Univassouras. carlos.vitor@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

CONTEXTO

Este trabalho aborda a sustentabilidade aplicada no desenvolvimento de produtos e traz ferramentas como a análise do ciclo de vida e os princípios da engenharia verde, economia circular dentre outros, como ferramentas para o seu desenvolvimento.

Em um mundo cada vez mais globalizado onde os consumidores a cada dia estão ficando mais exigentes com as preocupações ambientais uma gestão voltada para a sustentabilidade se faz cada vez mais necessária. Segundo Barbosa (2007) o crescimento econômico, proteção ao meio ambiente e igualdade social, consistem nos componentes fundamentais para o desenvolvimento sustentável.

Na fase de planejamento do produto são tomadas as principais decisões sobre a produção e os impactos gerados pelo mesmo e alterações provocadas nesse momento tem um melhor retorno no futuro. De acordo com Barbieri e Cajazeira (2009), empresa sustentável é aquela que procura aplicar os conceitos e objetivos do desenvolvimento sustentável em suas estratégias empresariais de forma consistente.

A geração de resíduos pelos grandes centros urbanos e a falta de uma cultura de reciclagem e reaproveitamento destes nos coloca diante dos motivos da geração desse grande volume de resíduos urbanos. Segundo o panorama de resíduos sólidos no Brasil (2023) da ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais) a geração total de resíduos sólidos urbanos no Brasil em 2022 foi de aproximadamente 77,1 milhões de toneladas, o que representa redução de 2% em relação ao período entre 2021 e 2022. Segundo o estudo essa redução foi devida à redução do poder de compra dos brasileiros. Os produtos gerados pelas empresas contêm itens não consumíveis que são normalmente destinados à aterros sanitários. Também é comum que tais produtos não sejam projetados para se ter uma boa eficiência quanto a utilização de seus recursos, energia gasta dentre outros.

A grande questão é se a geração desses resíduos seria realmente necessária, se sim, estes deveriam ter uma destinação mais adequada do que aterros sanitários. Toda produção deveria ser projetada desde a utilização dos recursos à destinação final, tendo uma melhor eficiência do uso de seus recursos e um planejamento para a destinação final dos produtos.

O pensamento convencional para desenvolvimento de produtos não aborda a sustentabilidade como prática comum. Os engenheiros de modo geral param para pensar nos impactos ambientais e remediá-los após a sua formação. Através da aplicabilidade da sustentabilidade no desenvolvimento do produto pode-se pensar além da formação de um produto, mas também nos seus impactos social e ambiental, gerando economia melhorando a percepção da empresa perante o mercado como uma empresa responsável com o meio ambiente e a sociedade.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, é apresentado o levantamento bibliográfico a respeito de sustentabilidade e desenvolvimento de produtos, as principais metodologias e ferramentas, no intuito de servir de material de base para o desenvolvimento de todo o trabalho.

– Sustentabilidade

Em 1972, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (CNUMAH) definiu sustentabilidade global como: “satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das futuras gerações para satisfazer suas necessidades.” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988, P.46).

Segundo Barbieri (2007, p.37), “a sustentabilidade se traduz na preocupação constante com o gerenciamento e a preservação dos recursos para as gerações futuras, e um pacto intergerencial que se expressa nas preocupações quanto ao atendimento as necessidades básicas de todos os humanos”. A sustentabilidade está diretamente ligada ao desenvolvimento econômico, social e ambiental usando-se de recursos naturais tendo o menor impacto negativo possível no meio ambiente.

No mundo globalizado, faz-se necessário aprender uma maneira de ser sustentável, tendo um menor impacto no meio onde vivemos, preservando-o para o futuro. Leff (2001, p.31), afirma:

O princípio de sustentabilidade surge como uma resposta à fratura da razão modernizada e como uma condição para construir uma nova racionalidade produtiva, fundada no potencial ecológico e em novos sentidos de civilização a partir da diversidade cultural do gênero humanos. Trata-se da reapropriação da natureza e da invenção do mundo; não só de um mundo no qual caibam muitos mundos, mas de um mundo conformado por uma por uma diversidade de mundos, abrindo o cerco da ordem econômica-ecológica globalizada.

A sociedade tem demonstrado um grande interesse por questões voltadas para a sustentabilidade, desta maneira influenciando as empresas em suas decisões estratégicas. Andrade e Tachizawa (2008), afirma que houve um considerável aumento por interesses sustentáveis, pois consumidores levam em conta o cenário socioambiental de uma empresa, e não há um conflito entre a lucratividade e os interesses ambientais.

O aspecto meio ambiente da sustentabilidade se refere às atividades voltadas para a sustentação da vida da Terra e seus recursos naturais. Já o princípio da economia está relacionado à geração de renda e trabalho, individual e coletiva resultantes da atividade econômica. O aspecto social está vinculado à saúde e bem-estar do indivíduo e comunidade.

Logo os componentes do desenvolvimento sustentável incluem estratégias relacionadas entre o meio ambiente, a economia, a saúde e o bem-estar, fatores esses determinantes na qualidade de vida da sociedade.

– Modelo *Triple Bottom Line* – Tripé da Sustentabilidade

Com a evolução da definição de sustentabilidade o conceito mais utilizado hoje é do tripé da sustentabilidade.

Segundo Barbosa (2007) o crescimento econômico, proteção ao meio ambiente e igualdade social, consistem nos componentes fundamentais para o desenvolvimento sustentável. Estes componentes atrelados à alteração dos modelos tradicionais das empresas, que tinham como foco “o dinheiro a todo custo”, e passaram por uma concepção de desenvolvimento sustentável, originando-se assim o *TBL* ou *Triple Bottom Line* o tripé da Sustentabilidade. A figura 1 demonstra o tripé da sustentabilidade.

Figura 1 – Triné da sustentabilidade



Fonte: Adaptado de Orientações da indústria de petróleo e gás sobre relatórios voluntários de sustentabilidade, 3rd Edition, 2015

Este modelo demonstra a inter-relação entre os três pilares da sustentabilidade, demonstrando que existe correlação entre eles, e que a sustentabilidade só se faz com a união dos três conceitos.

Segundo Barbieri et al. (2010), o tripé da sustentabilidade passou a influenciar a inovação em processos, influenciando um pós-consumo consciente de descarte correto das embalagens e dos produtos, contribuindo para uma redução dos impactos ao meio ambiente, gerando riqueza e atendendo às necessidades ambientais.

A difusão do conceito do Tripé da sustentabilidade ganhou força considerável, tendo como base seus aspectos econômicos, ambiental e social para definição da sustentabilidade, sendo estes papais fundamentais na estratégia das empresas ao se tratar principalmente de assuntos como inovação e geração de valor (ELKINGTON, 1997).

Segundo Savitz (2006), o Tripé da Sustentabilidade pode ser utilizado como instrumento de medição do sucesso, não tendo como o lucro o único aspecto fundamental do sucesso de uma empresa. As três dimensões são propostas pois as empresas consomem recursos ambientais e sociais, além dos financeiros.

– CICLO DE VIDA DO PRODUTO

O conceito e ciclo de vida surgiu da necessidade de analisar as estratégias empresariais devido a variação do mercado gerenciando seus investimentos de acordo com a fase do ciclo de vida do produto. Existem duas formas de se analisar o ciclo de vida de um produto, uma é mercadologicamente e outra é em relação à vida do produto. Para questões relacionadas ao desenvolvimento de produtos a principal abordagem é a vida do produto onde os impactos são gerados e produzidos.

Para Rozenfeld et al. (2006) o ciclo de vida do produto está relacionado com todas as etapas pelas quais o produto passa desde sua confecção até a destinação final. A figura 2 representa o ciclo de vida de um produto demonstrando todas as fases pelas quais um produto pode passar no seu ciclo de vida.

Grande parte da literatura divide o ciclo de vida em 4 grandes fases, são elas: Desenvolvimento de produtos, Produção, Uso do produto e Descarte.

De acordo com Rozenfeld et al. (2006), no momento de desenvolvimento de produto que são consi-

derados as estratégias da empresa para o seu desenvolvimento. Segundo Rebitzer et al. (2004, p. 702), nessa etapa são definidos todas as atividades e processos que definirão aproximadamente 70% do impacto ambiental gerado pelo produto ao longo do seu ciclo de vida.

Figura 2 – Ciclo de vida do produto



Fonte: Adaptado UNEP/SETAC (2010).

A fase de produção é responsável por transformar recursos em bens e/ou serviços que serão entregues ao consumidor. Por muitas vezes o produto produzido em massa tem um impacto ambiental menor por unidade produzida.

A fase de Uso do produto está diretamente relacionada com suas características. Alguns produtos passam por manutenção, perdurando por longos períodos no mercado.

Ao final do ciclo de vida do produto existem uma grande variedade de possibilidade de destinação do mesmo, mais uma vez está ligado as características do produto e como ele foi desenvolvido. Reciclagem, reuso, incineração e aterros sanitários, estão entre as opções de destinação final de um produto.

Figura 3 – Processos de desenvolvimento de Produto



Fonte: extraído de ROZENFELD et. al., 2006

Diversas abordagens para o desenvolvimento de produtos levam em consideração o ciclo de vida do produto para se analisar custos, impactos e desempenho.

– ESTRATÉGIA EMPRESARIAL E A SUSTENTABILIDADE

O conceito de sustentabilidade tem se tornado um diferencial estratégico em empresas de diversos setores.

De acordo com Barbieri e Cajazeira (2009), empresa sustentável é aquela que procura aplicar os conceitos e objetivos do desenvolvimento sustentável em suas estratégias empresariais de forma consistente. Tais conceitos atrelados ao modelo de negócio visam atender às necessidades empresariais atuais, preservando os recursos naturais e humanos que serão necessários no futuro.

Conforme Donato (2008 apud ONU, 1991) a sustentabilidade, no meio empresarial, pode ser definida como estratégias adotadas no desenvolvimento de produtos, serviços e ou bens que sem afetar as necessidades das gerações futuras satisfaçam suas necessidades humanas. Desta maneira o tema de sustentabilidade está espalhado no meio empresarial e é necessário que esteja alinhado as estratégias governamentais para que as ações sejam implementadas.

Conforme Manget; Roche e Munnich (2009), a preocupação ambiental gera vantagem competitiva, gerando um diferencial do produto e também na redução de custos, fato observado por parte das empresas pesquisadas em sua pesquisa. Ainda de acordo com o artigo, foram identificadas dez melhores práticas que geram uma vantagem competitiva. Estas foram separadas em quatro grandes grupos (Plano, Processo Produto e Promoção).

O grupo “Plano” está ligado a estratégias da empresa para a sustentabilidade, procurando desenvolver seus próprios conceitos sobre a sustentabilidade. Já o de Processo visa a promoção da sustentabilidade ao longo da cadeia de suprimentos. O grupo Produto se refere a vender a imagem de produto sustentável que é superior aos demais. E o grupo Promoção visa que a alta direção deve estar diretamente envolvida.

Tendo tais fatores como importantes para a competitividade e para o desenvolvimento sustentável, torna-se fundamental que a cultura empresarial esteja de acordo com seus consumidores e as melhores práticas para o meio ambiente. Desta maneira as estratégias empresariais devem estar alinhadas à demanda da sociedade.

Ainda segundo Manget; Roche e Munnich (2009), os produtos desenvolvidos através dos princípios da sustentabilidade não são necessariamente mais caros que produtos que não o são. Reduções de volume podem gerar economias de grandes proporções.

De acordo com Bonini; Gerner e Jones (2010), em sua pesquisa em diversas empresas, apontam como o principal fator para o desenvolvimento sustentável a reputação da empresa perante os consumidores.

Manter ou aumentar a reputação da empresa é, dentre as razões levantadas na pesquisa, o principal fator para as empresas investirem em sustentabilidade.

Como observado, existem os mais diversos motivos que uma empresa pode levar em consideração para investir em sustentabilidade, mas todos eles não podem negar a tendência de um mercado consumidor mais consciente e a sustentabilidade é um diferencial que muitas empresas estão adotando.

DESENVOLVIMENTO

Tendo em vista que para ofertar um produto no mercado é, sem dúvida, necessário desenvolvê-lo primeiro, e para esse desenvolvimento acontecer de maneira organizada, prescinde um planejamento.

Segundo Rozenfeld, et al (2006), o desenvolvimento de produtos pode ter por definição um conjunto de atividades desenvolvidas, levando em consideração as estratégias das empresas, necessidades do mercado, para chegar as especificações de um produto assim como seu processo produtivo, bem como planejar a retirada do produto do mercado, em outras palavras atender todas as necessidades ao longo do ciclo de vida do produto.

Rozenfeld et al. (2006), elaborou um modelo de desenvolvimento de produtos, com base no modelo tradicional de negócios. De modo geral o modelo descreve as fases, atividades, recursos, dentre outras dimensões do processo. Na figura 3 a seguir é apresentado esse modelo de processo de desenvolvimento de produto.

O pré-desenvolvimento se subdivide em Planejamento Estratégico, alinhando as estratégias da em-

presa ao desenvolvimento de produto, e Planejamento do Projeto visando tornar o projeto mais rápido e eficaz. Já o Desenvolvimento se subdivide em 5 fases: Projeto Informacional; Projeto Conceitual; Projeto Detalhado; Preparação da Produção; e Lançamento do produto. Com o desenvolvimento finalizado todas as informações de produção e comercialização já estão definidas.

Muitas literaturas trazem como a parte final do desenvolvimento de produtos. O pós-desenvolvimento se subdivide em duas outras etapas que são o Acompanhamento do Produto/Processo e Descontinuidade do Processo visando o ciclo de vida do produto até o final que é a sua retirada do mercado.

Se é no processo de desenvolvimento do produto que todos os aspectos do produto são selecionados ressalta-se a importância de se aplicar a sustentabilidade no seu desenvolvimento.

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS

Há diversas ferramentas, modelos e métricas adotadas para o desenvolvimento sustentável de produtos. Neste tópico são apresentadas as principais práticas sustentáveis aplicadas ao desenvolvimento de produtos.

Análise do ciclo de vida - ACV

A análise do ciclo de vida é uma ferramenta que avalia os impactos ambientais e à saúde humana gerados por um produto por todo o seu ciclo de vida desde a extração da matéria prima, produção, à disposição final do produto (VIGON et al, 1995)

Os passos para aplicação da ACV são padronizados por organizações internacionais tais como *International Organization of Standardization (ISO)*, onde pode-se encontrar a padronização de sua utilização na ISO 14040. A norma estabelece os princípios e estruturas para a realização da ACV.

Segundo a NBR ISO 14040:2001, os resultados da ACV devem usar de análise crítica facilitando o estudo como um todo, devem ser disponíveis de forma completa e exata através de um relatório.

Weidema et al. (2004) propõe a aplicação da ACV em cinco passos:

1. Descrever o produto através de suas propriedades;
2. Determinar o segmento de mercado;
3. Determinar as alternativas relevantes ao produto;
4. Definir e quantificar a unidade funcional;
5. Determinar o fluxo de referência para cada sistema produtivo.

Análise de Modos e Efeitos de Falha (FMEA - *Failure Mode Event Analysis*)

Para Helman e Andery (1995) O FMEA é uma ferramenta utilizada para se avaliar todas as possíveis falhas em potencial em um projeto e determinar o efeito de cada uma sobre o desempenho no sistema seja um produto ou processo. Segundo IQA (2000), “É uma técnica sistematizada a qual identifica e classifica os modos potenciais de falha de um projeto ou processo de manufatura para priorizar ações de melhoria”.

Desta forma o FMEA pode ser utilizado na análise dos aspectos e impactos ambientais no desenvolvimento de produto dessa forma adotando soluções visando reduzir os impactos gerados pelo produto em fase de desenvolvimento.

Abele et al. (2008) propõe o uso do de FMEA para análise ambiental (*E-FMEA*) onde são considerados diversos fatores críticos para os componentes do produto. Para utilizar o E-FMEA, em síntese, é proposto a aplicação dos passos:

1. Determinação dos componentes
2. Descrição das funções de cada componente
3. Fatores ambientais para cada estrutura definida
4. Ranking das fraquezas
5. Propostas para tratamento dos problemas

Desdobramento da função qualidade

O desdobramento da função qualidade vem do inglês *Quality Function Deployment (QFD)*, é uma ferramenta que considera as necessidades dos clientes para identificar melhorias no produto de forma a atender essas necessidades. O QFD deixa clara a relação entre as necessidades dos clientes, as características do produto e os parâmetros de produção (OHFUJI, 1997)

Segundo Guinta & Praizler (1993) a qualidade deve ser incorporada no produto durante o projeto de

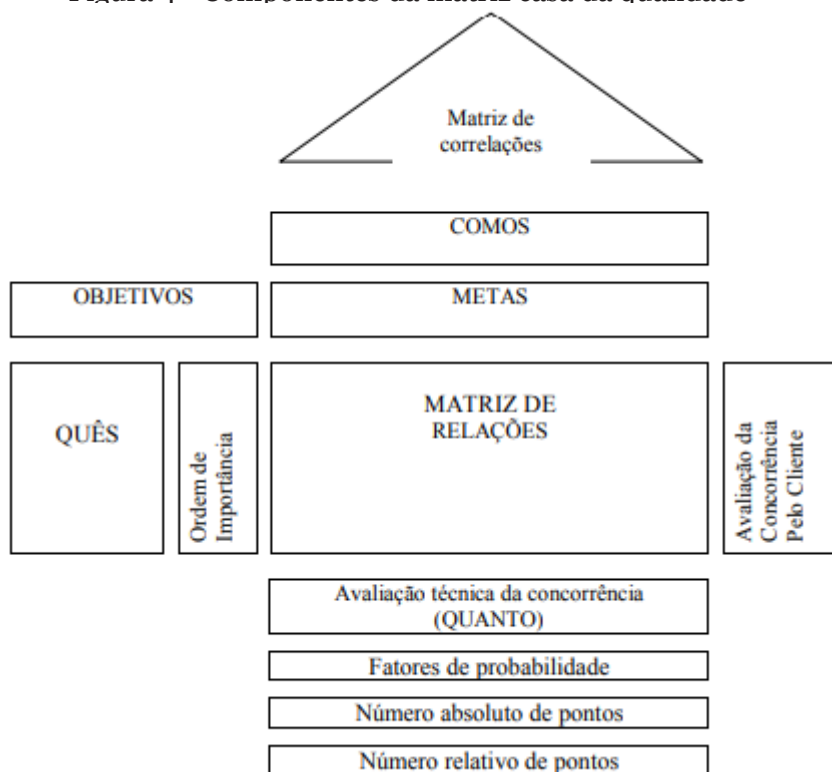
desenvolvimento pois o QFD irá incorporar aos requisitos do projeto critérios relacionados às necessidades dos clientes.

Para Guinta & Praizler (1993) a primeira etapa para aplicação da metodologia é formada a partir dos itens abaixo:

1. Definição do objetivo do QFD;
2. Definição dos requisitos da qualidade (o quês);
3. Atribuição de pesos aos requisitos;
4. Avaliação da concorrência;
5. Levantamento dos métodos de atender os requisitos (comos);
6. Definição das metas;
7. Matriz de correlações/Telhado da qualidade;
8. Avaliação técnica da concorrência;
9. Matriz das relações
10. Fatores de probabilidade
11. Número absoluto de pontos
12. Número relativo de pontos

Ainda Guinta & Praizler (1993), a matriz QFD pode ser montada de acordo com os componentes apresentados na figura 6 apresentada abaixo.

Figura 4 - Componentes da matriz casa da qualidade



Fonte: Extraído de GUINTA & PRAIZLER (1993)

Design for Environment ou Ecodesing

O *Design for Environment* é um dos conceitos mais abordados quando se fala em desenvolvimento de produtos ambientalmente corretos, corresponde a incorporação de questões ambientais no desenvolvimento do produto (ABELE et al., 2008). Para Hauschild; Jeswiet e Alting (2004) afirmam que o *Design for Environment* está em todas as atividades de desenvolvimento de produtos que tenham como objetivo melhorar a performance ambiental.

Design for Recycling

Para Duarte (1997), o *Design for Recycling* tem como objetivo utilizar materiais ou componentes passíveis de serem reciclados posteriormente ao uso do produto minimizando o impacto ao meio ambiente ao fazer a reciclagem desse produto.

Ainda de acordo com Duarte (1997) alguns pontos devem ser abordados em ordem decrescente de

prioridade:

- Redução de materiais;
- Reutilização de componentes;
- Remanufatura;
- Reciclagem de Materiais;
- Geração de energia (queima);
- Disposição em aterros.

Design for Disassembly

O *Design for Disassembly* está voltado para a facilidade de desmonte do produto com o objetivo de incentivar a reciclagem. Além de tal objetivo, Duarte (1997) afirma que desta forma o *Design for Disassembly* também facilita a manutenção aumentando a vida útil do produto.

Diante do exposto alguns pontos principais podem ser considerados na hora de desenvolver o produto de forma a facilitar o seu desmonte, tais como: drenagem de fluidos; desmontagem antes do retalhamento; e retalhamento e classificação do restante. Dessa forma facilitando a separação dos materiais e a sua reciclagem.

Design for Sustainability

Um aprimoramento do *Design for Environment* abordando questões sociais e econômicas ao desenvolvimento de produtos como propõe as últimas abordagens da sustentabilidade (SPANGEBERG; FUAD-LUKE e BLINCOE 2010).

O *Design for Sustainability* busca: inovações técnicas e sociais, questionamento sobre a necessidade da existência do produto, busca descobrir outras formas de satisfazer as necessidades dos clientes, avaliação de forma global e com foco no longo prazo com foco no tripé da sustentabilidade para todos os estágios do ciclo de vida do produto.

Cleaner Production – Produção mais Limpa

A Produção mais limpa é uma metodologia que visa o desenvolvimento sustentável reduzindo os impactos ambientais, através de um gerenciamento otimizado de seus processos e recursos, reduzindo resíduos e poluentes. (CNTL, 2002).

Ainda de acordo com a CNTL (2002), a Produção mais limpa para ser implementada deve-se passar por 6 fases:

1. Planejamento e Organização. Objetiva-se obter um comprometimento com a alta direção. Estabelece a equipe envolvida no projeto e a abrangência da aplicação da produção mais limpa e os riscos associados;
2. Pré-Avaliação e Diagnóstico. Fase responsável por desenvolver o fluxograma do processo, avaliar as entradas e saídas e selecionar opções da Produção mais Limpa.
3. Avaliação da Produção mais Limpa. Visa orientar um balanço de material e energia, conduz uma avaliação, gera opções e seleciona opções para a Produção mais Limpa.
4. Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental. Nessa fase faz-se a avaliação preliminar, técnica, econômica, ambiental e seleciona as opções a serem implementadas.
5. Implementação de Plano de Opções e Plano de Continuidade. Nessa fase prepara-se o plano de implementação da Produção mais Limpa, avaliação da implementação seu monitoramento e sustentação das atividades da Produção mais Limpa.
6. *Green Engeniaring* – Engenharia verde

A Engenharia verde concentra-se em como alcançar a sustentabilidade através da ciência e da tecnologia, Os 12 princípios de engenharia verde fornecem uma estrutura para cientistas e engenheiros se engajarem ao projetar novos materiais, produtos, processos e sistemas que são benignos à saúde humana e ao meio ambiente. Um projeto baseado nos 12 princípios vai além das especificações básicas de qualidade e segurança da engenharia para considerar fatores ambientais, econômicos e sociais (AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, 2003).

Ainda de acordo com American Chemical Society (2003), os doze princípios são:

- Princípio 1 - Os projetistas precisam se esforçar para garantir que todas as entradas e saídas de material e energia sejam o mais inerentemente perigosas possível.
- Princípio 2 – É melhor prevenir o desperdício do que tratar ou limpar o desperdício depois que ele é formado.
- Princípio 3 – As operações de separação e purificação devem ser designadas para minimizar o consumo de energia e o uso de materiais.
- Princípio 4 – Produtos, processos e sistemas devem ser projetados para maximizar a eficiência de massa, energia, espaço e tempo.
- Princípio 5 – Os produtos, processos e sistemas devem ser “retirados da produção” em vez de “empurrados” pelo uso de energia e materiais.
- Princípio 6 – A entropia e a complexidade incorporadas devem ser vistas como um investimento ao fazer escolhas de projeto sobre reciclagem, reutilização ou disposição benéfica.
- Princípio 7 – A durabilidade almejada, não a imortalidade, deve ser um objetivo.
- Princípio 8 – As soluções de design para capacidade ou capacidade desnecessárias (por exemplo, “tamanho único”) devem ser consideradas uma falha de design.
- Princípio 9 – A diversidade de materiais em produtos multicomponentes deve ser minimizada para promover a desmontagem e retenção de valor
- Princípio 10 – O design de produtos, processos e sistemas deve incluir integração e interconectividade com os fluxos de energia e materiais disponíveis.
- Princípio 11 – Produtos, processos e sistemas devem ser projetados para o desempenho em uma “vida após a morte” comercial.
- Princípio 12 – Os insumos de material e energia devem ser renováveis, em vez de esgotados.

Economia Circular

A Economia Circular se configura como uma abordagem estratégica essencial para a promoção da Sustentabilidade, oferecendo alternativas que vão além do modelo linear tradicional de “produzir, consumir e descartar”. Conforme apontado por Tiossi e Simon (2021), os aspectos complementares entre a Economia Circular e a Sustentabilidade são evidentes nas práticas relacionadas aos ciclos técnicos e biológicos, ao reuso, à reciclagem e à substituição do conceito de vida útil. Essas práticas não só contribuem para a redução dos impactos ambientais, mas também para a conservação dos recursos naturais, alinhando-se aos objetivos de uma sociedade mais sustentável.

O estudo de Isoton, Giacomello e Fachinelli (2023) complementa essa visão, ao propor um modelo de transição para a Economia Circular especificamente voltado para o setor de confecções, considerando a diversidade de portes das empresas. Embora os resultados ainda sejam preliminares, o modelo sugerido, com suas 32 práticas organizadas em seis etapas, fornece um guia útil para que as confecções implementem ações práticas e viáveis para uma transição gradual e eficaz para a Economia Circular. Este processo não apenas reduz a degradação ambiental, mas também assegura a conservação dos recursos naturais, contribuindo para um futuro mais sustentável no setor. Portanto, a Economia Circular surge como uma alternativa viável e necessária para fortalecer a Sustentabilidade, com impactos positivos para a sociedade, o meio ambiente e a economia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O posicionamento adotado pela empresa afeta diretamente a forma como a empresa desenvolve seus produtos e como visto no decorrer do texto as práticas de sustentabilidades devem estar apoiadas pela alta direção.

As ferramentas voltadas para o desenvolvimento de produtos não devem ser vistas como processos isolados ou separados, mas sim como elementos que se integram e se complementam ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento. Na prática, essas ferramentas devem ser utilizadas de maneira a contribuir para a evolução contínua e otimização de cada fase do processo, desde a concepção da ideia até a produção final. Em vez de abordagens fragmentadas, a aplicação dessas ferramentas deve ser coordenada,

permitindo uma interação fluida entre as diferentes etapas, o que garante que todas as áreas envolvidas no desenvolvimento trabalhem em sinergia. Dessa forma, o uso integrado dessas ferramentas não só aprimora a qualidade do produto final, mas também torna o processo mais eficiente no que se trata a sustentabilidade. Além disso, ao trabalhar de forma complementar, as ferramentas permitem a identificação oportunidades de implementar melhorias contínuas e a adaptação rápida às necessidades do mercado ou mudanças nas demandas dos consumidores cada vez mais exigentes.

A preocupação com a sustentabilidade deve ser algo profundamente integrado à estrutura de toda organização, e não se limitar apenas ao desenvolvimento ou à produção de um determinado produto. O pensamento sustentável precisa ser entendido como uma cultura institucional, uma mentalidade que permeia todas as áreas e processos da empresa, refletindo não apenas nas decisões estratégicas, mas também no comportamento diário e nas interações com colaboradores, parceiros, clientes e a sociedade como um todo. A sustentabilidade deve, portanto, ser uma diretriz orientadora para todas as ações da organização, influenciando a forma como ela opera, como escolhe seus fornecedores, como trata seus resíduos, e até mesmo como interage com a comunidade.

Ao invés de ser vista como uma mera ferramenta aplicada esporadicamente, a sustentabilidade deve ser vista como um valor essencial que molda a identidade da empresa e a sua maneira de operar no mercado. As ferramentas, por sua vez, surgem como instrumentos valiosos que auxiliam a empresa na implementação de suas metas e ideais sustentáveis, oferecendo suporte para a tomada de decisões, monitoramento de resultados e a adaptação de processos. Elas são, portanto, facilitadoras do compromisso da organização com a sustentabilidade, permitindo que suas ações se concretizem de forma prática e mensurável, e que seus valores sustentáveis se traduzam em resultados tangíveis e de longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELE, E., ANDERL, R., BIRKHOFFER, H., RUTTINGER, B. EcoDesign: **Von der Theorie in die Praxis**. Springer, 2008.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil**. Disponível em: https://www.abrema.org.br/wp-content/uploads/dlm_uploads/2024/03/Panorama_2023_P1.pdf.

American Chemical Society: **Through the 12 Principles GREEN Engineering**. ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY / MARCH 1, 2003

Disponível em: <https://www.academia.edu/12407849/12_Principles_of_Green_Engineering>.

ANDRADE, Rui Otávio Bernardes de; TACHIZAWA, Takeshy. **Gestão Socioambiental: estratégias na nova era da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Campus, 2008.

BARBIERI, J. C.. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e Instrumentos**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2007. 392p.

BARBIERI, J. C.; CAJAZEIRA, J. E. R. **Responsabilidade social empresarial e empresa sustentável: da teoria à prática**. São Paulo: Saraiva, 2009.

BARBIERI, J. C. et al. **Inovação e Sustentabilidade: Novos Modelos e Proposições**. Revista RAE, FGV, 2010.

BARBOSA, P. R. A. Índice de sustentabilidade empresarial da bolsa de valores de São Paulo (ISE-BOVESPA): exame da adequação como referência para aperfeiçoamento da gestão sustentável das empresas e para a formação de carteiras de investimento orientadas por princípios de sustentabilidade corporativa 2007. Dissertação (Mestrado em Administração) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto COPPEAD de Administração, 2007.

BONINI, S., GORNER, S. AND JONES, A. **How Companies Manage Sustainability, Mckinsey Global Survey Result**, 2010.

CNTL - Centro Nacional de Tecnologias Limpas – SENAI. Disponível em:<<http://www.senairs.org.br/cntl>>. Acesso em 12 abril de 2024.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1988.

DONATO, V. **Logística verde**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. 256 p.

DUARTE, M. D., **Caracterização da Rotulagem Ambiental de Produtos**. 1997. Dissertação - Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em

<<http://www.eps.ufsc.br/disserta97/duarte/>> Acesso em: 25 ago. 2024.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business**. Oxford: Capstone, 1997.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GUINTA, L. R., PRAIZLER, N. C. **Manual de QFD**. Rio de Janeiro. LTC, 1993.

HAUSCILD, M. Z., JESWIET, J., ALTING, L. **Design for Environment – Do we Get the Focus Right**. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Volume 53, Issue 1, 2004.

HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P. **Análise de falhas: aplicação dos métodos de FMEA e FTA**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1 ed., 1995.

ISO. Environmental Management: The ISO 14000 **family of International Standard**. 2009 Disponível em <http://www.iso.org/iso/iso_14000_essentials> Acesso em: 27 sep. 2014.

ISOTON, R.; GIACOMELLO, C.; FACHINELLI, A. C. Práticas para Transição à Economia Circular em Confeções: uma revisão sistêmica da literatura. **Modapalavra e-periódico**, v. 15, n. 36, p. 113–139, 18 abr. 2022.

LEFF, Enrique. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis: Vozes, 2001.

MANGET, J., ROCHE, C., MUNNICH, F. **Capturing the Green Advantage for Consumer Companies**. 2009, Disponível em <<http://www.bcg.com>> Acesso em 30 jul. 2018.

OHFUJI, T.; ONO, M.; AKAO, Y. **Métodos de desdobramento da qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1997.

OIL AND GAS INDUSTRY GUIDANCE ON VOLUNTARY SUSTAINABILITY REPORTING, 3rd Edition, 2015. Disponível em: <https://www.api.org/~media/Files/EHS/Environmental_Performance/voluntary-sustainability-reporting-guidance-2015.pdf>

REBITZER, G.; EKVALL, T.; FRISCHKNECHT, R.; HUNKELER, D.; NORRIS, G.; RYDBERG, T.; SCHMIDT, W. P.; SUH, S.; WEIDEMA, B. P.; PENNINGTON, D. W. **Life cycle assessment Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications**. Environment International, Jul, 30, 5, 701-720, 2004.

ROZENFELD, H., FORCELINI, F.A., AMARAL, D.C., TOLEDO, J.C., SILVA, S.L., ALLIPRANDINI, D.H., SCALICE, R.K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**. Editora Saraiva, 2006

SAVITZ, A. W. **The Triple Bottom Line: how today`s best-run companies are achieving economic, social and environmental success – and how you can too**. Jossey-Bass, 2006.

SPANGENBRG, J. H., FUAD-LUKE, A., BLINCOE, K. Design for Sustainability (DfS): the interface of sustainable production and consumption. **Journal of Cleaner Production** 18, 2010.

TIOSSI, F. M.; SIMON, A. T. ECONOMIA CIRCULAR: SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DA SUSTENTABILIDADE / CIRCULAR ECONOMY: YOUR CONTRIBUTIONS TO THE DEVELOPMENT OF SUSTAINABILITY. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 11912–11927, 2021.

UNEP/SETAC, 2007, “Life Cycle Management: A Business Guide for Sustainability” UNEP/SETAC publication. Disponível em: <http://www.unep.fi/scp/lcinitiative/publications/>. Acesso em: Outubro de 2018.

VIGON, B. W. et al. **Life Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principles**. Cincinnati: U. S. Government Printing Office, 1995.

WEIDEMA, B., WENZEL, H., PETERSEN, C., HANSEN, K., 2004, **“The product, functional unit and reference flows in LCA”**, Environmental News 70.

ENGENHARIA ECONÔMICA: ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA APLICADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Palavras-chave: Viabilidade econômica; Aplicação; Construção Civil.

Carlos Eduardo Matias - Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Geraldo Di Biase.

José Carlos Gama Ramos - Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Geraldo Di Biase.

Adriana Lau da Silva Martins - Docente do Centro Universitário Geraldo Di Biase, Engenheira Química, Doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Atua na área de Tratamento de Efluentes, Controle de Qualidade dos Alimentos e Engenharia de Segurança do Trabalho.

Valmir Torres de Oliveira - Docente do Centro Universitário Geraldo Di Biase, Engenheiro Metalúrgico, Mestrado em Engenharia Metalúrgica e Funcionário da Petrobrás. Atua na área de metalurgia, Mecânica e Petróleo.

Janaina da Costa Pereira Torres de Oliveira - Docente do Centro Universitário Geraldo Di Biase e UNIFOA, Engenheira Metalúrgica, Doutora em Engenharia Metalúrgica e Materiais. Atua na área de Engenharia Econômica e Análise de Investimento. adrilmartins@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A construção civil brasileira nos últimos anos obteve uma grande evolução e isso se deu por fatores como: estabilidade econômica do país, grande déficit habitacional e disponibilidade de crédito para compra de imóveis principalmente residenciais. Esta facilidade estimulou a atuação de empresas tradicionais e de empresa de outros segmentos a investirem no mercado imobiliário.

Durante algum tempo, índices de retorno foram muito superiores aos de investimentos tradicionais. Passado este momento de crescimento vertiginoso, e com o mercado imobiliário indicando uma estabilização, torna-se necessário a escolha de empreendimentos nos quais investir. Os empreendimentos imobiliários devido ao alto nível de complexidade de execução elevam o risco de investimento, devido ao período que decorre entre a parte de legalização, projetos e conclusão, tendo em média trinta meses para a conclusão da construção.

Neste sentido, os estudos de viabilidade econômico-financeira apresentam grande importância, visto que, a partir de um Fluxo de Caixa projetado, permitem medir o retorno de um projeto de forma comparável com outros investimentos. Sendo assim este artigo tem como objetivo aplicar as técnicas de engenharia econômica para análise de uma construção civil a partir do cronograma físico-financeiro de onde os dados da produtividade são retirados para determinar o Fluxo de Caixa de um empreendimento multifamiliar construído na cidade de Barra Mansa RJ, contendo 64 unidades construídas entre o ano de 2021 e 2024.

DESENVOLVIMENTO

1.1 Referencial teórico

A análise de investimentos consiste em coletar dados e informações adicionais e aplicar técnicas de engenharia econômica, considerando as taxas de desconto, os prazos e os valores previstos em um Fluxo de Caixa. A análise de viabilidade está relacionada ao estudo de novos empreendimentos, tanto na área privada, como pública, a comparação entre as receitas e as despesas da obra considerando o tempo decorrido. Se os resultados apontam benefícios, o processo pode prosseguir, caso contrário, o projeto deve ser ajustado ou até ser abandonado. A viabilidade econômica parte do pressuposto de que a viabilização de qualquer negócio começa sempre pelo aspecto econômico. Dentre as várias oportunidades, existe sempre a possibilidade de se identificar a mais importante para a sociedade pois um empreendimento cujo benefício foi projetado não é uma garantia de que ele será realmente executado. O preço deverá ser

menor sem perder a qualidade e a vida útil ser satisfatória ao investimento. Quando a decisão de investir está baseada apenas na análise comparativa entre a receita e custo do empreendimento, resultando em um lucro, trata-se de um empreendimento viável economicamente (SILVA, 1995).

As técnicas mais comuns para a tarefa de análise econômica e financeira são: Fluxo de Caixa, Período de Recuperação de Investimento (*Payback*), Ponto *Fisher*, Valor Presente Líquido (VPL), Índice de Lucratividade (IL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Bonificação de Despesas Indiretas (BDI), Taxa Mínima de Atratividade (TMA), Análise de Cenário e Análise de Sensibilidade.

Segundo Martins (1990) Fluxo de Caixa é o conjunto de entradas e saídas de capital ao longo do tempo. Quando se avalia um novo projeto em uma empresa é preciso considerar as mudanças no fluxo da empresa.

Decidir é escolher entre alternativas disponíveis, após uma análise baseada nos critérios da engenharia econômica. Caso haja apenas um investimento em estudo, seu rendimento deverá ser comparado ao rendimento de aplicações financeiras correntes no mercado, disponíveis ao investidor para o mesmo volume de recursos. Porém quando temos mais de um investimento em estudo, a análise pode ser feita utilizando o Ponto *Fisher* como referência para a tomada de decisão.

As taxas destas aplicações serão os parâmetros de comparação, definindo a Taxa Mínima de Atratividade deste investimento. **É sempre importante trabalhar com técnicas que considerem o momento em que ocorrem as despesas e receitas, através de um Fluxo de Caixa para gerar uma perspectiva mais realista do resultado futuro.**

1.2 Indicadores Associados ao Risco do Projeto.

Apesar do risco não poder ser eliminado e nem mensurado, o investidor pode melhorar a sua percepção do risco elevando o nível de informação em relação ao projeto e analisando os indicadores associados ao risco. Entre os indicadores associados ao risco do projeto estão o Período de Recuperação do Investimento (*Payback*), o Ponto de *Fisher* e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

O indicador de risco de projetos de investimento *Payback*, tem importância significativa no processo de decisão de investimentos, pois este indicador estima o prazo necessário para se recuperar o investimento realizado. Para o *Payback*, a regra primária de referência é a de que o risco do projeto aumenta à medida que o *Payback* se aproxima do final do horizonte de planejamento (BRUNI, 2003).

Com o intuito de corrigir as falhas do método do *Payback* tradicional, criou-se uma variante denominada de *Payback Descontado* (PBD). Este método determina o tempo necessário para recuperar os recursos investidos em um período, considerando os Fluxos de Caixa. O PBD corrige o fato de o *Payback* clássico desconsiderar o valor do dinheiro no tempo. Entretanto, ele possui a mesma deficiência de desconsiderar as entradas de caixa previstas para ocorrerem depois da recuperação do investimento. A fórmula geral do PBD é apresentada a seguir:

$$DI = \sum_{j=1}^N \frac{P_j}{(1+i)^j} \quad (1)$$

onde: i = Taxa Mínima de Atratividade; P_j = Fluxo de Caixa na data j ; $j=N$ = nº de períodos.

Apesar das limitações expostas pelos métodos do *Payback* e do PBD, eles são usados em muitas decisões de investimento que compreendem, especialmente, curtos espaços de tempo ou que envolvem montantes de pequeno porte (HIRSCHFELD, 2009). Por refletirem a velocidade de recuperação do capital investido, eles também são considerados como medidas de liquidez. Devido a sua simplicidade, os métodos de *Payback* e PBD são usados de forma complementar ou como filtros na tomada de numerosas decisões de investimento (ROSS et al; 2002).

Para Souza e Clemente (2001), outra análise da dimensão risco, pode ser feita por meio do Ponto *Fisher*, esta análise preconiza a existência de um limite para a variabilidade da TMA em que o investidor, em termos de ganho, seria indiferente entre duas alternativas de investimentos. Porém para o investidor ser indiferente é necessário que ambas as alternativas apresentem o mesmo VPL permitindo, matematicamente, que para uma taxa genérica, se igualem as expressões dos VPL's dos projetos. A análise do Ponto *Fisher* pode ser feita com base em diagramas de dispersão entre o custo de capital e os diferentes Valores Presentes Líquidos encontrados, no Ponto *Fisher* os dois projetos se equivalem (SOUZA e CLEMENTE; 2004).

1.3 Valor Presente Líquido (VPL)

O método do Valor Presente Líquido faz transferência para o instante presente de todas as variações de caixa esperadas, descontadas à Taxa Mínima de Atratividade, isto é, a concentração de todos os valores esperados de um Fluxo de Caixa na data zero. Usa-se como taxa de desconto a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Para o VPL, a regra de referência é a seguinte:

VPL > 0 – indica que o projeto merece continuar sendo analisado.

As principais desvantagens da aplicação do VPL **são: definição e confiabilidade da TMA e dos Fluxos de Caixa futuros do projeto, [...] o resultado do método é um valor absoluto expresso em termos monetários, acarretando numa perda de referência do desembolso inicial investido no projeto; e é considerado inadequado para comparações de projetos mutuamente excludentes com vidas úteis desiguais, sendo mais apropriado para projetos independentes (HIRSCHFELD, 2009).**

A fórmula geral do método VPL é expressa a seguir:

$$VPL = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{FC_t}{(1+i)^n} - DI \quad (2)$$

onde: i = Taxa Mínima de Atratividade; FC = Fluxo de Caixa na data t; N = **nº de períodos** e DI = Investimento Inicial.

1.4 Índice de Lucratividade (IL)

O Índice de Lucratividade (IL) ou de rentabilidade foi criado para permitir a classificação de projetos em função do retorno. O resultado do Valor Presente do Fluxo de Caixa é dividido pelo seu respectivo desembolso inicial, propiciando um valor relativo comparável com diferentes projetos de diferentes vidas úteis. A fórmula geral do método é representada a seguir:

$$IL = \frac{\sum_{j=1}^N \frac{F_j}{(1+i)^j}}{DI} \quad (3)$$

onde: i = Taxa Mínima de Atratividade; FC = Fluxo de Caixa na data t; N = de períodos e DI = Investimento Inicial.

Quando IL = 1 **representa a obtenção da taxa mínima de retorno exigida durante o período de vida útil do projeto. Os projetos com IL > 1** indicam que o lucro é maior que a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), já os que apresentarem IL < 1 mostram que não é viável investir.

As principais desvantagens do método são: a definição e confiabilidade da TMA **e dos Fluxos de Caixa futuros para o projeto; a simplificação da realidade pela suposição de que todas as entradas e saídas do Fluxo de Caixa são realizadas pois utilizam a mesma TMA** durante todo o projeto, **não havendo garantia de que os projetos com maior IL sejam os melhores** (ROSS et al; 2002).

Portanto, o método do IL **possui especial emprego na ordenação de projetos em situações de restrição de capital por maximizar a eficiência da rentabilidade do projeto por unidade monetária investida (SAMANEZ, 2009).**

1.5 Método da Taxa Interna de Retorno (TIR)

Este método da TIR requer o cálculo da taxa que zera o VPL dos Fluxos de Caixa das alternativas de investimento. Os investimentos com TIR maior que a TMA são considerados rentáveis e são possíveis de análise. A TIR tanto pode ser usada para analisar a dimensão retorno como também para analisar a dimensão risco. A regra primária de referência para o uso da TIR, como medida de retorno, é a seguinte:

TIR > TMA – indica que há mais ganho investindo-se no projeto do que na TMA.

A expressão geral de formação da TIR **é apresentada a seguir na equação:**

$$TIR = \sum_{j=1}^N \frac{P_j}{(1+i)^j} - DI = 0 \quad (4)$$

onde: i = **Taxa Mínima de Atratividade** P_j = **Fluxo de Caixa na data j** ; DI = **Investimento Inicial**; N = **nº de períodos**.

Ao longo do tempo, os gestores empresariais demonstraram simpatia e preferência por este método, pois ele resume a avaliação do projeto a um percentual que pode ser comparado aos outros analisados. No entanto, há vários problemas de ordem operacional e conceitual inerentes a sua aplicação como:

- Alguns fluxos de caixa não têm TIR:

A TIR é a taxa que torna nulo o Valor Presente Líquido (VPL) do Fluxo de Caixa. Como o Fluxo de Caixa pode ter n períodos de apuração, a expressão matemática da TIR recai na solução de uma equação matemática de grau n ou de um polinômio de grau n com n possíveis raízes.

- Fluxos de Caixa com múltiplas raízes:
- É uma possibilidade inerente a uma equação de grau n .
- Fluxos de Caixa de projetos mutuamente excludentes:

Geralmente, o VPL e a TIR apontam para a mesma decisão de aceitar ou rejeitar um projeto, quando estes são independentes. Entretanto, quando analisados projetos mutuamente excludentes, especialmente de desembolsos iniciais diferentes, a seleção pela TIR pode levar a decisões inconsistentes (CHITTO e GARBIN, 2009).

1.6 Benefícios ou Bonificação de Despesas Indiretas (BDI)

De acordo com a cartilha CREA-MG (2007), a Benefícios ou Bonificação de Despesas Indiretas (BDI) é a parte do preço de cada serviço, expresso em percentual, que não se designa ao custo direto ou que não está efetivamente identifica do como a produção direta do serviço ou produto. O BDI é a parte do preço do serviço formado pela recompensa do empreendimento, chamado lucro estimado, despesas financeiras, rateio do custo da administração central e todos os impostos sobre o faturamento, exceto leis sociais sobre a mão-de-obra utilizada no custo direto.

1.7 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Segundo Souza e Clemente (2001), a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) deverá ser a melhor taxa de investimento, com baixo grau de risco, disponível para aplicação do capital em análise. A decisão de investir, sempre terá pelo menos duas alternativas para serem avaliadas: investir no projeto ou investir na TMA.

A base para definir a TMA é a taxa de juros aplicada no mercado que para ser atrativa deve render no mínimo, a taxa de juros equivalente **à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco**.

O risco do negócio também é como componente da TMA, o ganho tem que remunerar o risco inerente à adoção de uma nova ação, ou seja, o ganho deverá ser condizente com os riscos que a empresa irá correr no mercado em que passará a operar.

E a liquidez que é descrita como a facilidade e a velocidade com que a empresa consegue sair de uma posição no mercado e assumir outra.

Os juros da tomada de empréstimos para realização do empreendimento também podem ser adotados como TMA, pois em algumas situações a empresa não possui todo capital para o investimento inicial.

1.8 Análise de Cenário

É a verificação do comportamento da VPL quando ocorrem cenários alternativos. Pode dar maior segurança quanto a análise realizada. Isso ocorre porque o VPL é apenas projetado como um resultado hipotético. Os custos, bem como Fluxo de Caixa podem ser modificados para se ter cenários distintos (GALESNE, 1999).

1.9 Análise de Sensibilidade

A Análise de Sensibilidade também chamada de análise “e se” ou análise mpop: mais provável (projetado), otimista, pessimista. Esse enfoque considera o quão sensível é um dado. A Análise de Sensibilidade mostra onde é necessário obter mais informação adicional (ROSS et al; 2002).

METODOLOGIA

Nas premissas iniciais foi realizado um levantamento de referências bibliográficas com o propósito de adquirir conhecimentos e informações para o desenvolvimento do projeto. A utilização de modelos matemáticos financeiros e de engenharia econômica tem como propósito acompanhar desde os estudos preliminares de uma construção até o término dela. Sendo que esse estudo foi feito em um empreendimento multifamiliar construído na cidade de Barra Mansa RJ, contendo 64 unidades construídas entre o ano de 2021 e 2024 pela construtora CMN.

Desta maneira com dados quantitativos e qualitativos, analisar-se-á a viabilidade do projeto utilizando como ferramentas os seguintes critérios: Fluxo de Caixa, Taxa de Retorno, Índice de Lucratividade, Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno e por último a aplicação do Ponto Fisher para comparar alternativas de projetos e sua Taxa Mínima de Atratividade para determinar o Índice de Bonificação e Despesas Indiretas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este artigo fez a análise de um empreendimento multifamiliar possuindo 64 unidades executado na cidade de Barra Mansa entre os anos de 2021 e 2024 pela Construtora CMN.

A análise de viabilidade foi feita a partir do cronograma físico-financeiro da obra. Para os estudos foram utilizadas técnicas de engenharia econômica tais como: Fluxo de Caixa, Período de Recuperação de Investimento (*Payback*), Ponto *Fisher*, Valor Presente Líquido (VPL), Índice de Lucratividade (IL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Bonificação de Despesas Indiretas (BDI), Taxa Mínima Atratividade (TMA), Análise de Cenário e Análise de Sensibilidade.

Os cenários foram divididos em três: projetado, otimista e pessimista.

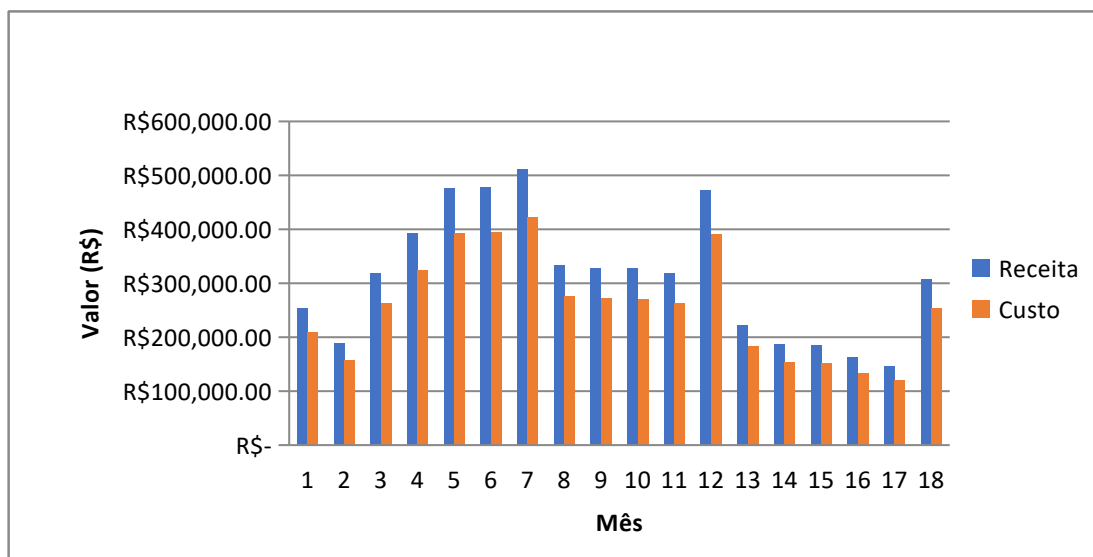
Os indicadores foram feitos para cada cenário, os Gráficos 1, 2 e 3 foram analisados o Fluxo de Caixa. No Gráfico 4 foi analisado o Período de Recuperação do Investimento (*Payback*). A Tabela 1 mostra os Valores Presente Líquido (VPL), o Índice de Lucratividade (IL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). O Gráfico 5 utiliza o Ponto *Fisher* para comparar duas alternativas de projeto e a sua Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

A Taxa Mínima de Atratividade adotada foi o Índice da Bonificação de Despesas Indiretas (BDI) do cronograma físico-financeiro que se encontra nos anexos 1, 2 e 3, o índice adotado foi de 21%.

O Gráfico 1 demonstra a relação entre a receita e o custo para o cenário projetado. O custo total da obra representa 82,64% da receita. O lucro estimado foi de 17,36% totalizando R\$ 972.838,39, ou seja, é viável investir neste projeto analisando a relação custo receita.

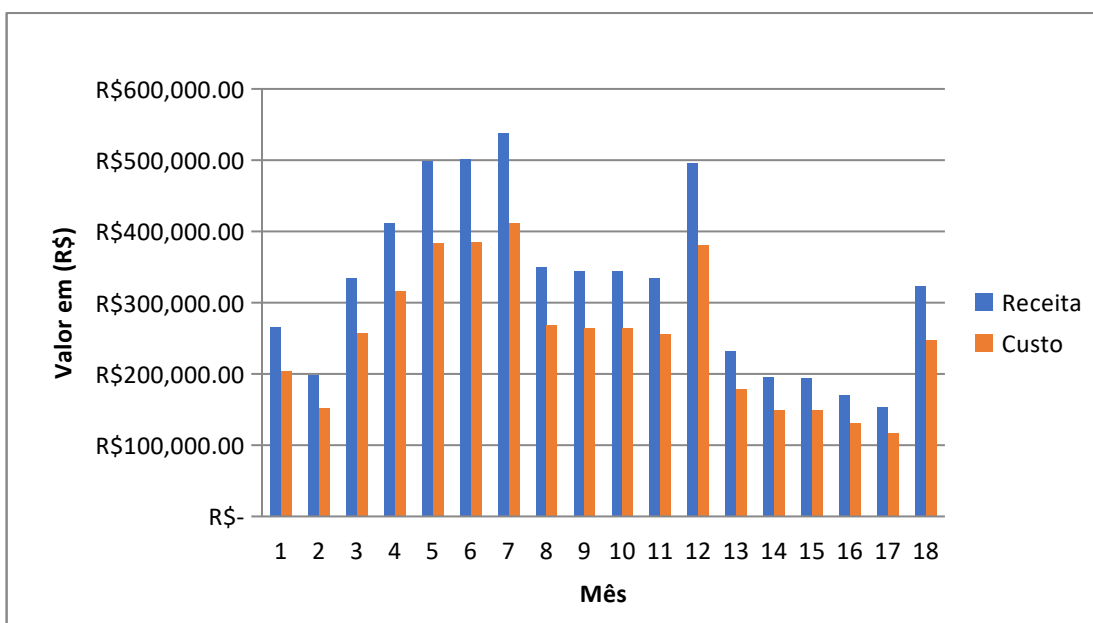
O Gráfico 2 representa o cenário otimista, para este cenário a receita foi elevada em 10% do valor projetado e o investimento inicial foi reduzido em 5% e o custo reduzido em 4,5% do valor projetado. A análise da relação receita custo mostra ser viável investir. No cenário otimista o custo da obra está em torno de 76,34% da receita e o lucro 23,66% totalizando R\$1.368.922,60.

Gráfico 1 - Receita x Custo - Cenário Projetado.



Fonte: Próprio Autor (2024).

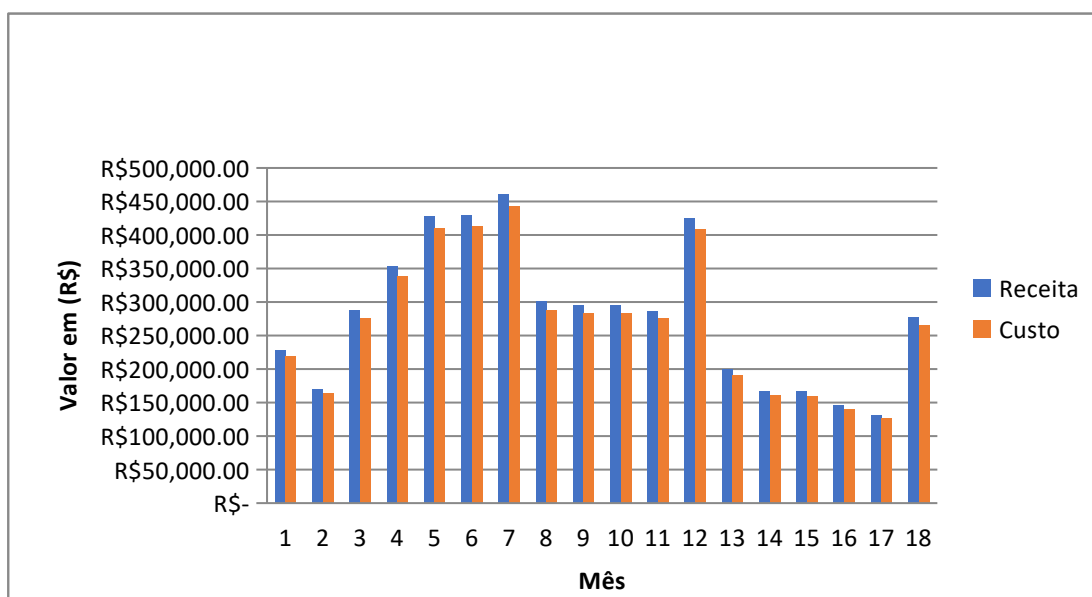
Gráfico 2 - Receita x Custo - Cenário Otimista.



Fonte: Próprio Autor (2024)

O Gráfico 3 representa cenário pessimista, o investimento inicial foi elevado em 5% do valor projetado, o custo elevado em 4,5% e a receita reduzida em 10% do valor projetado. A análise da relação receita custo mostra ser viável investir mesmo no cenário pessimista. Na Análise do Cenário pessimista o custo da obra está em torno de 95,94% da receita e o lucro 4,04% totalizando R\$203.832,79.

Gráfico 3 - Receita x Custo - Cenário Pessimista.

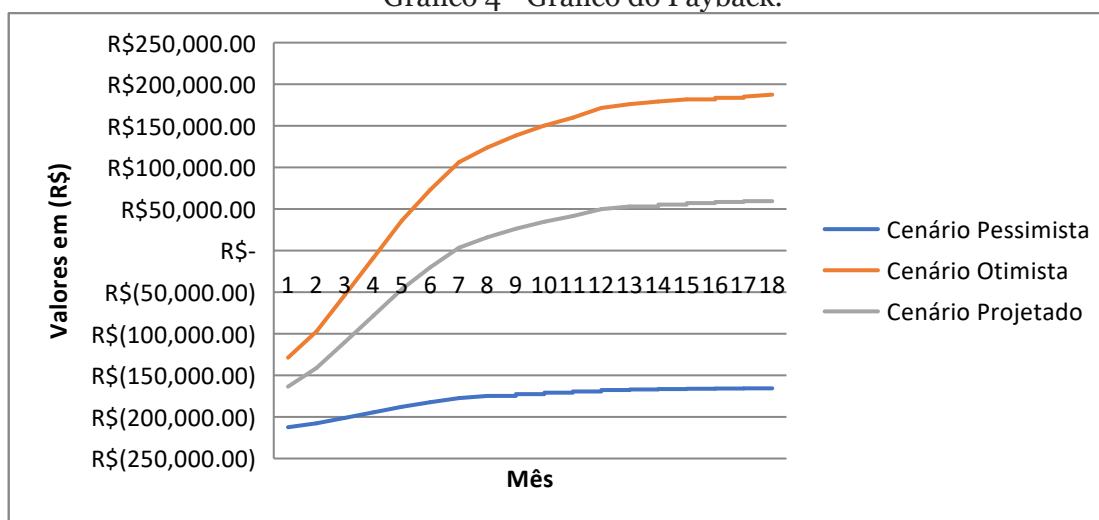


Fonte: Próprio Autor (2024).

O Gráfico 4 representa o Período de Recuperação do Investimento (*Payback*), para cada cenário. Para obtenção dos resultados foi utilizado a fórmula (1).

Para o cenário projeto o tempo de retorno foi de 7 meses, sendo oportuno investir neste cenário. No cenário otimista o tempo de retorno é de 4 meses. O cenário pessimista mostra não oportuno o investimento, pois o lucro é inferior ao investimento inicial.

Gráfico 4 - Gráfico do Payback.



Fonte: Próprio Autor (2024).

A Tabela 1 é uma tabela comparativa do Valor Presente Líquido, Índice de Lucratividade e Taxa Interna de Retorno, para cada cenário. Os resultados foram obtidos da aplicação da fórmula (2) para o cálculo da VPL, para o IL foi aplicada a fórmula (3) e para a TIR a fórmula (4) para os cenários analisados.

A VPL é positiva para os cenários projetado e otimista, já para o pessimista, é negativa, inviabilizando o investimento.

O Índice de Lucratividade para ser oportuno, o investimento deve ser superior ou igual a 1 e foi atingido nos cenários projetado e otimista, respectivamente, 1,31 e 2,04. No cenário pessimista, o índice foi de 0,25, inviabilizando o projeto.

A Taxa Interna de Retorno foi positiva em todos os cenários, sendo viável o investimento. Em suma o projeto é viável economicamente, porém requer alto nível de controle de gastos e, no controle de insumos para evitar desperdícios de materiais, sendo o último capaz de elevar o custo de produção podendo a obra não gerar lucro ou até mesmo não ser concluída.

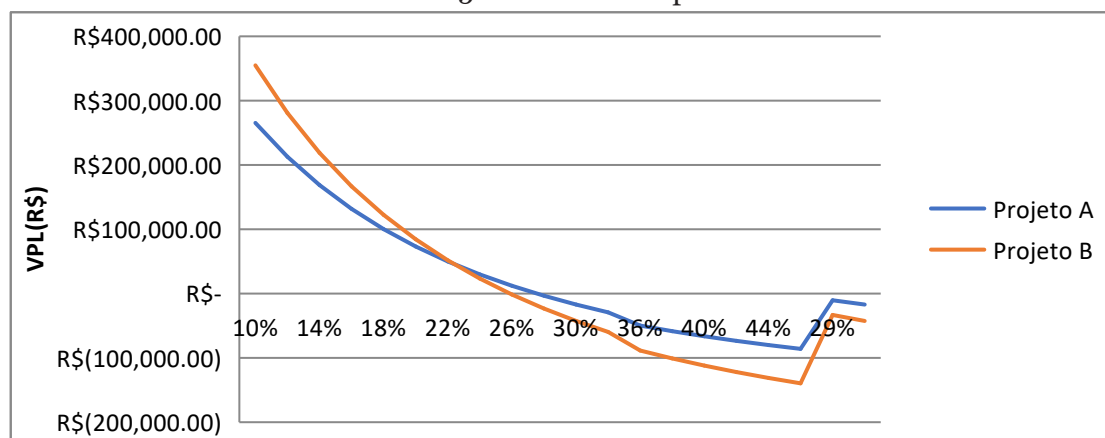
Tabela 1 - Tabela comparativa dos cenários dos indicadores VPL, IL e TIR.

Indicadores	Cenário Projetado	Cenário Otimista	Cenário Pessimista
VPL	R\$ 61.151,26	R\$ 147.477,13	- R\$ 165.282,60
IL	1,31	2,04	0,25
TIR	27,34%	34,72%	0,66%

Fonte: Próprio Autor.

O Gráfico 5 trata da aplicação do ponto *Fisher* para dois projetos. No projeto A as unidades possuem 2 quartos e no projeto B as unidades possuem 3 quartos. O ponto de equilíbrio dos dois projetos está em uma TMA de 23%, porém o projeto A é mais viável, pois necessita de menor investimento para obter o mesmo retorno do projeto B. A Análise de Sensibilidade, neste caso, também pode definir a taxa máxima para o BDI do projeto de 25,6%, ou seja, o projeto A permite um Fluxo de Caixa e maior rapidez no tempo de recuperação do investimento.

Gráfico 5 - Ponto Fisher para TMA.



Fonte: Os autores (2024).

CONCLUSÕES

A elaboração de diferentes opções de estudo de viabilidade econômica de projeto, possibilitou a identificação de resultados diferentes usando a mesma TMA, para todos os cenários analisados, fornecendo com isso importantes informações como as variações da VPL, TIR, IL e variações possíveis da TMA na comparação de duas alternativas de projeto utilizando o ponto Fisher para o processo de decisão do investimento. Identificam-se também alguns pontos fracos, como: limitação do trabalho em relação à aplicação de algumas das ferramentas de análise de investimento. E conclui-se, que o trabalho atendeu as expectativas preliminares chegando a um nível muito bom em termos de resultados, não apenas por ter atingido os objetivos propostos, que era mostrar a aplicação das técnicas de engenharia econômica na construção civil.

O estudo de viabilidade auxilia no processo de tomada de decisão de investimento diante de um cenário real as várias possibilidades de se investir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. **As Decisões de Investimentos**. Vol. 2. São Paulo: Editora (Atlas S.A., 2003).

CHITTO, A. A., GARBIN, C. **Estudo de Viabilidade para Implantação de Serviço de Vendas com Entrega de Passagens Aplicado em numa Agência de Viagens**. 2009. Pato Branco. Monografia (Bacharel em Ciências Contábeis), Curso de Ciências Contábeis, UTFPR.

Crea-MG, Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Minas Gerais. – Cartilha BDI - Bonificação ou Benefício e Despesas Indiretas/Belo Horizonte:2007.

GALESNE, A.; FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. **Decisões de investimentos da empresa**. Atlas. São Paulo, 1999.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia Econômica e Análise de Custos**: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores. São Paulo: Atlas, 2009.

MARTINS, E. Contabilidade vs. fluxo de caixa. **Caderno de estudos da FIPECAFI**. São Paulo: EDUSP, 1990.

SAMANEZ, C. P. **Engenharia econômica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. **Administração Financeira**. São Paulo: Atlas, 2002.

SILVA, M. B. da. **Planejamento Financeiro para o setor da Construção Civil**. Texto11 (TT/PCC/11). São Paulo: EPUSP, 1995.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos**. São Paulo: Atlas, 2004.

SOUZA, A.; CLEMENTE A. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, técnicas e aplicações**. 4.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2001.

IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA JUST IN TIME EM UMA REFORMADORA DE PNEUS

Palavras chave: Matriz SWOT; Pneus; Reciclagem

Frederico Ferreira Fernandes - Engenheiro de Produção, Centro Universitário de Barra Mansa, RJ.

Nivam Candido da Silva Junior - Engenheiro de Produção, Centro Universitário de Barra Mansa, RJ.

Paulo Felipe dos Santos Nunes - Engenheiro de Produção, Centro Universitário de Barra Mansa, RJ.

Adriana Lau da Silva Martins - Docente do Centro Universitário Geraldo Di Biase, Engenheira Química, Doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Atua na área de Tratamento de Efluentes, Controle de Qualidade dos Alimentos e Engenharia de Segurança do Trabalho

Valmir Torres de Oliveira - Docente do Centro Universitário Geraldo Di Biase, Engenheiro Metalúrgico, Mestrado em Engenharia Metalúrgica e Funcionário da Petrobrás. Atua na área de Metalurgia, Mecânica e Petróleo.

Janaina da Costa Pereira Torres de Oliveira - Docente do Centro Universitário Geraldo Di Biase e UNIFOA, Engenheira Metalúrgica, Doutora em Engenharia Metalúrgica e Materiais. Atua na área de Engenharia Econômica e Análise de Investimento. adrilmartins@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Com a crescente globalização, a competição entre as empresas, aumenta cada vez mais, o que, conseqüentemente, faz com que necessitem de melhorias nos seus desempenhos produtivos, uma vez que estão diante de um mercado que busca diferenciais de qualidade. Segundo Pasquali (2010), com esta obrigação imposta pelo mercado, as empresas passam a procurar tecnologias de produção que possam melhorar a qualidade, reduzir os custos e, conseqüentemente, contribuir para reduzir o preço de venda dos produtos e serviços ou melhorar a lucratividade.

Santos (2014) discorre que o sistema *Just In Time* se tornou uma técnica de gestão da produção, chegando a ser considerado como uma filosofia completa incluindo os aspectos de gestão de matérias-primas, qualidade, organização física dos meios produtivos, engenharia de produto, gestão de recursos humanos e organização do trabalho, tendo como a principal filosofia o trabalho com a produção puxada ao longo do processo. Nesse caso o material é solicitado apenas quando houver a real necessidade de sua utilização pelas linhas de produção.

Sendo assim, neste trabalho foi realizado um estudo com a finalidade de propor a implantação do sistema JIT em uma reformadora de pneus para eliminar desperdícios associados a quaisquer atividades que não agreguem valor, reduzir estoques e garantir que sempre que se faça necessário tê-los, estes deverão estar disponíveis imediatamente antes do momento da utilização, assegurando a pontualidade.

DESENVOLVIMENTO

Segundo afirma a Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus – ABR (2017), o pneu é considerado o segundo item de maior custo de uso dos veículos automotores, perdendo apenas para o combustível. Por este motivo foi desenvolvido um processo de reforma de pneus usados, denominado recauchutagem. Este se dá através da reposição e vulcanização da camada superior da borracha da banda de rolamento do pneu. É um segmento com mais de 60 anos de tradição no Brasil, que está em 2º lugar no mercado mundial, perdendo para os Estados Unidos dotados de uma mistura especial de borracha com alto grau de flexibilidade.

A recauchutagem é uma forma de reutilização e, sendo assim, contribui para a preservação do meio ambiente. Além disso, de acordo com a ABR (2017), emprega apenas 20% do material utilizado na produção de um pneu novo, proporcionando a mesma durabilidade original. Em média, um pneu pode ser

reformado duas vezes, o que gera três vidas para carcaça.

Os resíduos (pó e restos de pneus moídos) obtidos com o processo de reforma podem ser reciclados e aplicados na composição de asfalto com mais elasticidade e durabilidade. Segundo dados do Compromisso Empresarial Para Reciclagem – CEMPRE (2017), cerca de 15% a 25% do asfalto podem ser feitos com o material.

Conforme SEST SENAT (2017), anualmente, cerca de 450 mil toneladas de pneus são descartadas no Brasil. Muitas vezes esse descarte é ilegal, o que se torna um problema ambiental e social para o país. Os pneus demoram em média 600 anos para que possam ser decompostos na natureza. Quando o descarte é feito em terrenos baldios, rios e até mesmo em quintais residenciais, os pneus estão sujeitos a queimas acidentais ou provocadas. Os problemas ambientais relacionados prejudicam o ar e sua qualidade, já que o pneu, quando queimado, libera substâncias tóxicas.

Além disso, Lagarinhos (2011) salienta que estes depósitos se sujeitam a possíveis criadouros de mosquitos como o *Aedes Aegypti*, transmissor da dengue, Chikungunya e febre amarela, e o *Anopheles*, transmissor da malária.

2.1 Just In Time

De acordo com Ohno (1997), o JIT nada mais é do que a tradução estilizada de um conjunto de políticas-padrão das práticas desenvolvidas pela Toyota desde a década de 40, que evoluiu da necessidade, já que as restrições no mercado exigiram a produção de pequenas quantidades de muitas variedades sob condições de baixa demanda. Na década de 70 a *Toyota Motor Company* passa a desenvolver e implementar o sistema *Just In Time*. Foi dessa forma que empresas americanas e europeias se dedicaram, então, a atender, desenvolver e implementar suas versões do sistema, do qual a difusão foi tão rápida e abrangente, que chegou ao Brasil em meio à década de 80, se fortalecendo como movimento generalizado durante os ajustes de 89-94.

2.2 A ferramenta 5S

Segundo Campos *et al* (2011) esta ferramenta foi arquitetada para estruturar a área de trabalho de forma padronizada, mantendo a limpeza, praticidade e segurança do local. O termo 5S representa as iniciais dos 5 termos japoneses em que esta técnica é baseada: *Seiri (utilidade)*, *Seiton (organização)*, *Seiso (limpeza)*, *Seiketsu (padronização)* e *Shitsuke (autodisciplina)*.

Estes parâmetros avaliam mudanças, melhoram e valorizam a comunicação e obtenção de resultados.

2.3 Layout

Para Gerlach (2013), o *layout* industrial corresponde à distribuição das máquinas, cargos, ferramentas, trabalhadores (pessoas), áreas de deslocamento e circulação, dentre outros motivos que contribuem para a ocupação do espaço dentro da fábrica.

2.4 Mão de obra polivalente

O Toyotismo surge e defende novos conceitos da engenharia industrial, tendo ênfase na flexibilidade do trabalho, ou seja, na desespecialização (polivalência) dos trabalhadores. Este método é conhecido como linearização e é baseado em quatro domínios: multifuncionalidade dos operadores; reintrodução nas funções dos operadores diretos das tarefas concernentes ao diagnóstico de problemas, reparo, manutenção de máquinas e equipamentos; reintrodução de tarefas de controle de qualidade nos postos de trabalho; reagregação das tarefas de programação às de fabricação.

2.5 Matriz SWOT

Hofrichter (2017) afirma que a matriz SWOT é uma excelente ferramenta para o desenvolvimento e entendimento de uma organização, situação ou processo decisório de todos os tipos de negócios. Esta matriz ajuda a entender quatro vertentes: Pontos Fortes, Pontos Fracos, Oportunidades e Ameaças que envolvem um projeto ou empresa, especificando o objetivo destes mesmos e identificando os fatores internos e externos que facilitam ou dificultam a alcançar certo objetivo. Essas vertentes, em inglês, traduzem o nome SWOT – *Strenghts* = Forças; *Weaknesses* = Fraquezas; *Opportunities* = Oportunidades; *Threats* = Ameaças.

2.6 5W2H

Segundo Grosbelli (2014), esta ferramenta da qualidade foi criada, também no Japão, por profissionais da indústria automobilística como uma ferramenta de auxílio na fase de planejamento do ciclo PDCA - *Plan* (Planejar) (P), *Do* (Fazer) (D), *Check* (Checar) (C) e *Act* (Agir) (A), que fornece um meio sistemático

visando uma melhoria contínua. Grosbelli (2014) continua afirmando que a ferramenta 5W2H é um plano de ação para atividades que possuem imprescindibilidade de desenvolvimento claro.

Dentro delas cabem inúmeras perguntas que também podem ser feitas, facilitado o entendimento da função do 5W2H e possibilitando a direção, planejamento, definição das responsabilidades e quantificação das ações, conforme a Figura 2.

Figura 2 - Quadro do Método do 5W2H.

5W	What?	O que?	Que ação será executada? Qual a atividade? Qual é o assunto? O que deve ser medido? Quais os resultados dessa atividade? Quais atividades são dependentes dela? Quais atividades são necessárias para o início da tarefa? Quais os insumos necessários?
	Who?	Quem?	Quem irá executar a ação? Quem participa da ação? Quem conduz a operação? Qual a equipe responsável? Quem executará determinada atividade? Quem depende da execução da atividade? A atividade depende de quem para ser iniciada?
	Where?	Onde?	Onde a ação será executada? Onde a operação será conduzida? Em que lugar? Onde a atividade será executada? Onde serão feitas as reuniões presenciais da equipe?
	When?	Quando?	Quando a ação será executada? Quando será feito? Quando será o início da atividade? Quando será o término? Quando serão as reuniões presenciais?
	Why?	Por que?	Por que a ação será executada? Por que a operação é necessária? Ela pode ser omitida? Por que a atividade é necessária? Por que a atividade não pode fundir-se com outra atividade? Por que A, B e C foram escolhidos para executar esta atividade?
2H	How?	Como?	Como será executada a ação? Como conduzir a operação? De que maneira? Como a atividade será executada? Como acompanhar o desenvolvimento dessa atividade? Como A, B e C vão interagir para executar esta atividade?
	How much?	Quanto custa?	Quanto custará para a ação? Quanto custa realizar a mudança? Quanto custa a operação atual? Qual é a relação custo / benefício? Quanto tempo está previsto para a atividade?

Fonte: Grosbelli (2014).

A metodologia que foi utilizada nesse trabalho conforme Gil (1991) se trata de um estudo de caso, pois envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento, a ser observado a fim de produzirem os resultados esperados, o objeto de estudo foi uma recauchutadora de pneus.

A recauchutadora de pneus que iniciou suas atividades em setembro de 2006, se caracteriza por uma empresa de pequeno porte, que atua na área de reforma de pneus, com objetivo de produzir e comercializar pneus reformados destinados a caminhonetes, caminhões, ônibus e seus rebocados. Atualmente, a empresa, sediada às margens da Rodovia Presidente Dutra, no km 269, na cidade de Barra Mansa (RJ), conta com 25 colaboradores, logo uma empresa de pequeno porte, e atua com o nome fantasia de N & A PNEUS.

A linha de produção da empresa consiste em uma produção empurrada, ou seja, a produção começa antes da ocorrência da demanda do produto. A diferença entre a produção empurrada e a puxada, é que a puxada só ocorre com a demanda pelo produto. De acordo com informações fornecidas pela empresa objeto desse estudo, o processo de recauchutagem de pneus se inicia a partir da coleta de pneus com o cliente, onde um caminhão da empresa faz o recolhimento. Este retorna à empresa com os pneus, que são descarregados e conferidos, recebendo uma ficha de identificação conforme os dados da coleta.

4.3 Análise do caso

4.3.1 *Just In Time*

A linha de produção da empresa consiste em uma produção empurrada, ou seja, a produção começa antes da ocorrência da demanda do produto. Além disso, é baseada em uma produção tradicional, onde há necessidade de estoques. Sendo assim, o tempo do processo é mais longo, cerca de 30% maior, o que aumenta os custos e desperdícios.

- Foram observados, ainda, os seguintes problemas:
- Formação de estoques;
- Aumento de *Setups* (tempo de troca de máquinas);
- Grande quantidade de fornecedores;
- Falta de monitoramento de qualidade;
- Mão de obra monovalente.

4.3.2 O sistema 5S

Percorrendo pela linha de produção, identificaram-se alguns problemas que causavam perda de tempo, aumento de custo na produção e desgaste físico aos funcionários. Assim propôs-se a implantação do sistema 5S.

Em todos os setores foram identificados materiais desnecessários, ferramentas de pouco uso em cima das bancadas ocupando espaços, pouca ou falta de limpeza de ferramentas, máquinas, setores e uma grande distância entre o estoque de matéria prima e a linha produção. As Figuras 5 à 7 mostram estes problemas.

Todos os funcionários, desde os diretores até os operários receberam treinamento e capacitação sobre o 5S. Inicialmente, eliminou-se tudo o que não era utilizado.

Ordenou-se e identificaram-se os setores, a fim de facilitar a localização. Em seguida, implementou-se a limpeza do local e todos os funcionários foram capacitados a mantê-la. Logo após estudou-se a padronização das mudanças realizadas anteriormente e avaliou-se as mudanças que melhorariam e valorizariam a comunicação e obtenção de resultados.

Figura 5: Identificação de falta de limpeza no setor de raspagem



Figura 6: Identificação de problemas no setor de escareação (1)



Figura 7: Identificação de problemas no setor de escareação (2).



Fonte: Os autores (2024)

4.3.3 Mudança de *Layout*

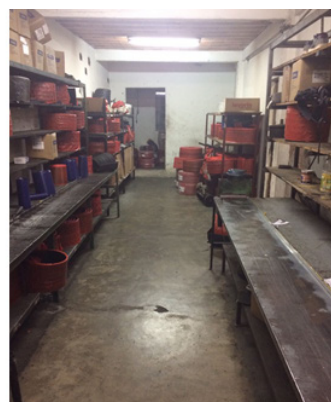
Uma mudança de *layout* da linha de produção também se fez necessária, pois a aproximação de setores agiliza muito o processo.

O estoque de matéria prima se encontrava a mais de 30 metros do setor de Preparação de Bandas da linha de produção. O funcionário do setor tinha então, que se deslocar diversas vezes ao longo da jornada de trabalho para abastecer o seu setor e consequentemente a linha de produção. Identificou-se espaço disponível no setor para abrigar esse estoque e fiz-se as mudanças necessárias. Nas Figuras 8 e 9, podemos observar que o estoque está ao lado do setor de Preparação de Bandas. Assim minimizamos o desgaste físico do funcionário e a perda de tempo.

Figura 8: Início da mudança para novo estoque



Figura 9: Aproximação do estoque de local de bandas ao local de produção.



Fonte: Os autores (2024)

4.3.4 Mão de obra polivalente

No setor da Escareação e no setor de Cobertura foi identificado um gargalo da produção. Como são setores que exigem mais tempo na preparação da carcaça do pneu para o recebimento da banda de rodagem, esses setores têm um tempo de produção superior aos demais. Assim funcionários de outros setores da linha de produção, que a preparação é menor, empurravam os pneus para os setores seguintes e ficavam ociosos até entrarem mais pedidos de recauchutagem de pneus na linha de produção.

Dessa forma, propôs-se o remanejamento de funcionários de setores que estão ociosos para setores de maior tempo de preparo. Entretanto, alguns funcionários não sabiam operar as máquinas de outros setores. Sendo assim foi sugerida a capacitação técnica de todos os funcionários para todos os setores, tornando-os polivalentes, agilizando o processo e reduzindo custos de mão de obra ociosa, desperdícios de matéria prima e retrabalho.

Os supervisores e encarregados passaram por um treinamento onde inicialmente executaram suas funções essenciais e em seguida foram capacitados à troca de funções, a fim de se obter um entendimento completo de toda a linha. Assim ficaram responsáveis para que essa troca de conhecimento chegasse a

linha de produção, capacitando os funcionários a operarem as máquinas de outros setores.

A introdução da mão de obra polivalente contribuiu para o enriquecimento do trabalho, a redução das repetições de atividades monótonas e para a oportunidade de desenvolvimento pessoal.

Além disso, os custos com a mão de obra foram valorizados bem como a não ociosidade de um operador, uma vez que os movimentos inúteis foram reduzidos e a sincronia entre o tempo e operações aumentou. Houve um ganho aproximado de 30 minutos a cada 10 pneus prontos para irem para autoclave. A empresa produzia em 5 rodadas de 150 minutos nas autoclaves, com o ganho de 30 minutos a empresa pode produzir mais 10 pneus, totalizando 60, com mais uma rodada na autoclave dentro da jornada de trabalho. Sendo assim, os custos foram reduzidos pela empresa, uma vez que o custo/hora de um operador é bem elevado, não havendo necessidade de contratação de terceirizados para implementação da capacitação.

Também foi identificado na linha de produção alguns setores trabalhando com a capacidade reduzida devido a equipamentos quebrados ou sem manutenção. Além de comprometer a qualidade do produto caso houvesse uma nova alta na demanda de produtos, não seria possível a empresa trabalhar na capacidade máxima.

Sendo assim, foi sugerido o conserto de algumas máquinas e, em alguns casos, a compra de novas. Sugeriu-se também a implantação além da manutenção corretiva, a manutenção preditiva e preventiva. Uma forma de saber como trabalhar na manutenção preventiva é através do auxílio do manual de instruções dos equipamentos.

4.3.5 Análise SWOT

Depois de conhecer a linha de produção da empresa e alguns setores, foi elaborado um plano de ação através da análise SWOT. Na Figura 10 é possível verificar os pontos identificados ao longo do trabalho dentro da Matriz SWOT.

Através dessa análise, elaborou-se um plano de ação com o objetivo de equilibrar e melhorar o desempenho da empresa. Analisaram-se ainda os pontos a serem melhorados, explorando os pontos fortes. Dessa forma, foi possível analisar o planejamento estratégico da empresa, de forma a orientar todos os setores e seus respectivos gestores.

A matriz ainda permitiu o aperfeiçoamento de processos internos e investimentos bem como o relacionamento tanto com clientes quanto com fornecedores.

Figura 10: Quadro da Aplicação da Matriz SWOT.

MATRIZ SWOT				
AMBIENTE INTERNO	PONTOS FORTES		PONTOS FRACOS	
	<u>Qualidade do produto</u>	<u>Área comercial</u>	<u>Falta de qualificação da mão de obra</u>	<u>Manutenção</u>
	Produto com qualidade superior, provando resultado quilométrico diferenciado.	Área comercial atuante, sempre buscando a proximidade com os clientes e se qualificando sempre.	Deve-se investir em qualificação de toda mão de obra, para que todos os colaboradores da produção saibam operar as máquinas de outros setores.	Aplicar a manutenção preditiva e preventiva, para que não ocorra paralisação de máquinas comprometendo a produção.

AMBIENTE EXTERNO	OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
	<u>Crescimento com o reaquecimento da economia.</u>	<u>Grande concorrência</u>
	O transporte rodoviário é o principal sistema de transportes de carga e passageiros do Brasil. Assim vê-se com otimismo a tentativa de reaquecimento da economia.	Outras empresas do setor, devido a crise, para não ficarem ociosas estão fazendo preços bem abaixo do mercado para tentarem se manter em produção

Fonte: Os autores (2024).

4.3.6 Plano de ação 5W2H

Mediante a todas as análises propostas e realizadas, utilizou-se o plano de ação 5W2H, Figura 12, onde foi possível verificar a viabilidade e o custo de tudo o que foi sugerido.

Figura 12: Quadro do Plano de ação utilizando a ferramenta 5W2H.

PLANO DE AÇÃO 5W2H							
Questões	O que?	Por que?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?	Quanto custa?
	What?	Why?	Who?	When?	Where?	How?	How much?
1	Treinamento da área de vendas.	Melhorar o atendimento es.	Empresa X	02/05/24	Internet	Aprendizado de novas técnicas de vendas.	R\$ 180,00 por pessoa
2	Implantação 5S.	Melhorar a organização e limpeza.	RH	02/05/24	Na empresa	Aprendizado dos 5S	N/A
3	Mudança de Layout.	Aproximar setores.	Gerência da produção	01/06/24	Na empresa	Aproximando o estoque de e a linha de produção.	R\$ 900,00
4	Treinamento área de produção.	Colaboradores polivalentes.	Próprio colaborador	01/06/24	Na empresa	Ensinando os colaboradores a operarem todos os maquinários da empresa.	N/A
5	Contratar mecânico.	Manutenções preditivas, preventivas e corretivas.	RH	01/07/24	Na empresa	Verificando os equipamentos evitando atrasos na produção.	R\$ 1.800,00

Fonte: Os autores (2024).

CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu, através do estudo de caso, a análise de uma empresa para a introdução do sistema *Just In Time*, constatando-se a necessidade de implementação de diversas ferramentas.

Todos os aspectos apresentados puderam ser inseridos de acordo com o problema da empresa, tornando-a mais competitiva no mercado de trabalho, aumentando sua qualidade e velocidade na entrega dos produtos/serviços, obtendo uma melhoria contínua.

Como principal ferramenta, a produção enxuta se fez presente, realizando-se a eliminação de estoques e, mantendo apenas um de segurança, que supriria as necessidades de produção para uma nova remessa.

Reduziram-se, dessa forma, os custos desnecessários e desperdícios nos diferentes estágios do processo.

Além disso, a implementação de outras ferramentas de produção enxuta possibilitou a organização e limpeza do ambiente de trabalho, a capacitação e melhoria na qualificação dos funcionários, além da elaboração de uma proposta de fabricação do produto em fluxo balanceado e sincronizado utilizando o mínimo de recursos, de acordo com a necessidade do consumidor.

De um modo geral, observou-se que o projeto e a adoção da filosofia *Just In Time*, junto com diversas ferramentas de produção enxuta, proporcionaram uma implementação relativamente rápida de ações e ganhos significativos à empresa sem a necessidade de investimentos além do necessário. Como o mais significativo podemos destacar o ganho aproximado de 30 minutos a cada 10 pneus prontos para irem para autoclave. A empresa produzia em 5 rodadas de 150 minutos nas autoclaves, com o ganho de 30 minutos a empresa pode produzir mais 10 pneus, totalizando 60, com mais uma rodada na autoclave dentro da jornada de trabalho. Sendo assim, os custos foram reduzidos pela empresa, uma vez que o custo/hora de um operador é bem elevado, não havendo necessidade de contratação de terceirizados para implementação da capacitação. Os objetivos propostos para esta pesquisa foram, desta forma, alcançados com sucesso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABR, **Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus**. Disponível em: <http://www.abr.org.br>, 2017.

CAMPOS, R. ET. AL.; **A Ferramenta 5S e suas Implicações na Gestão da Qualidade Total**. 2011. Disponível em: http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/copiar.php?arquivo=Campos_R_A%20FERRAMENTA%205S%20E%20SUAS.pdf.

CEMPRE – Compromisso Empresarial Para Reciclagem; Artigos e Publicações; Fichas Técnicas; **Pneus**. Disponível em: <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/7/pneus>, 2017.

GERLACH, G. **Proposta de melhoria de layout visando a otimização do processo produtivo em uma empresa de pequeno porte** Horizontina, 2013. Disponível em: http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngPro/2013/Pro_Gustavo.pdf.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. SP: Atlas, 1991.

GROSBELLI, A. C. **Proposta de melhoria contínua em um almoxarifado utilizando a ferramenta 5W2H**. UFPR, Medianeira, 2014. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4326/1/MD_COENP_TCC_2014_202.pdf.

HOFRICHTER, M. **Análise SWOT: quando usar e como fazer**. Simplissimo Livros Ltda, 2017.

LAGARINHOS, C. A. F., **Reciclagem de pneus: análise do impacto da legislação ambiental através da logística reversa**. Tese de Doutorado em engenharia; Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2011.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção**: Além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PASQUALI, F. D. **O Sistema Just In Time (JIT), um estudo de caso: produção em série de móveis de madeira**. Florianópolis: Centro Sócio Econômico Florianópolis: UFSC, 2010.

SANTOS, V. G. V.; **A Filosofia Just In Time como otimização do método de produção**. Faculdade Casa do Estudante (FACE). Aracruz, 2014. Disponível em: http://www.facefaculdade.com.br/arquivos/revistas/A_filosofia_just_in_time_como_otimizacao_de_metodo_de_producao.pdf.

SEST, SENAT. **Cerca de 450 mil toneladas de pneus são descartadas por ano no Brasil**. Disponível em: <http://www.sestsenat.org.br/Imprensa/noticia/cerca-de-450-mil-toneladas-de-pneus-sao-descartados-por-ano-no-brasil>, 2017.

FORTALECIMENTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL ATRAVÉS DA RECICLAGEM DO ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA EM ESCOLAS

Palavras-chave: Educação ambiental, Sustentabilidade, Biodiesel.

Jacqueson Martins Lima - Discente do Programa de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Univassouras. jacquesonmartins@gmail.com

Sandro Pereira Ribeiro - Possui graduação em Licenciatura Química e Química Industrial pela Universidade de Vassouras - RJ (2006); Mestrado em Química pelo Instituto Militar de Engenharia - IME - RJ (2010); Doutorado e Pós doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG; Professor do curso de Engenharia Química da Universidade de Vassouras-RJ; Professor do Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras- RJ.

INTRODUÇÃO

O descarte inadequado do óleo residual de fritura é um dos grandes desafios ambientais enfrentados pela sociedade moderna. Segundo Braga (2007), um litro de óleo descartado incorretamente pode contaminar até um milhão de litros de água, impactando diretamente os recursos hídricos e aumentando os custos para seu tratamento. Além disso, essa eliminação, quando depositada no solo ou em aterros sanitários, contribui para a manipulação ambiental, causando obstruções em sistemas de drenagem e aumentando a emissão de gases de efeito estufa (NOGUEIRA; BEBER, 2009).

Nesse contexto, a educação ambiental surge como uma ferramenta poderosa para sensibilizar e transformar a relação das pessoas com o meio ambiente. Regulamentada pela Lei nº 9.795/1999, a Política Nacional de Educação Ambiental estabelece que a conscientização ambiental deve ser integrada aos currículos escolares, promovendo valores e práticas sustentáveis (BRASIL, 1999). A utilização do óleo residual como matéria-prima para a produção de biodiesel nas escolas representa uma abordagem interdisciplinar e inovadora, conectando disciplinas como química, biologia, geografia e matemática.

Freire (1996) argumenta que a educação deve ser um ato transformador, permitindo que os estudantes compreendam o mundo e se posicionem como protagonistas em sua transformação. Alinhada a essa perspectiva, a prática de reciclagem do óleo residual nas escolas não apenas sensibiliza os alunos sobre os impactos ambientais, mas também os envolve na busca por soluções práticas e sustentáveis. A iniciativa contribui diretamente para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), como o ODS 4 (Educação de Qualidade) e o ODS 12 (Consumo e Produção Responsável), destacando a importância da educação e do consumo consciente na construção de uma sociedade mais sustentável (ONU, 2015).

Este capítulo faz parte de dissertação de mestrado e tem como objetivo explorar a reciclagem do óleo residual de fritura como uma estratégia educacional prática e transformadora, proporcionando seu impacto na formação ambiental dos alunos e na conscientização da comunidade escolar.

Por meio da prática pedagógica, busca-se destacar a relevância da interdisciplinaridade e do engajamento coletivo para a preservação ambiental e a promoção da sustentabilidade.

DESENVOLVIMENTO

1. A Educação Ambiental como Pilar da Sustentabilidade

A educação ambiental é essencial para formar cidadãos conscientes e comprometidos com a preservação ambiental. Segundo Jacobi (2003), ela vai além de transmitir conhecimento; busca promover a cidadania ecológica, incentivando atitudes que transformem a relação das pessoas com os recursos naturais e estimulem práticas sustentáveis. Nesse contexto, a escola se torna um espaço estratégico para a disseminação de práticas que conectam o aprendizado teórico a ações concretas.

A Lei nº 9.795/1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, estabelece que a educação ambiental deve ser integrada ao currículo escolar como um processo contínuo, interdisciplinar e transformador (BRASIL, 1999). Essa abordagem reforça a necessidade de ações que mobilizem alunos, professores e a comunidade escolar para enfrentar desafios ambientais locais e globais.

Freire (1996) destaca que a educação deve ser libertadora, permitindo aos estudantes compreenderem o mundo e agirem para transformá-lo. A proposta de reciclar o óleo residual de fritura nas escolas, utilizando-o para produzir biodiesel, alinha-se a esse pensamento. A prática permite que os alunos desenvolvam uma visão crítica sobre o descarte inadequado de resíduos, ao mesmo tempo em que aprendem a aplicar conhecimentos científicos em situações reais.

Além disso, esta abordagem contribui diretamente para os ODS, especialmente o ODS 4 (Educação de Qualidade) e o ODS 12 (Consumo e Produção Responsável). Por meio de atividades práticas e interdisciplinares, os estudantes são incentivados a refletir sobre as consequências de suas ações no meio ambiente e a adotar comportamentos mais sustentáveis (ONU, 2015).

2. O Óleo Residual de Fritura: Um Desafio Ambiental

O óleo residual de fritura é um dos resíduos mais prejudiciais ao meio ambiente quando descartado de forma convencional. Braga (2007) afirma que um único litro de óleo pode contaminar até um milhão de litros de água, afetando dramaticamente os recursos hídricos e dificultando o tratamento para potabilidade. Além disso, ao ser despejado diretamente no solo, o óleo cria uma camada impermeável, prejudicando a absorção de água e comprometendo a fertilidade do terreno.

Esses impactos ressaltam a urgência de soluções práticas e sustentáveis para o descarte dessa eliminação.

Outro ponto crítico está relacionado à infraestrutura urbana. Nogueira e Beber (2009) destacam que o descarte inadequado do óleo residual pode causar obstruções nos sistemas de esgoto e drenagem, elevando os custos de manutenção e reduzindo a eficiência das estações de tratamento. Esses problemas são mais evidentes em áreas urbanas densamente povoadas, onde a geração de resíduos é maior e a conscientização ambiental muitas vezes é limitada.

Embora o projeto de reciclagem do óleo residual ainda não tenha sido implementado, é possível visualizá-lo como uma atividade educativa interdisciplinar que conecta química, sustentabilidade e educação ambiental. Por exemplo, uma escola pode realizar oficinas práticas nas aulas de química, onde os alunos aprendem a transformar o óleo residual coletado em biodiesel por meio do processo de transesterificação. Durante essas atividades, os estudos foram introduzidos em conceitos de respostas químicas, balanço de massa e energia, além de discutirem os impactos ambientais do descarte inadequado do óleo.

Ações de conscientização ambiental poderiam ser implementadas em parceria com outras disciplinas, como geografia e biologia, para explicar os efeitos da contaminação do solo e da água pelo óleo descartado de forma incorreta. Essa abordagem interdisciplinar não apenas fortalece o aprendizado técnico e teórico, mas também envolve os alunos na prática de valores sustentáveis e na disseminação de boas práticas ambientais em suas comunidades.

Garcilasso (2014) destaca que o reaproveitamento do óleo para a produção de biodiesel é uma solução sustentável e acessível, que pode ser integrada de maneira segura em ambientes educacionais, permitindo que os estudantes participem ativamente das etapas do processo e compreendam a relação entre ciência, meio ambiente e cidadania.

A reciclagem do óleo residual é uma prática que reflete os princípios da economia circular, promovendo o reaproveitamento de materiais e a redução de resíduos. Garcilasso (2014) explica que o processo de transesterificação, que converte o óleo em biodiesel, é técnico e ambientalmente seguro. Além disso, essa prática pode ser incorporada ao currículo escolar, conectando teoria e prática em disciplinas como química, biologia e geografia.

Por fim, essa iniciativa se alinha diretamente aos ODS, como o ODS 6 (Água Limpa e Saneamento) e o ODS 12 (Consumo e Produção Responsável), que incentivam a redução de resíduos e o reaproveitamento de materiais (ONU, 2015). Desta forma, o óleo residual de fritura, de um desafio ambiental, pode se tornar um recurso valioso para a educação e a sustentabilidade.

3. Impactos Positivos da Reciclagem do Óleo Residual na Comunidade Escolar

A reciclagem do óleo residual de fritura nas escolas tem o potencial de gerar impactos significativos tanto na comunidade escolar quanto no meio ambiente. Tozoni-Reis (2002) destaca que a educação ambiental é transformadora, pois sensibiliza os estudantes para a adoção de atitudes responsáveis e sustentáveis. Por meio de atividades práticas, como a produção de biodiesel, os alunos são expostos a problemas ambientais reais e instigados a buscar soluções inovadoras e aplicáveis.

Essa iniciativa também contribui para o desenvolvimento de habilidades críticas nos estudantes, como pensamento sistêmico, trabalho em equipe e resolução de problemas. Ramos e cols. (2018) apontam que projetos interdisciplinares como este ajudam os alunos a conectar os conteúdos teóricos à prática, tornando o aprendizado mais significativo. Além disso, o envolvimento ativo dos estudantes no projeto cria um efeito multiplicador, levando a conscientização ambiental para suas famílias e comunidades.

Outro benefício importante é o fortalecimento do vínculo entre a escola e a comunidade. A coleta do óleo residual pode ser realizada em parceria com famílias e pequenos comerciantes, criando uma rede de colaboração que vai além do ambiente escolar. Garcilasso (2014) ressalta que o reaproveitamento do óleo para a produção de biodiesel reduz significativamente os impactos ambientais do descarte inadequado, ao mesmo tempo que promove a economia circular e a conscientização coletiva.

Embora o projeto ainda não tenha sido implementado, uma proposta prática inclui a criação de um ponto de coleta dentro da escola, onde a comunidade poderá depositar o óleo usado. Esses resíduos seriam reaproveitados em atividades pedagógicas, como previsões do processo de transesterificação, proporcionando uma experiência prática e interdisciplinar para os alunos. Essa abordagem estimula a integração entre professores, estudantes e a comunidade, promovendo a cidadania ecológica e reforçando o papel da escola como agente de transformação social.

Por fim, o impacto positivo dessas práticas está diretamente relacionado aos ODS, especialmente o ODS 4 (Educação de Qualidade) e o ODS 12 (Consumo e Produção Responsável). Ao fomentar a conscientização e o engajamento ambiental, o projeto contribui para a formação de uma nova geração de cidadãos conscientes e comprometidos com a sustentabilidade (ONU, 2015).

4. Desafios e Oportunidades na Implementação do Projeto

Embora a proposta de reciclagem do óleo residual de fritura nas escolas tenha um potencial transformador, sua implementação apresenta desafios que alteram planejamento e estratégias estratégicas. Entre os principais obstáculos, destaca-se a falta de infraestrutura adequada em muitas instituições de ensino, especialmente em áreas de baixo rendimento.

Ramos e cols. (2018) alertam que a ausência de recursos materiais e financeiros pode limitar a execução de atividades práticas e interdisciplinares. Além disso, a capacitação dos professores é um fator crucial, pois muitos não possuem treinamento específico para integrar questões ambientais aos conteúdos curriculares.

Outro desafio significativo está relacionado ao engajamento da comunidade. Nogueira e Beber (2009) apontam que o sucesso de iniciativas de reciclagem depende diretamente da conscientização e participação dos indivíduos. Muitas famílias desconhecem os impactos ambientais do descarte inadequado do óleo residual e, portanto, é necessário desenvolver campanhas educativas que esclareçam a importância da reciclagem e incentivem a adesão ao projeto.

Por outro lado, as oportunidades oferecidas pelo projeto são amplas e promissoras. A formação de parcerias com cooperativas de atualização, empresas privadas e organizações não governamentais pode suprir as lacunas de infraestrutura e materiais, além de oferecer suporte técnico para a implementação das atividades. Andrade e cols. (2014) enfatizam que essas colaborações fortalecem o impacto social e ambiental das iniciativas educacionais, ampliando seu alcance e efetividade.

Um exemplo prático de oportunidade seria a criação de oficinas de capacitação para professores, abordando não apenas os aspectos técnicos da produção de biodiesel, mas também estratégias pedagógicas interdisciplinares. Esses escritórios puderam ser realizados em parceria com universidades ou centros de pesquisa, garantindo a qualidade do conteúdo e a motivação dos educadores.

Além disso, o projeto oferece a possibilidade de ser replicado em outras escolas, criando uma rede de instituições comprometidas com a educação ambiental. Garcilasso (2014) ressalta que a produção de biodiesel nas escolas não apenas reduz os impactos ambientais do descarte do óleo, mas também promove o aprendizado ativo, preparando os alunos para enfrentarem desafios reais com soluções inovadoras.

Finalmente, para superar os desafios e explorar as oportunidades, o projeto contribui diretamente para os ODS, como o ODS 6 (Água Limpa e Saneamento) e o ODS 12 (Consumo e Produção Responsável). Assim, a escola não apenas forma cidadãos mais conscientes, mas também se posiciona como um agente ativo na transformação social e ambiental.

5. A Interdisciplinaridade como Ferramenta Educacional

A interdisciplinaridade é um elemento central para conectar questões ambientais ao aprendizado escolar, permitindo que os alunos compreendam a complexidade dos desafios globais de forma integrada. Freire (1996) argumenta que a educação deve preparar os estudantes para agirem no mundo real, promovendo uma aprendizagem significativa que vai além da fragmentação dos conteúdos. A proposta de reciclagem do óleo residual nas escolas exemplifica como diferentes áreas do conhecimento podem ser articuladas para criar um ensino prático e transformador.

A química, por exemplo, desempenha um papel crucial na explicação do processo de transesterificação, que converte o óleo residual em biodiesel. Já a biologia permite aos alunos explorar os impactos do descarte inadequado nos ecossistemas e entender os benefícios ambientais dos biocombustíveis. A matemática pode ser usada para calcular as proporções e rendimentos do processo, enquanto a geografia oferece uma perspectiva sobre os impactos regionais do descarte de resíduos e da logística de coleta seletiva.

Além disso, a interdisciplinaridade promove o trabalho colaborativo e a resolução de problemas, habilidades essenciais para os desafios do século XXI. Guimarães (2012) observa que integrar diferentes disciplinas no ensino ajuda os estudantes a desenvolverem uma visão holística dos problemas e a enxergarem soluções práticas. Essa abordagem também contribui para a formação de cidadãos mais críticos e participativos, comprometidos com a sustentabilidade e a justiça ambiental.

A proposta de reciclagem do óleo residual como atividade interdisciplinar pode ser enriquecedora com atividades práticas que envolvem toda a comunidade escolar. Por exemplo, professores de educação artística podem colaborar com a criação de materiais educativos sobre o tema, enquanto a disciplina de português pode trabalhar a redação de relatórios e a elaboração de campanhas de conscientização. Dessa forma, o aprendizado se torna dinâmico e relevante, conectando os conteúdos escolares às demandas reais da sociedade.

Por fim, a interdisciplinaridade reforça o alinhamento do projeto com os ODS, especialmente o ODS 4 (Educação de Qualidade) e o ODS 12 (Consumo e Produção Responsável). Ao combinar teoria e prática em uma abordagem integrada, a escola se torna um espaço de transformação social, promovendo o aprendizado ativo e o engajamento dos estudantes em questões ambientais.

6. Planejamento Futuro para a Implementação do Projeto

O sucesso de um projeto educacional sustentável depende de um planejamento detalhado que considere todas as etapas fáceis para sua implementação. No caso da reciclagem do óleo residual de fritura nas escolas, o planejamento inicial inclui a capacitação dos professores por meio de oficinas que abrangem tanto os aspectos técnicos da produção de biodiesel quanto a interdisciplinaridade no ensino.

Em seguida, é necessário desenvolver um cronograma para a coleta do óleo residual de fritura, que pode ser realizado em parceria com famílias e pequenos comerciantes locais.

Para garantir a organização e as diretrizes do projeto, propõe-se um cronograma estruturado ao longo de 12 meses. O planejamento inicial inclui reuniões para definir responsáveis, mapear necessidades e estabelecer parcerias, além de promover a capacitação dos professores por meio de oficinas pedagógicas e técnicas sobre reciclagem e produção de biodiesel.

A sensibilização da comunidade escolar será realizada por meio de campanhas educativas e da criação de sistemas de coleta de óleo residual de fritura. As atividades práticas envolvem a produção de biodiesel em pequena escala, integrando essas ações ao currículo escolar.

O monitoramento e a avaliação consistem na análise contínua dos resultados do projeto e nos ajustes necessários para sua eficácia.

Por fim, a expansão e replicação dos resultados do projeto visam estimular a adoção do modelo por outras escolas e comunidades. Esse planejamento estabelece uma sequência lógica de ações que alinham a escola, a comunidade e os ODS para alcançar resultados impactantes e replicáveis.

A avaliação contínua e o engajamento da comunidade serão fundamentais para a sustentabilidade e o sucesso do projeto.

CONCLUSÃO

A reciclagem do óleo residual de fritura e sua aplicação na produção de biodiesel no ambiente escolar

representam uma proposta significativa, que combina educação ambiental e práticas sustentáveis. Este artigo apresentado com essa iniciativa pode ser utilizado como uma ferramenta pedagógica para sensibilizar alunos, professores e comunidades, promovendo o aprendizado interdisciplinar e o engajamento coletivo.

Embora o projeto ainda não tenha sido implementado, sua fundamentação teórica demonstra um grande potencial de impacto social e ambiental. Freire (1996) destaca que a educação deve libertar e transformar, permitindo que os alunos compreendam a realidade e atuem como agentes de mudança. Alinhada a essa visão, a prática da reciclagem do óleo residual nas escolas proporciona aos estudantes uma experiência educacional significativa, conectando conhecimentos teóricos a desafios reais.

Os desafios mencionados, como a necessidade de infraestrutura e capacitação, são superáveis por meio de parcerias com instituições privadas, universidades e cooperativas de reciclagem. Além disso, o engajamento da comunidade é um fator-chave para o sucesso do projeto, reforçando a importância de campanhas educativas e da criação de uma rede de colaboração entre escola e sociedade.

A implementação deste projeto pode contribuir significativamente para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), como o ODS 4 (Educação de Qualidade), ao promover um ensino interdisciplinar e inovador, e o ODS 12 (Consumo e Produção Responsável), ao incentivar a reutilização de resíduos e práticas sustentáveis.

No futuro, a replicação do modelo em outras instituições tem o potencial de criar uma rede de escolas comprometida com a sustentabilidade e a educação ambiental.

Por fim, este trabalho, fruto de uma dissertação de mestrado, destaca que a escola, como espaço de transformação, pode desempenhar um papel fundamental na formação de cidadãos mais conscientes e preparados para os desafios ambientais do século XXI. Ao integrar práticas sustentáveis ao currículo escolar, a educação ambiental transcende o espaço da sala de aula e se consolida como um caminho para a construção de um futuro mais justo e sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIOVE. Coleta e destinação correta do óleo de cozinha usado traz benefícios sociais, econômicos e ambientais. Disponível em: <https://abiove.org.br/abiove-na-midia/coleta-e-destinacao-correta-do-oleo-de-cozinha-usado-traz-beneficios-sociais-economicos-e-ambientais/>. Acesso em: 13 de dezembro de 2023.
- ANDRADE, DF de; e outros. Da pedagogia à política e da política à pedagogia: uma abordagem sobre a construção de políticas públicas em educação ambiental no Brasil. Bauru, Cienc, Educ., v.20, n. 4, pág. 817-832, 2014.
- BRAGA, IA Lixo que vira limpeza e renda. Emprego, renda, sabão ecológico e até combustível embora pelo ralo, junto com o óleo que já foi usado em frituras na cozinha. 2007.
- BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental, Lei 9.795/1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em: 12 de dezembro de 2023.
- FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GARCILASSO, VP Análise entre processos e matérias-primas para a produção de biodiesel. USP. Tese de Doutorado, 2014.
- GUIMARÃES, M. Formação de educadores ambientais. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.
- JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. Cadernos de Pesquisa, n. 118, março/2003.
- NOGUEIRA, GR; BEBER, J. Proposta de metodologia para o gerenciamento de óleo vegetal residual oriundo de frituras. Disponível em: http://www.unicentro.br/graduacao/deamb/semanaestudos/pdf_09/. Acesso em: 29 de maio de 2024.
- ONU. Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 03 de junho de 2024.
- RAMOS, DV, et al. O emprego do plano nacional de educação ambiental (PNEA) como instrumento promotor do desenvolvimento sustentável. Sustentabilidade e Responsabilidade Social, Vol 8. Belo Horizonte. Poisson, 2018.
- TOZONI-REIS, MF Educação ambiental: formação do sujeito ecológico. Ciência & Educação, v. 8, nº 1, p. 83-96, 2002.

AS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E AS CONTRIBUIÇÕES DOS ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE ENSINO

Palavras-chaves: Políticas públicas; Educação ambiental; Espaços não formais.

Marcia Sena Barbosa Monsores Ribeiro - Universidade de Vassouras, Pedagoga e Mestre em Ciências Ambientais pela Univassouras, Coordenadora do Curso de Pedagogia *campus* Maricá. marcia.sena@universidadevassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

Quando pensamos em educação ambiental, buscamos compreender uma abordagem essencial para promover a conscientização e a responsabilidade socioambiental, independentemente do espaço em que ela ocorre.

Nesta perspectiva, o Brasil possui homologadas políticas públicas voltadas para a educação ambiental têm se fortalecido ao longo dos anos, e nas últimas décadas, têm está caracterizado por enormes avanços no que diz respeito à discussão das questões ambientais no Brasil.

Ainda diante de tantos esforços, ainda é visível a limitação do planeta no que se refere o fornecimento de recursos naturais e a absorção de resíduos produzidos, pelos sucessivos eventos climáticos, da perda da biodiversidade e da imposição do desenvolvimento econômico.

Tal realidade persiste, ainda que, no Brasil, a normativa dada pelo artigo 225 da Constituição Federal de 1988 destaca o dever do Estado em promover a proteção ambiental.

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988).

Cabe destacar que, após a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, diversas legislações e diretrizes foram estabelecidas, como a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), que busca integrar a educação ambiental nos diferentes níveis de ensino e em diversas esferas da sociedade.

A educação ambiental deve ser um processo contínuo, que envolve a participação da sociedade civil, do poder público e das instituições de ensino. Essa abordagem colaborativa é essencial para o desenvolvimento de uma cultura de sustentabilidade. (BRASIL, 1997).

Chama-se a atenção para o fato de que a questão é bem mais abrangente quanto se diz respeito à Educação, pois é evidente que um dos preceitos básicos da sustentabilidade é a relação entre as ações do homem e o meio ambiente em que está inserido.

Destaca-se que a educação aqui retratada está relacionada à disseminação de conhecimento que se desenvolve nos espaços não formais de ensino, tais como, museus, áreas de conservação, centros de pesquisa, parques e organizações não governamentais, entre outros.

Assim sendo, os espaços não formais de ensino desempenham um papel crucial na educação ambiental. Esses locais oferecem experiências práticas e interativas que complementam o aprendizado formal. A exemplo, podemos apontar os programas de educação ambiental em parques nacionais que visam proporcionar aos visitantes uma compreensão mais profunda dos ecossistemas locais e da importância da conservação.

Segundo Gohn (2006), os espaços não formais permitem a inclusão de diferentes públicos que promovem a sensibilização e a mobilização social em torno de questões ambientais. A experiência prática e a interação com a natureza são fundamentais para a formação de uma consciência ambiental crítica.

A educação não-formal como aquela que se aprende “no mundo da vida”, através dos processos de compartilhamento de experiências, principalmente em espaços e ações coletivos cotidianas. [...] Na educação formal sabemos que são os profes-

sores. Na educação não-formal, o grande educador é o “outro”, aquele com quem interagimos ou nos integramos. (GOHN, 2006).

Jacobi (2003) coaduba com Gohn (2003), cujo diálogo demonstra que, para garantir o bem-estar socioambiental são necessárias novas maneiras de pensar e de agir. Através do trabalho da educação ambiental é possível alcançar o indivíduo e a coletividade para a construção de valores sociais, conhecimentos, habilidades e atitudes voltados para a conservação do meio ambiente:

Um processo de conscientização socioambiental consolida-se como uma importante ferramenta, de forma a promover novos conhecimentos [...] à uma pequena parte da população [...], com vistas a evitar a degradação do meio ambiente. (JACOBI, 2003)

A reflexão sobre as práticas sociais, em um contexto de degradação permanente do meio ambiente e do seu ecossistema, cria uma necessária articulação com a produção de sentidos sobre a educação ambiental.

Políticas Públicas e Educação Ambiental: concepções e princípios

No Brasil, diversas políticas públicas têm sido implementadas com o objetivo de integrar a educação ambiental nos currículos escolares, nas práticas comunitárias.

A história remonta que, após a segunda fase da revolução industrial, estudiosos perceberam a ameaça por trás das mudanças ambientais e propuseram estudos detalhados sobre o ambiente natural.

Em termos globais, após inúmeros episódios de degradação ambiental, a UNESCO promove, em 1975, o Encontro Internacional sobre Educação ambiental que trouxe subsídios indispensáveis para que fosse realizada, em 1977, a I Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, esta realizada em Tbilisi, e que conceituou de forma organizada os critérios para os trabalhos da educação ambiental em todo o mundo.

No Brasil, fora instituída a Lei n. 6.938, de 31/08/1981 que trata da Política Nacional do Meio Ambiente e estabelece que a educação ambiental deva ser ministrada a todos os níveis de ensino, objetivando capacitar para a participação ativa na defesa do meio ambiente.

Trata-se de uma legislação que instituiu um marco regulatório no ensino da educação ambiental no Brasil com base na melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios.

A Organização das Nações Unidas (ONU), através da Comissão Mundial para o Meio Ambiente apresentou, em 1987, dando prosseguimento às investidas anteriores, desenvolveu e revelou o relatório que tratava sobre o conceito de desenvolvimento sustentável mundial. A divulgação do Relatório Brundtlandt, também conhecido como “Nosso futuro comum”¹, defende a ideia do “desenvolvimento sustentável” indicando um ponto de inflexão no debate sobre os impactos do desenvolvimento (JACOBI, 2003).

Considerando que os fatos acima chamam a atenção para a necessidade do reforço de uma postura ética em relação à preservação do meio ambiente, no Brasil, o artigo 225 da nova Constituição Federal de 1988, assegura que todos têm direito ao ambiente ecologicamente equilibrado (BRASIL, 1988).

Para que haja o fortalecimento das ações mundiais em termos de preservação e sustentabilidade ambiental, é cada vez mais evidente que a formação de uma consciência planetária seria um processo que deveria desenvolver-se ao longo do tempo.

Neste sentido, o Brasil em razão da causa, sediou a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio 92 configurou um marco na história ambiental do país. O evento destacou a urgência da união da humanidade em reconhecer que a preservação da Terra seria essencial para a própria sobrevivência da espécie humana. A ideia central é que, para garantir um futuro sustentável, é fundamental que todos compartilhem a responsabilidade pela saúde do nosso ambiente.

A Rio 92 produziu o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global coloca princípios e um plano de ação para educadores ambientais, estabelecendo uma relação entre as políticas públicas de educação ambiental e a sustentabilidade. Nele, enfatizam-se os processos participativos na promoção do meio ambiente, voltados para a sua recuperação, conservação e melhoria, bem como para a melhoria da qualidade de vida.

Jacobi (2003) afirma que, apesar das críticas a que tem sido sujeito, o conceito de desenvolvimento sustentável representa um importante avanço, como plano abrangente de ação para o desenvolvimento sustentável no século XXI.

Mediante os anseios e apelos internacionais, fica evidente o reconhecimento global sobre os aspectos da preservação ambiental, e, com base nessas concepções, o Brasil institui o Programa Nacional de Educação Ambiental. A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) é um instrumento legal brasileiro que visa promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino, bem como em atividades não formais de educação e conscientização pública. A PNEA foi instituída pela Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, e regulamentada pelo Decreto nº 4.281, de 25 de junho de 2002 (BRASIL, 1997).

Como fundamento deste artigo, cabe ressaltar que, em seu artigo 14º., a PNEA propõe que a educação ambiental não se restrinja apenas às escolas, mas que também envolva a comunidade, as organizações não governamentais e o setor privado. E apresenta princípios básicos da educação ambiental:

- I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;
- II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o sócio-econômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;
- III - o pluralismo de idéias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;
- IV - a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;
- V - a garantia de continuidade e permanência do processo educativo;
- VI - a permanente avaliação crítica do processo educativo;
- VII - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;
- VIII - o reconhecimento e o respeito à pluralidade e à diversidade individual e cultural.

(BRASIL, 1997).

Neste sentido, a PNEA estabelece princípios, diretrizes e objetivos para a Educação Ambiental no Brasil, promove conscientização e ações para a preservação do meio ambiente, o uso sustentável dos recursos naturais e o desenvolvimento de uma sociedade mais responsável e comprometida com questões socioambientais.

Para além das políticas anteriormente mencionadas, cabe ressaltar que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, também reconhece a educação ambiental como um componente essencial da formação educacional. Contudo, ela traz a inclusão de temas ambientais nos currículos escolares. Trata-se de uma estratégia para sensibilizar as novas gerações sobre a importância da preservação do meio ambiente e do desenvolvimento sustentável.

Destaca-se que, até a promulgação da Constituição Federal de 1988, a política ambiental brasileira foi concebida sem a participação popular efetiva na definição de suas diretrizes e estratégias, conforme instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente.

Destarte, que o movimento ambientalista ao longo do tempo ganha caráter público e social a educação ambiental começa a ganhar dimensões públicas em meados da década de 1980, com sua inclusão na Constituição Federal de 1988, porém um marco anterior a esta, ocorreu em 1987 quando o Conselho Federal de Educação define que a Educação Ambiental tem caráter interdisciplinar, oficializando a posição do governo acerca do debate comum a época, principalmente entre as secretarias estaduais e municipais de Educação, se esta deveria ser inserida no ensino formal como uma disciplina ou não. (LOUREIRO, 2012).

Os espaços não formais de ensino e as suas contribuições para a educação ambiental

Segundo Cortella (2007), a educação não se restringe somente à escola, todo ambiente fora da escola torna-se um local propício para educar aos alunos. Nesse sentido, o processo educativo dos sujeitos pode acontecer tanto em espaços formais como em espaços não formais de ensino.

Conjeturando Gohn (2006), que corrobora com Jacobi (2003), a exploração dos espaços não formais de ensino e trazem contribuições significativas para a educação ambiental. Via de exemplo, incluem museus, ONG's, centros de ciências, parques e iniciativas comunitárias, oferecem oportunidades únicas para a aprendizagem e a conscientização ambiental, e por sua vez, complementam a educação formal.

Assim, ao nos direcionarmos especificamente para os espaços não formais de ensino, notamos que

estes contribuem com exposições interativas e programas educativos que abordam questões ambientais, permitindo que seus visitantes absorvam conhecimentos sobre ecossistemas, biodiversidade e mudanças climáticas de maneira envolvente. Mediante este cenário, o processo formativo socioambiental ocorre por meio da interação do espaço, seu coletivo e as ações previstas.

O posicionamento de Reigota (2007 p. 66) afirma que as representações individuais não podem ser ampliadas para o coletivo, mas sim o contrário. Em suma, contamos com o pressuposto de que o ambiente de aprendizagem estabelece uma conexão direta com a natureza, incentivando a observação e a apreciação do meio ambiente. Acrescenta-se a estes exemplos os programas de reciclagem, práticas sustentáveis, responsáveis por fomentar a conscientização sobre questões de preservação ambiental entre outros.

Não obstante, os espaços não formais de ensino emergem como complementos valiosos, proporcionando experiências práticas e interativas que estimulam a reflexão e a ação em prol da sustentabilidade.

De acordo com Alcântara e FachínTerán (2010), é possível utilizar diversos espaços para o desenvolvimento dos componentes curriculares. Por fim, compreendemos que os espaços não formais de ensino podem ser reconhecidos como ambientes de aprendizagem que ocorrem fora do sistema educacional tradicional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Seguindo por este viés, podemos afirmar que os espaços não formais de ensino permitem a inclusão de diferentes públicos, alcançando comunidades que muitas vezes não têm acesso a instituições de ensino tradicionais. Além disso, a experiência prática e a interação com a natureza são fundamentais para a formação de uma consciência ambiental crítica.

Em suma, as políticas públicas de educação ambiental, aliadas às contribuições dos espaços não formais de ensino, são essenciais para a construção de uma sociedade mais consciente e engajada na preservação do meio ambiente. A integração entre educação formal e não formal é um caminho promissor para a formação de cidadãos capazes de enfrentar os desafios ambientais do século XXI.

Diante do exposto, reconhecemos as potencialidades da educação ambiental desenvolvidas nos espaços não formais de ensino. Esse conhecimento e discussão pode permitir uma maior utilização desses espaços para o que concerne a superação das principais dificuldades encontradas pelos professores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, Maria Inez Pereira de; FACHÍNTERÁN, Augusto. **Elementos da floresta: recursos didáticos para o ensino de ciências na área rural amazônica**. Manaus: UEA EDIÇÕES, 2010, 84p.

BRASIL. LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981. Brasília, DF: Presidência da República, 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Brasília, DF: Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm Acesso em: nov. 2024.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2015]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: nov. 2024.

BRASIL. LEI Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília, DF: Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm Acesso em: out. de 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA). Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Brasília, DF: Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9795.htm Acesso em: Out 2024.

CORTELLA, M. S. **A contribuição da educação não formal para a construção da cidadania**. In: SIMSON, O. R. M. et al. *Visões singulares, conversas plurais*. São Paulo: Instituto Itaú Cultural, 2007.

GOHN, Maria da Glória. **Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas**. In *Ensaio: avaliação, política pública, educação*. Rio de Janeiro, v.14, n.50, p. 27-38, jan./mar. 2006.

JACOBI, Pedro. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Caderno de pesquisa. No. 118. 189-205, março 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/kJbkFbyJtmCrFtmfHxktgn-t/?format=pdf>. Acesso em: Nov. 2024.

LOUREIRO, Carlos Fredrico. **Trajetória e Fundamentos da Educação Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2012.

REIGOTA, Marcos. **Meio Ambiente e representação social**. 7a. ed. São Paulo, Cortez, 2007.

DA IGUARIA À PRAGA: O CASO DO CARAMUJO GIGANTE AFRICANO E A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO INTEGRADA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Palavras chave: *Achatina fulica*, Saúde Pública, Impacto ambiental

Natália da Silva Barros - Universidade Federal do Rio de Janeiro – Consórcio CEDERJ Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas.

Rosângela Marques de Lima Paschoaletto - Universidade Federal do Rio de Janeiro – Consórcio CEDERJ Licenciada em Ciências Biológicas; Especialista em Saúde Ambiental; Especialista em Educação Ambiental, Especialista em Atendimento Educacional Especializado; Especialista em Gestão Escolar; Especialista em Coordenação Pedagógica; Especialista em PNL; Mestre em Bioética Psicopedagoga Clínica e Institucional na rede privada; Tutora da graduação no curso de Ciências Biológicas (UFRJ/CEDERJ); Psicopedagoga no projeto: “Direito de Brincar”, Creche Amigos do Caminho - Três Rios – RJ.

Saulo Paschoaletto de Andrade - Universidade Federal do Rio de Janeiro – Consórcio CEDERJ; Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro – SEEDUC Licenciado em Ciências Biológicas; Tecnólogo em Gestão Ambiental; Especialista em Saúde Ambiental; Especialista em Saúde Pública; Mestre em Ensino de Biologia Professor da Educação Básica, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (SEEDUC); Professor de Educação Científica (SEEDUC); Tutor da graduação no curso de Ciências Biológicas (UFRJ/CEDERJ); Coordenador da Vigilância em Saúde Ambiental na Prefeitura de Três Rios – RJ. profsaulobio@gmail.com

INTRODUÇÃO

Depois dos artrópodes, os moluscos são o filo com o maior número de espécies no ambiente terrestre. Dentro deste filo, a classe dos Gastropoda, conhecido como gastrópodes, é representado pelos caracóis, caramujos e lesmas. Popularmente, os caracóis são conhecidos por serem de ambiente terrestre e os caramujos de ambiente marinho. Sua capacidade de adaptação e reprodução em diversos ambientes diferentes conferiram uma grande vantagem aos animais pertencentes a esse grupo (Fischer *et al.*, 2010).

Integrando o grupo dos gastrópodes terrestres, a espécie *Achatina fulica*, popularmente conhecida como Caramujo Gigante Africano, é uma espécie invasora, nativa da África e foi introduzida no Brasil em meados da década de 80, com o intuito de comercialização da sua carne, servindo como uma alternativa ao escargot francês. Essa escolha, no entanto, não foi bem recebida pelos consumidores, o que levou ao fracasso desta empreitada (Teles & Fontes, 2002).

De acordo com a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), as espécies invasoras são uma das principais e mais crescentes ameaças ao planeta, seja pela segurança na alimentação, na saúde humana e na biodiversidade. Junto com as mudanças climáticas, transforma-se em uma ameaça de difícil reversão (Roth *et al.*, 2012).

A interferência humana no meio ambiente não é recente, e fatores como agricultura, pesca esportiva, controle biológico e construção de arquiteturas são alguns dos motivos para essas introduções. Muitas vezes a introdução de espécies exóticas pode ter ações contrárias a qual imaginadas primeiramente. Esse processo é denominado como efeito Frankenstein (Moyle & Light, 1996).

Devido as características vantajosas do *A. fulica*, como sua morfologia, facilidade de adaptação, reprodução e hábitos generalistas, ela foi altamente difundida, o que levou a sua proliferação e consequentemente o cenário atual de infestação.

A espécie é considerada uma praga agrícola, além de ser transmissor de zoonoses como angiostron-gilíase abdominal e meningite eosinofílica. Além disso, a presença do invasor pode acentuar outras zoonoses existentes, como as arboviroses, uma vez que após a morte do *A. fulica*, sua concha pode demorar a se decompor no ambiente e, consequentemente, servir como pequenos depósitos de água para larvas de *Aedes aegypti* (Trpis, 1973).

De acordo com os levantamentos elaborados por Zanol (2010), o Caramujo Gigante Africano já estava presente em 24 dos 26 estados brasileiros, antes de 2010. Ademais, já foi encontrado em diversos continentes, como Ásia, Oceania e Europa. Devido as vantagens de adaptação, é considerada uma das

100 piores espécies invasoras do planeta (Lowe *et al.*, 2004).

DESENVOLVIMENTO

A espécie invasora *Achatina fulica* possui características que conferem grande vantagem para a sua adaptação ao ambiente. A espécie é hermafrodita protândica e a reprodução ocorre de maneira cruzada, sendo necessário no mínimo dois indivíduos, onde ocorrerá a fecundação dos indivíduos ao mesmo tempo (Tomiya, 2002).



Imagem 01: Cópula de *Achatina fulica*

É uma espécie bastante resistente, podendo sobreviver em temperaturas e altitudes variadas (Raut & Baker, 2002). De hábitos noturnos, preferem ambientes escuros e úmidos, por isso costumam se proteger em vegetações, dentro de troncos de árvore, buracos na terra e até lixões, lugares com entulho e terrenos baldios (Fischer *et al.*, 2010).

Os ovos são enterrados no solo para que contenham as condições necessárias para eclodir. Com o aumento da densidade populacional, é comum encontrar *A. fulica* exposto em áreas verticais, como paredes e muros, inclusive durante o dia (Colley & Fischer, 2009).



Imagem 02: Exemplares de *A. fulica* localizados em terreno baldio, no período diurno

Além da vantagem reprodutiva, a espécie também detém vantagem na alimentação. Por ser um herbívoro generalista, consome aproximadamente 500 espécies de plantas diferentes (Thiengo *et al.*, 2022), além de relatos de consumo de restos orgânicos e pedaços de papelão (Mead, 1961), e atos de canibalismo já foram presenciados, onde indivíduos maiores devoram caramujos mais jovens e ovos da mesma espécie.

Esses aspectos trazem grande desequilíbrio para o meio ambiente, visto que há a herbivoria das plantas nativas e consequentemente a alteração da ecologia local, que é seguido pela supressão das espécies

nativas e por fim o estabelecimento de outras espécies invasoras (Raut & Baker, 2002).

Os prejuízos causados pela presença de *A. fulica* no ambiente se estendem, alcançando a agricultura e à saúde pública. Por consumir em sua alimentação espécies de importante valor econômico, como por exemplo banana, beringela e a abóbora (Venette & Larson, 2004) causam transtorno à agricultura não só familiar, como também no agronegócio.

Em relação à saúde pública, *A. fulica* pode servir de hospedeiro intermediário para diversas espécies parasitas. Entre as mais estudadas e divulgadas, estão as espécies de nematódeos *Angiostrongylus cantonensis*, causador da meningite eosinofílica e *Angiostrongylus costaricensis* causador da angiostrongilíase abdominal. O hospedeiro definitivo de *A. cantonensis* e *A. costaricensis* são os roedores, como *Rattus norvegicus* e *Rattus rattus*, porém o *A. fulica* pode se tornar um hospedeiro intermediário e o ser humano um hospedeiro acidental (Caldeira *et al.*, 2001).

A meningite eosinofílica possui sintomas que se assemelham aos da meningite comum: dor de cabeça, febre e rigidez na nuca. O diagnóstico é feito por meio da extração do líquido presente na meninge (líquido cefalorraquidiano ou LCR) onde este apresenta-se turvo e eosinofilia maior do que 10%. É importante que o diagnóstico seja feito corretamente para que não seja confundido com as meningites causadas por bactérias ou vírus (Cunha *et al.*, 2017).

Já na angiostrongilíase abdominal, os sintomas mais comuns são anorexia, febre, náuseas, vômito, dores abdominais e eosinofilia sanguínea. Em alguns casos, pode estar atrelado a esse sintoma uma protuberância na parte inferior direita do abdômen formada por uma massa palpável. Os sintomas descritos abrangem uma gama de possíveis doenças e o diagnóstico é de difícil identificação, muitas vezes sendo confundido com apendicite (Céspedes *et al.*, 1967).

Além do mais, outra problemática a respeito da presença de *A. fulica* no ambiente é a sua relação com o *Aedes aegypti*. Uma vez que o gastrópode morre e não há o descarte correto da sua concha, esse invólucro pode servir de recipiente para armazenamento de água, e assim, dar início ao ciclo de vida do mosquito transmissor da dengue, zika, chikungunya e febre amarela (Trpis, 1973).



Imagem 03: Conchas vazias de *A. fulica*, que podem servir como pequenos criadouros para larvas de *A. aegypti*

Os métodos de controle da população de *A. fulica* podem ser físicos, químicos ou biológicos. O controle físico, geralmente utilizado pela Vigilância em Saúde Ambiental no município de Paraíba do Sul, estado do Rio de Janeiro, não apresenta dados que corroboram a sua eficácia, porém há autores que defendem o bom uso dessa prática, com resultados satisfatórios (Raut & Barker, 2002).

A catação manual, apesar de trabalhosa, é um método importante, principalmente em pequenas áreas ou focos iniciais de infestação. Essa técnica consiste na coleta manual dos caramujos, incluindo adultos, jovens e ovos, que devem ser posteriormente eliminados de forma adequada, como a incineração ou enterramento com cal virgem.

Para compreender a percepção dos moradores do município de Paraíba do Sul, sobre o *A. fulica*, foi realizado um questionário estruturado, utilizando o formulário do Google Drive, e encaminhado para 52 residentes da cidade, que responderam de forma voluntária.

O questionário teve o intuito de analisar o conhecimento, de uma pequena parcela da população sul

paraibana, a respeito desta espécie, assim como as medidas tomadas por eles, em caso de incidência.

Os resultados apontam para uma heterogeneidade etária, e a maioria respondeu que conhece o caramujo gigante africano, no entanto, 58% dos entrevistados não sabiam que essa espécie pode transmitir doenças.

Aproximadamente 77% dos entrevistados não estão cientes da presença da espécie nos ambientes em que frequentam, como trabalho, casa e etc., contrapondo aos dados levantados pela Secretaria Municipal de Saúde, especificamente a Vigilância em Saúde Ambiental, que identificou essa espécie em 19 localidades na cidade de Paraíba do Sul.

Os poucos entrevistados que marcaram que estavam cientes dessa presença, apontaram os jardins – 41,20%, hortas – 29,40%, muros ou paredes – 17,60% e quintais – 2,90% como locais de avistamento.

Em relação a forma de controle utilizada para conter o avanço, e a proliferação do animal, foi possível verificar que a maioria não usa qualquer forma de contenção, nem mesmo o acionamento do poder público, neste caso, a Vigilância em Saúde Ambiental, ou o controle de forma direta pelos residentes.

Os que responderam que fazem algum tipo de controle, geralmente utilizam de formas mais rudimentares, como o esmagamento e o sal. 43% informaram que descartam o animal em lixo comum, enquanto 22% abandonavam à céu aberto, corroborando com as investigações de Trpis (1973), em relação à concha se tornando um pequeno reservatório de água parada.

No tocante do poder público, foram levantadas informações com a Secretaria Municipal de Saúde, e a Vigilância em Saúde Ambiental, a qual informaram que executam ações de monitoramento, controle e educação ambiental sobre o assunto, inclusive, coletando alguns exemplares e encaminhando para o laboratório de Malacologia do Instituto Oswaldo Cruz (referência estadual).

CONCLUSÃO

Com base nos dados apresentados, podemos concluir que a presença do *Achatina fulica* no município de Paraíba do Sul, e em vários municípios brasileiros, representa um problema real, com potenciais impactos na saúde pública, agricultura e meio ambiente.

Embora a população demonstre conhecimento da existência do caramujo, há uma lacuna significativa na compreensão dos riscos associados à espécie, como a transmissão de doenças e os prejuízos à agricultura.

A pesquisa revela subnotificação de avistamentos do caramujo pela população, contrastando com os dados da Vigilância em Saúde Ambiental, que indicam uma dispersão mais ampla do que a percebida pelos moradores.

As práticas de controle empregadas pela população são, em sua maioria, ineficazes e até mesmo contraproducentes, como o esmagamento, que pode contribuir para a dispersão de ovos e parasitas. A falta de conhecimento sobre o descarte correto das carcaças também representa um risco à saúde pública.

As ações da Vigilância em Saúde Ambiental, como catação manual e uso de cal virgem, são importantes, mas limitadas pela subnotificação e pela falta de conscientização da população.

A pesquisa destaca a necessidade urgente de intensificar as campanhas de educação em saúde e educação ambiental, sensibilizando a população sobre os riscos do *A. fulica*, as formas corretas de manejo e descarte, e a importância da colaboração com os órgãos públicos no controle da espécie.

Além disso, é crucial aprimorar as estratégias de comunicação entre a Vigilância em Saúde Ambiental e a comunidade, incentivando a participação ativa da população no processo de controle do caramujo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALDEIRA, R. L; MENDONÇA, C. L. G. F; GOVEIA, C. O; LENZI, H. L; TEIXEIRA, C. G; LIMA, W. S; MOTA, E. M. PECORA, I. L; MEDEIROS, A. M. Z. CARVALHO, O. S. **First record of molluscs naturally infected with *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935) (Nematoda: Metastrongylidae) in Brazil.** v.102, p.887-889. Rio de Janeiro. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 2007.

CÉSPEDES, R; SALAS, J; MEKBEL, S; TROPER, I. MÜLLNER, F; MORERA, P. Granuloma entéricos y linfáticos con intensa eosinofilia tisular producidos por um estrogilídeo (*Strongylata*). v.10, p.235-255. Costa Rica. **Acta Médica Costarricense.** 1967.

COLLEY, E; FISCHER, M. L. **Avaliação dos problemas enfrentados no manejo do caramujo gigante africano *Achatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata) no Brasil.** v.26, p.674-683. Curitiba. 2009.

CUNHA, M. C. R; SALGADO, V. P; REZENDE, D; NORONHA, T. FOCK, R. A. Meningite eosinofílica: relato de caso. v.49, p.213-215. São Paulo. **Revista Brasileira de Análises Clínicas.** 2017.

FISCHER, M. L; COLLEY, E; NERING, I. S; SIMIÃO, M. S. **O Caramujo gigante africano *Achatina fulica*: Ecologia de *Achatina fulica*.** V.1, p.101-141. Curitiba. Champagnat, 2010.

LOWE, S.M; BROWNE, M; BOUDJELAS, S; DE POORTER, M. **100 of the world's worst invasive alien species. A selection from the global invasive species database. Species Database. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN).** 2004. Disponível em <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2000-126.pdf>. Acesso em 16 set. 2023.

MEAD, A. R. **The giant African Snail: a problem in economic macology.** Chicago. University of Chicago Press. 1961.

MOYLE, P. B; LIGHT, T. Biological Invasions of fresh water: empirical rules and assembly theory. v.78, p.149-161. California. **Biological Conservation,** 1996.

RAUT, S. K; BARKER, G. *Achatina fulica* Bowdich and other Achatinidae as pests in tropical agriculture. p.55-114. Nova Zelândia. **CAB Internacional.** 2002.

ROTH, M.; LABANNE, L.; WILLIAMS, C. **Salvar a rede da vida.** Press release. Jul. 2012. Disponível em: <https://iucn.org/pt/content/salvar-a-rede-da-vida#:~:text=Esp%C3%A9cies%20ex%C3%B3ticas%20invasoras%20s%C3%A3o%20uma,e%20animal%2C%20e%20da%20biodiversidade>. Acesso em 29 nov. 2024 .

TELES, H. M. S; FONTES, L. R. **Implicações da introdução e dispersão de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 no Brasil.** v. 12, p.12-15. São Paulo. Boletim Instituto Adolfo Luiz, 2002.

THIENGO, S. C; SOUZA, J. R; SILVA, G. M; FERNANDEZ, M. A; SILVA, E. F; SOUZA, A. K. P; RODRIGUES, P. S; MATTOS, A. C; COSTA, R. A. F; GOMES, S. R. Parasitism of terrestrial gastropods by medically-imporrant nematodes in Brazil. v9. **Frontiers in Veterinary Science.** 2022.

TOMIYAMA, K. Age dependency of sexual role and reproductive ecology in a simultaneously hermaphroditic land snail, *Achatina fulica* (Stylommatophora:

Achatinidae). **Venus**, v.60, n.4, p.273-283. 2002.

TRPIS, M. Ecological studies on the breeding of *Aedes aegypti* and other mosquitos in shells of the giant African Snail *Achatina fulica*. v.48, p.447-453. **Bulletin of the World Health Organization**. 1973.

VENNETE, R. C; LARSON, M. **Mini Risk Assessment Giant African Snail, *Achatina fulica* Bowdich (Gastropoda: Achatinidae)**. Department of Entomology, University of Minnesota, St Paul. 2004.

ZANOL, J; FERNANDEZ, M. A; OLIVEIRA, A. P. M; RUSSO, C. A. M; THIENGO, S. C. O caramujo exótico invasor *Achatina fulica* (Stylommatophora, Mollusca) no Estado do Rio de Janeiro (Brasil): situação atual. v.10, n.3, p.447-451. Rio de Janeiro, **Biota Neotrop**. 2010

APLICAÇÃO DO ÁCIDO HIPOCLOROSO (ANÓLITO) NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Palavras-chave: anólito; ácido hipocloroso, sustentabilidade, educação ambiental, ciências ambientais.

Claudio da Silva Rodgers - Discente do Programa de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras;

Sandro Pereira Ribeiro - Possui graduação em Licenciatura Química e Química Industrial pela Universidade de Vassouras - RJ (2006); Mestrado em Química pelo Instituto Militar de Engenharia - IME - RJ (2010); Doutorado e Pós doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG; Professor do curso de Engenharia Química e do Mestrado em Ciências Ambientais da Univassouras- RJ. Sandro.ribeiro@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

O Papel do Ácido Hipocloroso na Sustentabilidade, o Anólito, uma solução aquosa de ácido hipocloroso gerada por meio de processos eletroquímicos como os da tecnologia Envirolite, tem se destacado por sua eficácia em diversos setores, incluindo saneamento, agricultura e saúde pública. Contudo, uma área promissora e menos explorada é a educação ambiental, onde o Anólito pode ser empregado tanto como ferramenta pedagógica quanto como prática sustentável. Este capítulo aborda as formas como essa substância pode ser utilizada para sensibilizar e educar diferentes públicos sobre questões ambientais, promovendo mudanças concretas em atitudes e comportamentos.

DESENVOLVIMENTO

O ácido hipocloroso (HOCl), principal componente do Anólito, é uma substância altamente eficaz como agente desinfetante, mas também é notável pela sua segurança ambiental. Produzido a partir de água, sal e eletricidade em um processo de eletrólise, o ácido hipocloroso oferece uma alternativa sustentável aos produtos químicos convencionais que frequentemente são nocivos ao meio ambiente. Para compreender seu papel no ciclo da sustentabilidade, é essencial analisá-lo sob três perspectivas principais: produção limpa, uso sustentável e destino ambiental.

Produção Limpa: Redução de Impactos Ambientais

O processo de geração do Anólito, como ocorre com tecnologias como as da Envirolite, exemplifica o conceito de economia verde, que busca minimizar o impacto ambiental da produção industrial. Diferente de outros desinfetantes que requerem a extração e o processamento intensivo de matérias-primas, o ácido hipocloroso é produzido a partir de insumos abundantes e de baixo custo: água e cloreto de sódio (sal de cozinha). Além disso:

- **Baixa Emissão de Carbono:** O processo de eletrólise gera a solução de ácido hipocloroso sem liberar gases de efeito estufa.
- **Redução no Transporte de Químicos:** Como pode ser produzido no local de uso, o Anólito elimina a necessidade de transporte de grandes volumes de produtos químicos, diminuindo a pegada de carbono associada à logística.
- **Eliminação de Subprodutos Tóxicos:** O processo não gera resíduos químicos perigosos, tornando-o um exemplo de química verde.

Uso Sustentável: Eficácia com Baixo Impacto

O ácido hipocloroso se destaca por sua versatilidade, podendo ser usado para desinfecção em diversos contextos, como hospitais, escolas, indústrias alimentícias e até mesmo em ambientes domésticos. Sua utilização reflete princípios sustentáveis em várias frentes:

1. **Segurança para a Saúde Humana:** Diferente de produtos químicos agressivos como o cloro puro, o ácido hipocloroso é seguro para contato humano em concentrações adequadas, não causando irritações graves na pele ou nas vias respiratórias.

Conservação de Recursos Naturais: Por ser altamente eficaz em baixas concentrações, o Anólito reduz o consumo de recursos como água e energia nos processos de limpeza e desinfecção.

Substituição de Produtos Tóxicos: Ao substituir substâncias como amônia quaternária, formaldeídos e outros agentes químicos nocivos, o ácido hipocloroso contribui para a redução de poluentes no ambiente e melhora a saúde ocupacional de trabalhadores que lidam com limpeza e saneamento.

Destino Ambiental: Um Ciclo Regenerativo

Após seu uso, o ácido hipocloroso se decompõe rapidamente em seus componentes básicos, voltando a ser água e pequenas quantidades de íons cloreto. Isso reduz significativamente os riscos de contaminação ambiental. No ciclo da sustentabilidade, o destino final de um produto químico é tão importante quanto sua produção e uso. O ácido hipocloroso se alinha a essa visão por:

Minimizar a Poluição Aquática: Diferente de detergentes e desinfetantes convencionais, que frequentemente acumulam-se em corpos d'água e prejudicam a fauna e a flora aquáticas, o Anólito não deixa resíduos persistentes no meio ambiente.

Compatibilidade com Tratamento de Resíduos: Seu uso em sistemas de saneamento, como o tratamento de águas residuais, melhora a eficiência do processo, reduzindo a carga de contaminantes.

Conexão com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

A aplicação do ácido hipocloroso se alinha diretamente a diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável propostos pela ONU, incluindo:

- ODS 6 - Água Potável e Saneamento: Contribui para a melhoria da qualidade da água, promovendo acesso a condições de higiene adequadas.
- ODS 12 - Consumo e Produção Sustentáveis: Incentiva práticas mais conscientes e responsáveis ao substituir produtos químicos agressivos.
- ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima: A produção e o uso local do ácido hipocloroso minimizam emissões de carbono associadas à fabricação e transporte de produtos químicos.

O Papel Educativo do Ciclo da Sustentabilidade

Além de sua relevância prática, o ciclo de produção, uso e reintegração ambiental do ácido hipocloroso é um poderoso exemplo educativo. Ele demonstra, de forma tangível, como processos tecnológicos podem ser desenhados para coexistir harmoniosamente com os ciclos naturais. Ao incluir o ácido hipocloroso como ferramenta de educação ambiental, é possível mostrar como escolhas tecnológicas informadas podem transformar sistemas lineares de produção e consumo em sistemas circulares, promovendo uma sociedade mais sustentável e resiliente.

Estratégias de Educação Ambiental com o Uso do Anólito

O uso do Anólito, solução de ácido hipocloroso, na educação ambiental abre uma série de possibilidades para promover conhecimento, atitudes sustentáveis e práticas ecológicas. Essas estratégias podem ser adaptadas a diferentes públicos, desde estudantes em idade escolar até comunidades inteiras, integrando aprendizado prático, teórico e participativo. A seguir, são apresentadas abordagens detalhadas para incorporar o Anólito em programas de educação ambiental, destacando seus impactos na sensibilização ambiental e na formação de hábitos sustentáveis.

1. Aulas Práticas: Demonstração de Produção do Anólito

As aulas práticas são uma forma eficaz de apresentar o processo de produção do Anólito e explorar os fundamentos científicos por trás dele.

Objetivo: Demonstrar como o Anólito é produzido a partir de água, sal e eletricidade, conectando conceitos de química, física e sustentabilidade.

Descrição da Atividade:

- Configurar uma estação de demonstração com um gerador de Anólito, como os sistemas da Enviolyte.
- Explicar os princípios da eletrólise, a reação química envolvida e como ela resulta na formação de ácido hipocloroso.
- Relacionar o processo com a ideia de produção limpa e sustentabilidade.

Resultados Esperados:

- Engajamento dos participantes com a ciência por trás de soluções sustentáveis.
- Aprendizado sobre o potencial de tecnologias simples e acessíveis na redução de impactos ambientais.
- Inspiração para pensar em inovações similares em outros contextos.

Simulações de Aplicação do Anólito

A simulação do uso do Anólito em situações cotidianas ajuda os participantes a compreenderem seu impacto prático.

Objetivo: Mostrar como o Anólito pode substituir produtos químicos tradicionais em diferentes contextos, promovendo sustentabilidade.

Descrição da Atividade:

- Organizar estações onde o Anólito seja usado para higienizar superfícies, tratar água contaminada ou neutralizar odores.
- Comparar o uso do Anólito com produtos químicos convencionais, destacando benefícios como segurança e ausência de resíduos prejudiciais.
- Discutir o impacto ambiental e econômico das escolhas de produtos de limpeza no dia a dia.

Resultados Esperados:

- Compreensão dos benefícios do uso do Anólito para a saúde humana e ambiental.
- Reflexão sobre o impacto das escolhas individuais no consumo de produtos químicos.
- Capacitação para adotar práticas mais ecológicas em casa, na escola ou na comunidade.

Projetos de Ciência Cidadã

Os projetos de ciência cidadã incentivam comunidades a se envolverem diretamente na resolução de problemas ambientais locais usando o Anólito.

Objetivo: Capacitar os participantes para monitorar e melhorar a qualidade ambiental em suas comunidades por meio do uso do Anólito.

Descrição da Atividade:

- Treinar voluntários para testar a qualidade da água de fontes locais e desinfetar pequenas amostras com Anólito.
- Monitorar os resultados e coletar dados para avaliar a eficácia do tratamento.
- Usar os dados para sensibilizar a comunidade sobre a importância da qualidade da água e o impacto de práticas sustentáveis.

Resultados Esperados:

- Criação de uma rede de cidadãos conscientes e engajados com a preservação ambiental.
- Geração de dados locais que podem ser usados em campanhas de conscientização e em políticas públicas.
- Incentivo ao uso do Anólito em contextos locais, como saneamento básico e tratamento de resíduos.

Campanhas de Sensibilização em Escolas

As escolas são espaços ideais para disseminar o conhecimento sobre o Anólito e suas aplicações práticas, envolvendo tanto alunos quanto professores.

Objetivo: Introduzir o uso do Anólito como uma prática sustentável e inspirar ações ecológicas na rotina escolar.

Descrição da Atividade:

- Promover oficinas em que alunos aprendam a produzir e usar o Anólito para higienizar salas de aula, refeitórios e banheiros.
- Incluir atividades criativas, como a criação de cartazes e campanhas informativas sobre os benefícios do Anólito.
- Ampliar o alcance das atividades envolvendo pais e a comunidade escolar em mutirões de limpeza e conservação ambiental.

Resultados Esperados:

- Redução do uso de produtos químicos agressivos no ambiente escolar.
- Formação de uma cultura sustentável entre os estudantes, que pode se refletir em suas famílias e comunidades.

- Maior envolvimento de professores e gestores escolares em práticas ecológicas.

Treinamento Técnico para Gestores e Líderes Comunitários

Além de crianças e jovens, é essencial incluir adultos, como líderes comunitários e gestores, em programas de educação ambiental que utilizem o Anólito.

Objetivo: Capacitar lideranças locais para implementar o uso do Anólito em escala comunitária.

Descrição da Atividade:

- Oferecer workshops para ensinar o uso do Anólito em ambientes como hospitais, mercados e espaços públicos.
- Discutir os benefícios econômicos e ambientais do Anólito e como ele pode ser integrado em políticas locais de saneamento e conservação.

Resultados Esperados:

- Disseminação do conhecimento técnico sobre o Anólito para tomadores de decisão.
- Adoção de práticas sustentáveis em escala comunitária, com impacto ampliado.
- Desenvolvimento de projetos locais de sustentabilidade, com o Anólito como componente central.

Iniciativas de Comunicação e Marketing Social

A comunicação é uma ferramenta poderosa para promover o uso do Anólito em práticas sustentáveis.

Objetivo: Criar campanhas de conscientização sobre os benefícios do Anólito para o meio ambiente e a saúde pública.

Descrição da Atividade:

- Desenvolver materiais educativos, como vídeos, folhetos e postagens em redes sociais, que expliquem de forma simples como o Anólito funciona e como ele pode ser usado.
- Organizar eventos comunitários para demonstrar o impacto do Anólito em diferentes aplicações, como higienização e tratamento de água.

Resultados Esperados:

- Maior alcance de informações sobre o Anólito, atingindo públicos diversos.
- Redução do estigma associado ao uso de novas tecnologias em práticas tradicionais.
- Estímulo à participação de diferentes grupos na adoção do Anólito em seus contextos.

Benefícios do Uso do Anólito na Educação Ambiental

O Anólito, uma solução de ácido hipocloroso com propriedades desinfetantes, oferece uma combinação única de benefícios que vão além de sua eficácia prática. Na educação ambiental, ele se destaca como uma ferramenta versátil para ilustrar conceitos teóricos, promover práticas ecológicas e transformar atitudes em relação ao uso de recursos naturais. A seguir, exploramos os benefícios do uso do Anólito na educação ambiental, considerando seus impactos educacionais, sociais, econômicos e ambientais.

Simplicidade e Acessibilidade: Ferramenta Educacional Universal

O processo de produção e uso do Anólito é relativamente simples, o que o torna uma excelente ferramenta educativa para diversos públicos, incluindo estudantes, comunidades rurais e líderes locais.

Facilidade de Demonstração: O Anólito pode ser produzido com equipamentos acessíveis, como os geradores Envirolite, utilizando apenas água, sal e eletricidade. Esse processo, além de tangível, demonstra conceitos de química, como reações de eletrólise, de forma prática e visual.

Baixo Custo: Os insumos necessários para produzir o Anólito são baratos e amplamente disponíveis, permitindo sua utilização em programas educacionais de baixo orçamento.

Adequação a Diferentes Contextos: O Anólito pode ser usado tanto em áreas urbanas quanto rurais, adaptando-se às necessidades locais e servindo como solução prática em locais com infraestrutura limitada.

Conexão Prática com Conceitos Ambientais

O Anólito é uma ferramenta poderosa para demonstrar como práticas tecnológicas podem alinhar-se aos ciclos naturais e contribuir para a sustentabilidade.

Ilustração de Economia Circular: O Anólito pode ser usado como exemplo de como transformar insus- simples (água e sal) em uma solução útil e segura, que retorna ao meio ambiente sem causar danos.

Exploração de Transformações Químicas: O processo de produção do Anólito ajuda os alunos a compreenderem conceitos científicos como reações químicas, eletrólise e propriedades antimicrobianas.

Consciência sobre o Impacto dos Produtos Químicos: Ao substituir produtos de limpeza agressivos e poluentes, o Anólito demonstra a importância de escolhas sustentáveis no cotidiano.

Impacto Ambiental Positivo

O Anólito é um exemplo prático de como práticas sustentáveis podem reduzir a pegada ambiental em diversas escalas.

Redução do Uso de Produtos Químicos Tóxicos: O uso do Anólito elimina a necessidade de substâncias como cloro puro, amônia quaternária e formaldeídos, que frequentemente contaminam o solo e os corpos d'água.

Prevenção da Poluição Hídrica: Após seu uso, o Anólito se decompõe em água e íons cloreto, não deixando resíduos prejudiciais ao meio ambiente.

Diminuição da Pegada de Carbono: Como o Anólito pode ser produzido localmente, reduz a necessidade de transporte e armazenamento de produtos químicos industrializados, diminuindo emissões associadas à logística.

Segurança e Bem-Estar Humano

O uso do Anólito em programas de educação ambiental promove a saúde e a segurança de seus participantes e usuários.

Não Tóxico e Seguro: O Anólito é seguro para manipulação em concentrações adequadas, minimizando riscos de irritações ou acidentes comuns com produtos químicos agressivos.

Contribuição para a Saúde Pública: Ao demonstrar como o Anólito pode ser usado para desinfetar superfícies, água e alimentos, as iniciativas educacionais também promovem melhores práticas de higiene, reduzindo a incidência de doenças.

Inclusão de Públicos Sensíveis: Sua segurança permite que crianças, idosos e pessoas com sensibilidades químicas participem das atividades educativas sem riscos à saúde.

Impacto Social e Transformação Comunitária

Ao ser integrado em programas de educação ambiental, o Anólito pode servir como catalisador para mudanças sociais positivas.

Engajamento Comunitário: Projetos que envolvem a produção e aplicação do Anólito podem fortalecer laços entre participantes, criando uma rede de colaboração em torno da sustentabilidade.

Empoderamento de Comunidades Locais: Ao ensinar comunidades a produzir e usar o Anólito, é possível capacitá-las para resolver problemas locais, como a desinfecção de água e espaços públicos.

Inspiração para Mudanças de Comportamento: A experiência prática com o Anólito pode inspirar os participantes a repensarem o uso de recursos químicos em suas rotinas, adotando hábitos mais sustentáveis.

Inspiração para Inovações Tecnológicas

O uso do Anólito na educação ambiental também pode servir como ponto de partida para ideias inovadoras em tecnologia verde.

Exploração de Tecnologias Alternativas: A simplicidade do processo de produção do Anólito pode motivar estudantes e pesquisadores a explorar outras tecnologias limpas baseadas em princípios similares.

Desenvolvimento de Soluções Locais: O aprendizado sobre o Anólito pode estimular a criação de dispositivos e métodos adaptados às necessidades específicas de comunidades e escolas.

Integração em Iniciativas de Economia Verde: Os programas educacionais podem conectar o uso do Anólito a iniciativas maiores, como projetos de energia renovável e gestão sustentável de recursos.

Criação de Uma Cultura Sustentável

Por fim, o uso do Anólito em programas educacionais pode ajudar a formar uma cultura de sustentabilidade entre os participantes.

Promoção de Hábitos Sustentáveis: A adoção do Anólito em práticas diárias demonstra como pequenas mudanças podem ter grandes impactos ambientais.

Construção de uma Mentalidade Crítica: Os participantes aprendem a questionar a necessidade de produtos químicos convencionais e a buscar alternativas mais seguras e ecológicas.

Sensibilização Intergeracional: Ao incluir crianças, jovens e adultos em atividades relacionadas ao Anólito, cria-se um efeito multiplicador, onde práticas e valores sustentáveis são compartilhados entre diferentes gerações.

Desafios e Considerações

Apesar dos inúmeros benefícios do uso do Anólito na educação ambiental, sua aplicação prática enfrenta desafios que precisam ser cuidadosamente analisados e mitigados. Esses obstáculos podem surgir devido a limitações tecnológicas, culturais, financeiras ou até mesmo à falta de conhecimento sobre a solução e suas possibilidades. A seguir, são discutidos os principais desafios associados ao uso do Anólito e as considerações para superá-los, garantindo que sua implementação seja eficaz e sustentável.

1. Infraestrutura Inicial: Limitações Tecnológicas e Logísticas

A produção do Anólito exige equipamentos específicos, como geradores de eletrólise, além de acesso estável a água, sal e energia elétrica. Em áreas com infraestrutura limitada, esses requisitos podem representar um obstáculo significativo.

Desafios:

- Disponibilidade de equipamentos apropriados em regiões remotas ou comunidades de baixa renda.
- Necessidade de manutenção regular dos geradores de Anólito, o que pode ser complexo em áreas com poucos recursos técnicos.
- Dependência de energia elétrica, que pode ser escassa ou instável em determinadas localidades.

Considerações:

- Parcerias com organizações não governamentais, universidades ou empresas para fornecer equipamentos ou financiar projetos.
- Desenvolvimento de versões simplificadas e portáteis dos geradores de Anólito, acessíveis a contextos de baixa infraestrutura.
- Exploração de fontes de energia alternativas, como painéis solares, para alimentar os geradores em áreas fora da rede elétrica.

Treinamento Técnico e Capacitação

O uso eficaz do Anólito exige que os envolvidos compreendam tanto o processo de produção quanto suas aplicações seguras. A falta de treinamento pode levar a mal-entendidos ou ao uso inadequado.

Desafios:

Falta de conhecimento prévio dos participantes sobre os princípios químicos e técnicos da eletrólise. Necessidade de instrutores qualificados para conduzir oficinas e programas educativos. Resistência inicial à adoção de uma tecnologia nova e menos conhecida.

Considerações:

Criação de materiais didáticos e treinamentos acessíveis que expliquem o uso do Anólito de maneira clara e prática.

Formação de multiplicadores: treinar líderes comunitários ou professores para que disseminem o conhecimento de forma autônoma.

Uso de ferramentas digitais, como tutoriais online e aplicativos, para complementar o treinamento presencial.

Custos Iniciais e Sustentabilidade Financeira

Embora os insumos básicos para produzir o Anólito sejam baratos, os custos iniciais com equipamentos podem ser altos, especialmente para escolas ou comunidades com recursos limitados.

Desafios:

- Aquisição de geradores e outros equipamentos necessários.
- Sustentação do projeto a longo prazo, especialmente em locais com orçamento restrito.
- Falta de financiamento inicial ou percepção de que os custos são proibitivos.

Considerações:

- Realizar parcerias com instituições privadas, públicas ou filantrópicas para financiar a aquisição de equipamentos.
- Integrar o uso do Anólito a programas governamentais ou projetos maiores de sustentabilidade e saneamento.
- Demonstrar os benefícios econômicos a longo prazo, como a redução de gastos com produtos químicos tradicionais.

Engajamento Comunitário e Cultural

A aceitação de novas práticas e tecnologias pode ser limitada por barreiras culturais, resistência a mudanças ou falta de engajamento da comunidade.

Desafios:

- Desconfiança em relação à eficácia e segurança do Anólito, especialmente em comunidades com pouca familiaridade com soluções químicas modernas.
- Falta de interesse inicial por parte dos participantes ou dificuldades em entender a relevância do projeto.
- Competição com práticas tradicionais ou alternativas mais conhecidas.

Considerações:

- Realizar campanhas de sensibilização antes da implementação, explicando os benefícios do Anólito de maneira simples e contextualizada.
- Envolver líderes comunitários e influenciadores locais para promover o uso da solução.
- Integrar o Anólito a iniciativas existentes que já contam com a confiança da comunidade, como programas de saúde pública ou agricultura sustentável.

Adaptação a Diferentes Contextos

Cada localidade tem necessidades e desafios únicos, e o uso do Anólito deve ser adaptado para atender a essas especificidades.

Desafios:

- Diferenças na qualidade da água ou no acesso aos insumos básicos podem afetar a produção do Anólito.
- Necessidade de ajustar as aplicações do Anólito às realidades locais, como agricultura, saneamento ou higiene escolar.
- Dificuldades em integrar o uso do Anólito a práticas e rotinas existentes.

Considerações:

- Realizar diagnósticos prévios para identificar as demandas e recursos disponíveis em cada localidade.
- Personalizar os programas educativos e as aplicações práticas do Anólito para torná-los mais relevantes aos contextos locais.
- Monitorar e avaliar regularmente o impacto do uso do Anólito, adaptando estratégias conforme necessário.

Sustentabilidade Ambiental

Embora o Anólito seja uma solução ecologicamente correta, seu uso em larga escala deve ser cuidadosamente monitorado para garantir que não haja impactos negativos imprevistos.

Desafios:

- Necessidade de controle sobre a concentração do Anólito para evitar excessos que possam afetar microorganismos benéficos no ambiente.
- Garantir que o equipamento seja utilizado de forma responsável para evitar desperdícios de água ou energia.

Considerações:

- Estabelecer diretrizes claras sobre a produção e o uso seguro do Anólito.
- Integrar práticas de monitoramento ambiental nos programas educativos, incentivando a coleta de dados sobre os efeitos do Anólito.
- Promover a reutilização de água e a eficiência energética na produção do Anólito.

Continuidade e Impacto a Longo Prazo

Programas educativos que utilizam o Anólito precisam ser sustentáveis e escaláveis para gerar impacto duradouro.

Desafios:

- Garantir que os participantes continuem a utilizar o Anólito e promovam práticas sustentáveis após o término dos programas.
- Dificuldades em escalar iniciativas locais para um impacto mais amplo.

Considerações:

- Criar sistemas de apoio contínuo, como grupos comunitários ou redes escolares, para manter o engajamento e a troca de experiências.
- Documentar casos de sucesso e boas práticas para incentivar a replicação em outras localidades.
- Incorporar o uso do Anólito em políticas públicas e currículos escolares, garantindo sua institucionalização.

O Anólito como Agente de Transformação Ambiental

O Anólito, uma solução aquosa de ácido hipocloroso, surge como um exemplo prático de inovação sustentável com aplicações que vão além de suas propriedades desinfetantes. Ele simboliza a convergência entre ciência, tecnologia e educação ambiental, proporcionando uma abordagem tangível e eficaz para enfrentar desafios relacionados à saúde pública, ao saneamento básico e à preservação do meio ambiente. Contudo, seu verdadeiro potencial se revela quando é usado como uma ferramenta educativa e de transformação social, permitindo a integração de valores sustentáveis em diversas esferas da sociedade.

1. O Papel do Anólito na Sustentabilidade

O Anólito reflete os princípios fundamentais da sustentabilidade ao oferecer uma solução eficaz, segura e ecologicamente correta para desinfecção e tratamento de água. Sua produção simples — a partir de água, sal e eletricidade — representa um ciclo regenerativo que minimiza os impactos ambientais, substitui produtos químicos agressivos e reduz a geração de resíduos prejudiciais. Em um mundo onde a busca por práticas sustentáveis é cada vez mais urgente, o Anólito demonstra como tecnologias acessíveis podem trazer benefícios concretos, ampliando o acesso a soluções mais limpas e seguras, especialmente em comunidades vulneráveis.

Além disso, o uso do Anólito em programas de educação ambiental reforça os conceitos de economia circular e consumo consciente. Ele conecta os participantes com práticas que reduzem o desperdício, promovem a reutilização de recursos e respeitam os limites dos ecossistemas. Dessa forma, o Anólito transcende sua função prática, atuando como um agente transformador que inspira mudanças comportamentais em direção a um futuro mais sustentável.

2. Transformação Educacional: Ciência Aplicada ao Cotidiano

Ao integrar o Anólito em iniciativas de educação ambiental, cria-se uma oportunidade única de demonstrar, de forma prática, como a ciência pode ser usada para solucionar problemas reais. O processo de produção do Anólito — simples, acessível e inovador — oferece uma abordagem didática para explorar conceitos de química, física e sustentabilidade. Mais importante, ele torna esses conceitos tangíveis, ajudando estudantes e comunidades a verem como o conhecimento científico pode ser aplicado diretamente em suas vidas cotidianas.

Esse aspecto educativo é essencial para formar cidadãos críticos e engajados, capazes de compreender a complexidade dos desafios ambientais e de adotar soluções inovadoras e responsáveis. O uso do Anólito em oficinas, projetos comunitários e campanhas de sensibilização ajuda a desmistificar tecnologias limpas e a promover a confiança em práticas sustentáveis. Assim, o Anólito atua como um catalisador para a formação de uma cultura de inovação, onde o aprendizado prático se conecta diretamente com ações transformadoras.

3. Impactos Sociais e Ambientais

O impacto do Anólito na educação ambiental vai além do aprendizado técnico, estendendo-se ao empoderamento das comunidades e à transformação das práticas locais. Ao introduzir o uso do Anólito

em escolas, comunidades e instituições, cria-se um efeito multiplicador onde práticas sustentáveis são disseminadas, adaptadas e ampliadas. Entre os principais impactos estão:

- **Melhoria da Saúde Pública:** O uso do Anólito para desinfecção e tratamento de água em comunidades vulneráveis reduz a incidência de doenças transmitidas por alimentos e água contaminados, promovendo bem-estar e qualidade de vida.
- **Preservação Ambiental:** A substituição de produtos químicos convencionais pelo Anólito minimiza a contaminação de solos, águas e ecossistemas, contribuindo para a conservação da biodiversidade.
- **Engajamento Comunitário:** A aplicação prática do Anólito envolve a comunidade na solução de problemas ambientais locais, fortalecendo a coesão social e promovendo uma abordagem colaborativa para a sustentabilidade.

Além disso, o Anólito destaca-se como uma ferramenta inclusiva, acessível a diversos públicos e adaptável a diferentes contextos. Ele pode ser usado para abordar desde questões globais, como o desperdício de recursos hídricos e a poluição química, até desafios locais, como a higiene em escolas e o saneamento básico em áreas remotas. Esse alcance abrangente demonstra seu valor como um agente de transformação ambiental e social.

4. Desafios como Oportunidades de Crescimento

Os desafios associados ao uso do Anólito na educação ambiental — como a necessidade de infraestrutura inicial, treinamento técnico e engajamento comunitário — também são oportunidades para fomentar inovação e colaboração. Esses obstáculos incentivam a formação de parcerias estratégicas entre governos, ONGs, empresas e instituições educacionais, promovendo uma abordagem integrada para superar barreiras e ampliar o impacto positivo do Anólito.

Ao enfrentar esses desafios, surgem soluções criativas, como o desenvolvimento de geradores de Anólito mais acessíveis, a implementação de programas de capacitação em larga escala e a integração do Anólito em políticas públicas de sustentabilidade. Esses avanços não apenas expandem o alcance do Anólito, mas também fortalecem a capacidade das comunidades de adotar e adaptar outras tecnologias limpas.

5. Um Futuro Sustentável Inspirado pelo Anólito

O potencial transformador do Anólito reside em sua capacidade de inspirar uma mudança cultural em direção a um modo de vida mais sustentável. Ele ensina que soluções eficazes para problemas ambientais podem ser simples, acessíveis e seguras, desafiando a ideia de que a sustentabilidade exige grandes sacrifícios ou tecnologias complexas. Ao integrar o Anólito em programas de educação ambiental, planta-se uma semente de conscientização e empoderamento, que tem o potencial de crescer e influenciar gerações futuras.

O Anólito, portanto, não é apenas uma solução química, mas um símbolo de como ciência e tecnologia podem ser usadas para criar um mundo mais equilibrado, onde o respeito pelo meio ambiente e o bem-estar humano andam de mãos dadas. Ao utilizá-lo como ferramenta educativa, transforma-se sua aplicação prática em uma mensagem poderosa de esperança e responsabilidade coletiva.

CONCLUSÃO

O Anólito é mais do que um agente desinfetante; é um catalisador para a mudança ambiental e social. Sua versatilidade, segurança e alinhamento com os princípios da sustentabilidade o tornam um recurso valioso na educação ambiental. Ao integrar o Anólito em iniciativas educativas, capacitar comunidades e promover práticas sustentáveis, não apenas solucionamos problemas imediatos, mas também contribuímos para a construção de uma sociedade mais consciente, resiliente e comprometida com o futuro do planeta. Assim, o Anólito se estabelece como um verdadeiro agente de transformação ambiental, iluminando o caminho para um mundo mais sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AQUARONE, Eugênio et al. **Biotecnologia Industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. Vol. 4, São Paulo: Blucher, 2001.

ARAÚJO, F.B.; SILVA, P.H.A.; MINIM, V.P.R. **Perfil sensorial e composição físicoquímica de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, n. 23, p. 121-128, 2003.

BCJP - Beer Judge Certification Program 2015 Style Guidelines (2015), disponíveis em http://www.bjcp.org/docs/2015_Guidelines_Beer.pdf.

BLEIER, B. et al. **Craft Beer Production**. University of Pennsylvania. Filadélfia: editor, 2013. 565 p.

BUSCH, J. More Beer. 2015. **Disponível em: . Acesso em 6 de setembro de 2018.**

CARRERA, Santiago Cadena. **VALIDAÇÃO DO PROCESSO CIP COMO FERRAMENTA PARA MELHORAR A QUALIDADE E A PRODUTIVIDADE: ESTUDO DE CASO EM MICROCEVEJARIA**. 2015. 108 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

DRAGONE, G.; MUSSATI, S.I.; SILVA, J.B.A. **Utilização de mostos concentrados na produção de cervejas pelo processo contínuo**: novas tendências para o aumento da produtividade. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, n. 27, p. 37-40, 2007

DINSLAKEN, D. **Manual do cervejeiro caseiro: um guia completo para iniciantes**, disponível em Acessado em 6 de setembro de 2018.

ESSLINGER, H. M. AND, & NARZISS, L. **Beer**. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2009.

TRANSFORMAÇÃO DE ÓLEO DE FRITURA EM BIODIESEL: AÇÃO EXTENSIONISTA DO PROJETO BIOVASSOURAS (2023-2024) ALINHADA AO PLANO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO (PNPG 2024-2028)

Palavras-chave: Sustentabilidade, Educação Ambiental, Biocombustível, Economia Circular.

Sandra Regina Alves Confort - Mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade de Vassouras, Pós Graduada em Educação Ambiental pela Faculdade São Luís, Bacharel em Engenharia de Alimentos pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Suckow da Fonseca – CEFET – RJ. Bolsista da FAPERJ pelo programa de Treinamento e capacitação técnica em apoio ao desenvolvimento do setor agropecuário e da agroindústria do Estado do Rio de Janeiro com o projeto “Reaproveitamento dos subprodutos da produção do biodiesel para a produção de concretos e pisos táteis”.

Nicole Aparecida Martins Klimko Fraguas – Mestre em Ciências Ambientais e Engenheira Química pela Universidade de Vassouras. Bolsista da FAPERJ pelo programa de Treinamento e capacitação técnica em apoio ao desenvolvimento do setor agropecuário e da agroindústria do Estado do Rio de Janeiro com o projeto “Reaproveitamento dos subprodutos da produção do biodiesel para a produção de concretos e pisos táteis” e Diretora de Projetos da Secretaria Municipal do Ambiente, Agricultura e Desenvolvimento Rural de Vassouras.

Cristiane de Souza Siqueira Pereira - Professora Adjunta do curso de Engenharia Química e do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras. Possui Doutorado em Tecnologia em Processos Químicos e Bioquímicos pela Escola de Química da UFRJ, Mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e graduação em Química Industrial pela Univassouras. cristiane.pereira@uni-vassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

Diversos estudos e ações demonstram que o óleo residual de cozinha se recolhido corretamente pode ser aplicado como matéria prima na geração de diversos produtos, como: sabão, massa de vidraceiro, ceras, graxas, vernizes, velas artesanais, ração animal, detergente e outros, e neste panorama, a produção de biodiesel tem se mostrado uma forma sustentável de sua reutilização (LAGO; ROCHA JR., 2016; SOUZA *et. al.*, 2021).

É importante destacar que os óleos, em sua composição, são formados por substâncias insolúveis em água. A distinção entre óleo e gordura, segundo a ANVISA, se resume à consistência, sendo o óleo vegetal líquido e a gordura sólida. A classificação dos óleos está diretamente relacionada aos processos de extração e purificação.

No município de Vassouras, o Programa de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos é regulamentado pela Lei Municipal Nº 2.881, de 03 de abril de 2017. Essa legislação estabelece as bases e diretrizes para a implantação e operação do programa, responsável por regulamentar o processo de separação e destinação dos resíduos, visando promover a redução, reutilização e reciclagem dos materiais descartados.

A coleta seletiva é uma prática adotada no município, na qual os resíduos recicláveis são coletados em dias específicos em cada bairro, sendo realizada a coleta porta a porta. Esses materiais recicláveis são separados na unidade de triagem em diversas categorias, como papel, plástico, metal, vidro e óleo de cozinha usado, permitindo o encaminhamento adequado para a reciclagem. Essa iniciativa contribui para a preservação do meio ambiente, reduzindo a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários e promovendo a sustentabilidade no município de Vassouras.

A busca por novas fontes de energias renováveis tem se apresentado como um grande desafio para toda a sociedade e neste panorama, o projeto BioVassouras vem contribuir para pesquisas e otimização da produção do biodiesel, que é considerado um biocombustível mais ecológico, e seu uso está diretamente relacionado à preservação do meio ambiente. O projeto é uma parceria entre a Universidade de Vassouras através do Curso de Engenharia Química e o Mestrado Profissional em Ciências Ambientais, a Prefeitura Municipal de Vassouras por meio da Secretaria do Ambiente, Agricultura e Desenvolvimento

Rural, a FAPERJ e a PESAGRO – RJ.

O projeto Biovassouras está alinhado com diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) presentes na Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), promovendo sustentabilidade em várias dimensões, contribuindo com aspectos sociais, avanços tecnológicos na produção de energias de fonte renováveis e conscientização ambiental da sociedade (FIGURA 1).

FIGURA 1: Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis promovidos pelo projeto Biovassouras.



Fonte: UNICEF, 2024.

O uso de biocombustíveis como o biodiesel tem se apresentado como uma possível solução, a curto prazo, para a desfossilização de motores, visando reduzir a dependência de combustíveis fósseis, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa e promovendo uma matriz energética mais sustentável (OLIVEIRA *et al.*, 2021)

Outro aspecto relevante deste projeto é a participação de discentes e docentes do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais em projetos de otimização da produção do biodiesel, que vem corroborar com o Eixo 4 do Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG) 2024 – 2028 (TABELA 1), tendo como objetivo buscar novas tecnologias mais sustentáveis para enfrentar os desafios energéticos contemporâneos (BRASIL, 2023).

A otimização da produção de biodiesel através de óleo residual atende diversos objetivos do Eixo 4 do PNPG, como o incentivo ao desenvolvimento da pesquisa para a inovação social, educacional, tecnológica e transformacional, a promoção da educação ambiental, através do compartilhamento de conhecimentos sobre a importância de práticas sustentáveis para sobrevivência de novas gerações, além de promover uma maior interação entre o meio acadêmico e toda a sociedade (BRASIL, 2023).

Tabela 1: Eixo 4: Pesquisa, Extensão e Inovação do PNPG 2024-2028.

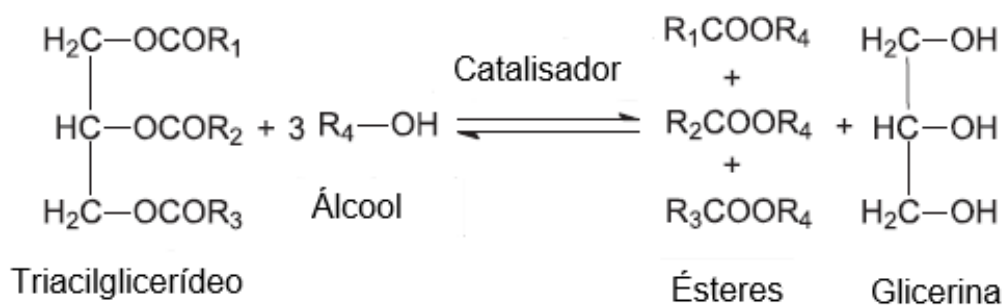
Objetivo	Estratégia
4.1: Promover um ambiente de pesquisa que contemple os distintos processos de produção e compartilhamento do conhecimento no contexto do desenvolvimento sustentável.	Disseminar a aplicabilidade do conhecimento gerado na pós-graduação. - Estimular redes de pesquisa e inovação alinhadas à Agenda Nacional de Formação e aos ODS. - Reforçar a conexão entre programas de pós-graduação, ecossistemas de inovação e arranjos produtivos locais.

<p>4.2: Incentivar o desenvolvimento da pesquisa para a inovação social, educacional, tecnológica e transformacional.</p>	<p>Incentivar vínculos da pós-graduação com ecossistemas de inovação, alinhando formação às demandas do mercado de trabalho. - Inserir inovação e interação com setores não acadêmicos nos programas de pós-graduação, impulsionando o desenvolvimento científico, educacional e empresarial.</p>
<p>4.3: Promover a extensão universitária no âmbito da pós-graduação, que contemple as interações com a sociedade em ambientes diversos, com oportunidades de transformação social no contexto do desenvolvimento sustentável.</p>	<p>Integrar a extensão aos processos formativos da pós-graduação. - Estimular o protagonismo dos pós-graduandos em atividades de extensão vinculadas ao ensino e pesquisa. - Aproximar, por meio da extensão, a pesquisa, tecnologia e inovação das necessidades sociais.</p>

Fonte: Governo Federal - Participa + Brasil - Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG 2024-2028).

De acordo com a Agência Nacional de Petróleo (ANP), o biodiesel é um produto oriundo de óleos vegetais e gorduras animais, que reagem com um álcool primário, metanol ou etanol, na presença de uma catálise básica ou ácida, gerando dois produtos: éster (biodiesel) e a glicerina (FIGURA 2).

FIGURA 2: Equação geral da transesterificação de um triacilglicerídeo.



Fonte: GERIS *et al*, 2007 (adaptada).

Este projeto tem como objetivo otimizar a produção de biodiesel e promover a educação ambiental e conscientização da importância de práticas sustentáveis.

DESENVOLVIMENTO

A primeira etapa do projeto foi executar uma revisão bibliográfica sistematizada sobre a produção de biodiesel pelo processo de transesterificação através da via metílica e etílica, para que fosse possível definir a melhor metodologia a ser aplicada.

Na produção de biodiesel, o óleo residual é coletado pela prefeitura de Vassouras e direcionado ao laboratório de Operações Unitárias e Bioprocessos da Universidade de Vassouras, logo após, para a sua padronização são realizadas análises de índice de acidez e de saponificação, e em seguida, o mesmo passa por um tratamento térmico e filtração (gravimétrica e a vácuo). O biodiesel é obtido através do processo de transesterificação e analisado para a verificação das especificações exigidas pela ANP segundo a Resolução Nº 920/ 2023 (FIGURA 3).

FIGURA 3. Ilustração do processo de síntese de biodiesel a partir da reação de transesterificação utilizada para capacitação dos alunos das escolas do Município de Vassouras.



Fonte: Próprias autoras.

De acordo com o PNPG ações de conscientização ambientais foram integradas como um dos pilares centrais do projeto, com o intuito de promover maiores interações entre a extensão universitária e a sociedade, incentivando as transformações sociais no contexto do desenvolvimento sustentável, através de campanhas educativas, visitas de alunos do ensino médio e fundamental na planta de biodiesel, participação em feiras realizadas em escolas públicas e particulares, produção de vídeo e podcast sobre a relação do uso de biocombustíveis e sustentabilidade.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Um dos pilares do projeto BioVassouras, é a educação ambiental, a Univassouras recebe alunos de toda a região, com o objetivo de promover experiências práticas sobre a produção de biodiesel no laboratório de Operações Unitárias e Bioprocessos. Esta iniciativa, visa não só transmitir conhecimentos teóricos, mas também proporcionar uma vivência prática enriquecedora.

Além disso, realizam-se atividades nas escolas regionais para conscientizar e sensibilizar os estudantes quanto ao descarte adequado de óleo e ampliar o conhecimento sobre biodiesel. Estas ações são realizadas em conformidade com a Lei Municipal 3200, que institui a Educação Ambiental no município de Vassouras e destaca o biodiesel como um dos temas prioritários (VASSOURAS, 2020). Por meio de abordagens lúdicas e práticas, essas atividades facilitam o aprendizado e promovem uma compreensão mais profunda dos conceitos de biodiesel e sustentabilidade. (FIGURA 4).

FIGURA 4. Atividades de Educação Ambiental realizadas na Univassouras.



Fonte: Próprias autoras.

Para incentivar o descarte adequado do óleo usado e sensibilizar a população sobre os benefícios do biodiesel e seus derivados, são realizadas ações de conscientização nos bairros, onde a equipe divulga informações sobre coleta seletiva e divulgação sobre o projeto Biovassouras, com o objetivo de promover o engajamento da comunidade na preservação ambiental. Essa ação tem sido fundamental para engajar a comunidade e esclarecer as vantagens do biodiesel, bem como dos processos de reutilização de materiais que, além de reduzir o desperdício, oferecem novas aplicações tecnológicas no setor ambiental e urbano. Esse trabalho se torna um método de educação ambiental, transformando a visão dos cidadãos quanto ao descarte de resíduos, economia circular e ao apoio a projetos sustentáveis (FIGURA 5).

FIGURA 5. Conscientização e divulgação do projeto nos bairros de Vassouras.



Fonte: Próprias autoras.

Conforme o exposto, a extensão universitária desempenha um papel fundamental na articulação entre a academia e a sociedade, promovendo a disseminação do conhecimento gerado nas instituições de ensino superior e contribuindo para o enfrentamento de desafios sociais e ambientais. O Projeto BioVassouras, realizado no município de Vassouras, é um exemplo desse compromisso, com resultados significativos obtidos ao longo de 2023 e 2024. A produção de biodiesel e outros produtos a partir de óleo residual mostrou como o reaproveitamento de materiais pode gerar impacto ambiental positivo e contribuir para a economia local, fortalecendo o conceito de economia circular.

A seguir são apresentadas as produções geradas como difusão do conhecimento adquirido dentre as ações do projeto durante os anos de 2023 e 2024.

- Univassouras participa do Seminário Construindo o Futuro: Biodiesel e Desenvolvimento Sustentável nos Municípios, em Brasília – Univassouras;
- Concreto projetado de forma mais sustentável pela Univassouras é instalado em calçamento de via pública – Univassouras ;
- Cristiane Siqueira: do óleo residual ao biodiesel (tribuna.com.br)
- Concreto projetado de forma mais sustentável pela Univassouras é instalado em calçamento de via pública – Univassouras;
- Entrega mensal de 20 litros de biodiesel produzidos na planta piloto de biodiesel na Universidade de Vassouras à prefeitura municipal de Vassouras;
- Publicação (Revista FT Multicientífica (Edição 138 – Volume 28), V Simpósio em Ciências Ambientais da Univassouras e II Southern Science Conference (Mendoza – Argentina);
- Visitas de aproximadamente 600 alunos de colégios públicos e particulares da cidade de Vassouras, Mendes, Volta Redonda, Três Rios, Valença e Miguel Pereira à planta piloto de biodiesel da Univassouras;
- Distribuição de panfletos e a participação em feiras abertas para toda a sociedade, sempre destacando o potencial econômico do óleo residual e uso do biodiesel e relacionando-os com o cumprimento de algumas metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) da Agenda 2030 e o Plano Nacional de Pós graduação (PNPG);
- Minicurso “EJA AMBIENTAL – Óleo residual: produção de detergente como metodologia de ensino visando diminuir os impactos ambientais”;
- Participação Rio Innovation Week (2023 e 2024).

FIGURA 6: Fotos de algumas atividades desenvolvidas no projeto Biovassouras entre 2023 e 2024.



Fonte: Universidade de Vassouras.

O presente projeto atingiu marcos importantes em suas diversas frentes de atuação, as atividades desenvolvidas, desde as pesquisas científicas até as ações de divulgação e educação ambiental buscaram uma maior conscientização da sociedade e de avanços científicos na área da produção de biodiesel e reaproveitamento do óleo residual. O envolvimento outras instituições de ensino e a promoção de um diálogo aberto sobre sustentabilidade foram cruciais para o sucesso das atividades propostas nestas etapas do projeto.

Conclusão

A difusão dessas ações para a sociedade é essencial, pois permite ampliar a conscientização ambiental, inspirar outras iniciativas e engajar a população em práticas sustentáveis. Ao compartilhar os resultados

alcançados em 2023 e 2024, o *Projeto BioVassouras* reforça a importância de unir ensino, pesquisa e extensão para promover soluções inovadoras e sustentáveis que impactem positivamente o meio ambiente e a qualidade de vida.

Referências bibliográficas

ANP (2024). Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2024. **A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-brasileiro-do-petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis-2024#Secao4>>. Acesso em: 20 de out. 2024.

ANP. **Agência Nacional de petróleo, gás natural e biocombustíveis**. Resolução nº 920, de 5 de abril de 2023. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 abr. 2023. Disponível em: <<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-920-2023-estabelece-a-especificacao-do-biodiesel-e-as-obrigacoes-quanto-ao-controle-da-qualidade-a-serem-atendidas-pelos-agentes-economicos-que-comercializem-o-produto-em-territorio-nacional?origin=instituicao>>. Acesso em: 30 nov. 2024.

BRASIL. **Ministério da Educação - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Plano Nacional de Pós-Graduação - PNPG 2024-2028** (versão preliminar para Consulta Pública). Brasília, DF: CAPES 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/documentos/19122023_pnpg_2024_2028.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2024.

GERIS, R. et al. **Biodiesel de soja: evidência de transesterificação para aulas práticas de química orgânica**. *Química Nova*, v. 5, pág. 1369–1373, 2007. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/qn/a/5RCVpxvN94V8bFnpv8sJSLJ/>>. Acesso em 29 nov. 2024.

LAGO, S. M. S.; ROCHA JR.W. F. **Logística reversa, legislação e sustentabilidade: o óleo de fritura residual como matéria-prima para produção de biodiesel**. *Revista Gestão e Sociedade*, [S.L.], v. 10, n. 27, p. 1458, 9 set. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21171/ges.v10i27.2107>>. Acesso em 30 nov. 2024.

SOUSA, G. C. M.; PINTO, C. de O.; OLIVEIRA, D. C. da S.; SANTOS, L. K. de J.; QUEIROZ, M. S.; AZEVEDO, P. G. F. de; CAVALCANTI, L. A. P. **Aplicações do óleo residual de fritura visando à mitigação de impactos ambientais: uma revisão integrativa**. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, [S.L.], v. 8, n. 20, p. 1441-1457, 2021 Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.21438/rbgas\(2021\)082012](http://dx.doi.org/10.21438/rbgas(2021)082012)>. Acesso em 29 nov. 2024.

OLIVEIRA, I. L. De. **Obtenção de biocombustíveis por transesterificação étilica e metílica do óleo residual oriundo de restaurante universitário**. CUITÉ-PB 2021 . [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/21735/IURI%20LAURINDO%20DE%20OLIVEIRA%20-%20TCC%20LICENCIA%20TURA%20EM%20QU%20c3%8dMICA%20CES%202021%20%281%29.pdf?sequence=3&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 jun. 2024.

UNICEF. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Ainda é possível mudar 2030. Disponível em <<https://www.unicef.org/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>>. Acesso em: 30 de nov. de 2024.

VASSOURAS- RJ. Lei nº 3200 de 6 de abril de 2020. **Dispõe sobre a criação do Plano de Educação Ambiental do município de Vassouras**. Disponível em: <<https://www.vassouras.rj.leg.br/leis/legislacao-municipal>>. Acesso em 30 de nov. de 2024.

O PAPEL DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS NA FORMAÇÃO DO ALUNO DE ENSINO MÉDIO NAS ESCOLAS ESTADUAIS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO FRENTE AOS DESAFIOS DA NOVA MATRIZ CURRICULAR BRASILEIRA

Palavras-chave: educação ambiental, formação cidadã e desafios curriculares

Juliano Xavier da Costa - Universidade de Vassouras; mestrando; graduado em Geografia com especialização em Geografia do Brasil. Atualmente professor do Estado do Rio de Janeiro.

Sandro Pereira Ribeiro - Possui graduação em Licenciatura Química e Química Industrial pela Universidade de Vassouras - RJ (2006); Mestrado em Química pelo Instituto Militar de Engenharia - IME - RJ (2010); Doutorado e Pós doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG; Professor do curso de Engenharia Química e do Mestrado em Ciências Ambientais da Univassouras- RJ. Sandro.ribeiro@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

As escolas estaduais do Rio de Janeiro enfrentam desafios consideráveis na formação dos alunos do ensino médio, especialmente com as recentes alterações impostas pela Nova Matriz Curricular Brasileira, estabelecida pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Este novo marco visa revolucionar o ensino fundamental no país, adotando uma metodologia mais unificada, interdisciplinar e alinhada às necessidades do século XXI. Neste cenário, as Ciências Ambientais surgem como uma área crucial para a educação de cidadãos críticos e conscientes, proporcionando uma visão que combina saberes científicos, competências práticas e ponderações éticas acerca da interação entre sociedade e meio ambiente.

As Ciências Ambientais têm uma função abrangente, tratando de tópicos como alterações climáticas, sustentabilidade, administração de recursos naturais e efeitos da ação humana no planeta. Esses tópicos não só têm importância mundial, como também se relacionam diretamente com os desafios locais que as comunidades do Rio de Janeiro enfrentam, tais como a gestão de resíduos, a preservação de ecossistemas e a urbanização descontrolada. Contudo, mesmo com sua relevância, muitos alunos enfrentam desafios para entender e implementar esses conceitos, revelando deficiências tanto na capacitação dos professores quanto na infraestrutura e recursos oferecidos nas escolas estaduais.

O propósito deste artigo é explorar a função das Ciências Ambientais na educação dos estudantes do ensino médio no estado do Rio de Janeiro, examinando como são integradas nas práticas de ensino e no planejamento curricular, considerando a Nova Matriz Curricular. Adicionalmente, procura-se reconhecer os obstáculos que professores e estudantes enfrentam nesse processo, além de sugerir táticas para aprimorar o ensino e a aprendizagem deste campo do saber. Ao investigar essas questões, busca-se auxiliar na criação de uma educação mais relevante e em sintonia com os propósitos de formar cidadãos aptos a lidar com os desafios ambientais e sociais do mundo atual.

DESENVOLVIMENTO

A implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no ensino médio altera a estrutura pedagógica, incentivando uma educação mais unificada e focada no aprimoramento de habilidades. Com a divisão em campos do saber, as Ciências da Natureza e suas Tecnologias se sobressaem, com um foco particular nas Ciências Ambientais. Esta metodologia visa ultrapassar o ensino segmentado, incentivando uma perspectiva sistêmica e interdisciplinar dos problemas ambientais atuais.

Contudo, a implementação prática desta sugestão encontra restrições consideráveis, particularmente nas escolas estaduais do Rio de Janeiro. Elementos como a escassez de recursos pedagógicos específicos, a formação insuficiente dos docentes e a falta de metodologias interativas prejudicam a eficácia dessa integração curricular. Portanto, entender como as Ciências Ambientais estão sendo aplicadas no dia a dia escolar é crucial para fazer uma avaliação adequada da Nova Matriz Curricular.

As Ciências Ambientais vão além dos conceitos ecológicos; elas englobam uma gama extensa, que inclui elementos econômicos, políticos, sociais e culturais. A incorporação deste campo no ensino médio proporciona uma chance de aprimorar habilidades como o pensamento crítico, a tomada de decisões fundamentada em evidências e a empatia ambiental.

No Rio de Janeiro, temas como a deterioração dos ecossistemas, a poluição urbana e a crise hídrica ganham relevância local para vincular a educação ao dia a dia dos alunos. Contudo, a ausência de contexto nas aulas impede que os estudantes entendam a utilidade prática desses tópicos, levando a um aprendizado desconectado da realidade e pouco relevante.

Desafios na Implementação do Ensino de Ciências Ambientais

Embora a BNCC apresente diretrizes claras sobre a integração das Ciências Ambientais, a realidade das escolas estaduais do Rio de Janeiro apresenta desafios estruturais e pedagógicos que dificultam sua implementação

- Falta de Formação Continuada para Professores:
- Infraestrutura Escolar Deficiente: A ausência de laboratórios, recursos tecnológicos e materiais didáticos específicos limita as possibilidades de práticas experimentais e atividades interativas.
- Carga Horária Reduzida: A sobrecarga de conteúdos nas disciplinas tradicionais deixa pouco espaço para a exploração aprofundada de temas ambientais.
- Falta de Conexão com o Contexto Local: As aulas frequentemente utilizam exemplos genéricos, ignorando problemas locais, como deslizamentos de terra, poluição de rios e desmatamento, que são questões vividas pelos estudantes em suas comunidades.
- Problemas sociais: muitos alunos não dispõem de condições financeiras mínimas e muitas vezes precisam trabalhar para ajudar na renda familiar.

Considerando os obstáculos identificados, podem ser propostas algumas medidas para melhorar a inclusão das Ciências Ambientais no ensino médio. Com base na nossa experiência de mais de quinze anos em sala de aula, acreditamos que a formação contínua e o reconhecimento financeiro dos docentes, a criação de materiais didáticos adequados à realidade ambiental do estado, a implementação de estratégias como ensino baseado em projetos, solução de problemas e estudos ambientais, que estimulem o protagonismo dos alunos e o trabalho coletivo, além de estabelecer parcerias com a sociedade civil nas escolas, seriam táticas eficazes para lidar com os desafios encontrados.

Ao vencer os obstáculos existentes, a incorporação efetiva das Ciências Ambientais pode revolucionar a vivência educacional dos alunos. Este campo possui a capacidade de intensificar a consciência ecológica, preparar cidadãos para enfrentar desafios globais e regionais, além de fomentar alterações comportamentais sustentáveis. Ademais, ao vincular os tópicos ao cenário local, a instrução se torna mais pertinente e cativante, promovendo um aprendizado significativo.

Essas mudanças são especialmente significativas no estado do Rio de Janeiro, devido à fragilidade ambiental da área e ao papel crucial que a educação tem na formação de uma sociedade mais equitativa e sustentável.

A formação de cidadãos conscientes e engajados com a sustentabilidade é essencial através da educação ambiental nas escolas estaduais. Ao tratar de temas como a utilização consciente dos recursos naturais,

o efeito das ações humanas no ambiente e a relevância da preservação, a educação ambiental capacita os alunos para lidarem com desafios globais e locais de forma consciente.

Esta capacitação não só auxilia na compreensão dos desafios ambientais, como também estimula comportamentos e ações que fomentam a sustentabilidade nas comunidades onde residem.

Ademais, a educação ambiental desempenha um papel crucial na conexão dos assuntos escolares com o dia a dia dos estudantes, tornando o processo de aprendizagem mais relevante. Em instituições de ensino estaduais, particularmente em áreas como o Rio de Janeiro, questões como inundações, poluição, desmatamento e administração de resíduos sólidos estão diretamente ligadas às experiências dos alunos.

Enfrentar essas questões no contexto escolar possibilita que eles entendam a conexão entre as questões globais e as consequências locais, incentivando o envolvimento e a procura por soluções concretas.

Em última análise, o investimento na educação ambiental nas escolas estaduais reforça a formação cidadã, auxiliando na criação de uma sociedade mais crítica e engajada. Ao fomentar a discussão sobre questões ambientais e sociais, essa metodologia de ensino favorece o aprimoramento de habilidades como o raciocínio crítico, a empatia e a responsabilidade compartilhada. Assim, os estudantes não só adquirem conhecimento sobre o meio ambiente, mas também se transformam em agentes de mudança, aptos a liderar ações que favoreçam tanto o meio ambiente quanto a sociedade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A formação de indivíduos aptos a entender, ponderar e agir frente aos desafios ambientais e sociais do mundo atual é fundamental para a educação ambiental nas escolas estaduais. No cenário do Rio de Janeiro, onde problemas ambientais locais, tais como poluição, urbanização descontrolada e desmatamento, afetam diretamente a qualidade de vida dos habitantes, a inclusão deste tema no currículo escolar se torna ainda mais essencial. Ela não só liga os alunos às circunstâncias de suas comunidades, mas também os habilita a sugerir soluções inovadoras e sustentáveis.

Embora seja crucial, a implementação eficaz da educação ambiental ainda se depara com barreiras, tais como a escassez de capacitação contínua para docentes, infraestrutura insuficiente e a falta de recursos didáticos contextualizados. Para ultrapassar esses obstáculos, é necessário um esforço coletivo entre administradores educacionais, docentes e a comunidade, bem como investimentos em formação de professores, recursos didáticos e metodologias interativas. Ao dar prioridade a essas medidas, podemos tornar a educação uma experiência relevante e em conformidade com as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Portanto, fortalecer a educação ambiental nas escolas estaduais não é apenas uma necessidade educacional, mas também uma estratégia para construir uma sociedade mais crítica, solidária e consciente de seu papel na preservação do planeta. Ao capacitar os jovens para enfrentar os desafios ambientais de maneira ativa e responsável, a escola assume seu papel de protagonista na formação de cidadãos preparados para liderar as mudanças que o futuro exige.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Ministério da Educação, 2018.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 14^a ed. São Paulo: Gaia, 2021.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Educação ambiental crítica: contribuição para a construção de um pensamento crítico emancipatório**. São Paulo: Cortez, 2004.

SILVA, Ana Maria; LOPES, Maria Clara. “A educação ambiental nas escolas públicas do Rio de Janeiro: desafios e perspectivas.” *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, v. 15, n. 3, 2020.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 19^a ed. Campinas: Papirus, 2019.

A CIÊNCIA NO ENSINO: TRANSFORMAÇÃO DE ÓLEO DE FRITURA EM BIODIESEL E SABÃO

Palavras-chave: Sustentabilidade, Educação Ambiental, Biocombustível, Economia Circular.

Gabriel Alves de Souza Gonçalves - Doutorando em Engenharia Química pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Mestre em Engenharia Química pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo na área de recuperação e purificação de metais críticos e estratégicos. Graduado em Engenharia Química pela Universidade de Vassouras. Integrante de Projetos de Pesquisa relacionados a Prestabilidade Ambiental, Reciclagem, Obtenção, Estudo, Otimização e Avaliação no Uso de Biodiesel Derivado do Óleo de Fritura em Motores à Diesel; Biocombustíveis e Bioprocessos: levantamento de dados experimentais, modelagem termodinâmica e simulação.

Fernanda Fajardo Nacif Petraglia – Doutoranda em Engenharia Química pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Graduada em Engenharia Química pela Universidade de Vassouras. Integrante de Projeto de Pesquisa relacionado a Prestabilidade Ambiental, Reciclagem, Obtenção, Estudo, Otimização e Avaliação no Uso de Biodiesel Derivado do Óleo de Fritura em Motores à Diesel.

Sandro Pereira Ribeiro - Possui graduação em Licenciatura Química e Química Industrial pela Universidade de Vassouras - RJ (2006); Mestrado em Química pelo Instituto Militar de Engenharia - IME - RJ (2010); Doutorado e Pós doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG; Professor do curso de Engenharia Química e do Mestrado em Ciências Ambientais da Univassouras- RJ. sandro.ribeiro@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

O simples ato de questionar como algo funciona, movido pela curiosidade e pela observação, já constitui uma prática científica. Contudo, apesar do interesse geral pelo tema, ainda há desigualdades significativas no acesso ao conhecimento científico, agravadas por uma educação que muitas vezes privilegia a teoria em detrimento da prática.

Um exemplo concreto que pode fomentar a participação ativa da população na ciência e aproximar o ensino teórico da prática é a reciclagem de óleo de fritura para a produção de sabão e biodiesel. Essa atividade, além de sustentável, oferece um valioso instrumento de aprendizado e ensino, promovendo a educação ambiental e gerando oportunidades de renda. O óleo residual, que frequentemente seria descartado de forma inadequada, revela-se um recurso versátil, com diversas finalidades que vão além do seu uso inicial, reforçando a importância de práticas científicas aplicadas no cotidiano (ATADASHI; AROUA; AZIZ, 2011; SCHWANKE, 2024).

A manipulação e o descarte desse óleo são realizados, em sua maioria, de maneira incorreta, gerando assim, resíduos poluentes e, conseqüentemente, males à saúde. A sua transformação em produto de limpeza e combustível contribui com o meio ambiente, além de tornar-se instrumento de ensino da ciência e possibilitar renda extra no reuso.

Sendo assim o objetivo desse projeto foi promover a conscientização ambiental por meio da produção de biodiesel, destacando sua relevância como alternativa energética sustentável, além de incentivar práticas de sustentabilidade e economia circular ao reaproveitar resíduos urbanos, como o óleo de fritura usado, na produção de sabão. A iniciativa busca integrar educação ambiental e ciência aplicada, demonstrando a viabilidade do reaproveitamento de materiais descartáveis para reduzir impactos ambientais e gerar valor econômico e social.

1. Material e métodos

O esquema da metodologia utilizada neste estudo está apresentado na Figura 1, que ilustra o processo integrado de produção de biodiesel e duas rotas distintas para a fabricação de sabão artesanal, evidenciando a aplicação prática do reaproveitamento de resíduos urbanos em ações sustentáveis.

Figura 1. Esquema do processo de obtenção do biodiesel a partir do óleo residual e avaliação de duas rotas de produção de sabão artesanal.

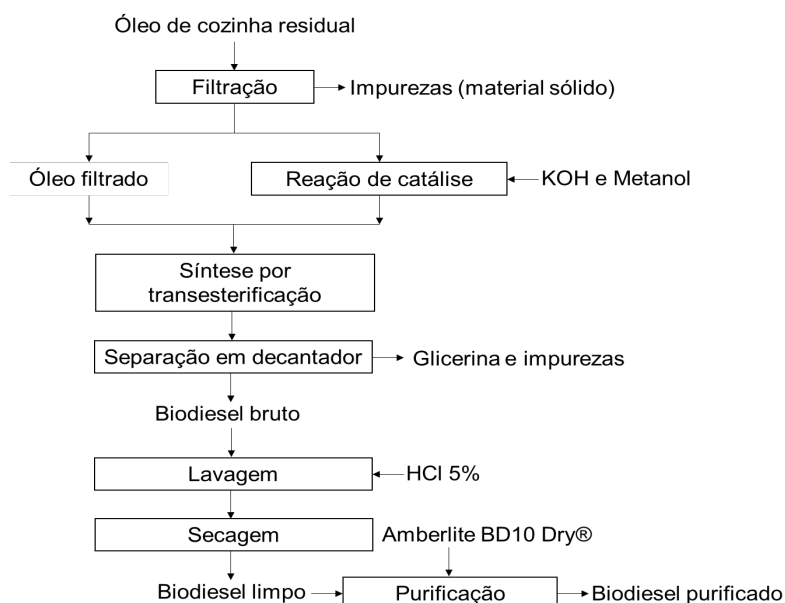
Fonte: Elaborado pelo autor.

O desenvolvimento da síntese do biodiesel a partir do óleo de fritura residual consistiu na reação de transesterificação por catálise alcalina. A esquematização geral do processo está descrita na Figura 2.

Figura 2. Esquematização do processo de síntese de biodiesel a partir da reação de transesterificação

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a escala de bancada, foi utilizado 1L de óleo residual submetido à agitação por 1h com 7g de KOH e 100ml de metanol. O material foi direcionado para um funil de decantação, após 24h, obteve-se a separação do biodiesel e a glicerina residual. A qualidade do biodiesel foi verificada a partir do teste



preliminar de chamas, assim como apresentado na Figura 3.

Figura 3. Teste de chamas para verificação de formação de biodiesel a partir da reação de transesterificação.



Fonte: Acervo do autor.

A partir da condição estabelecida na escala bancada, foi realizado o escalonamento para uma unidade piloto com capacidade operacional de 3L, baseando-se na rota já reportada por Theodoro et al. (2020). Na unidade piloto, o óleo residual de fritura, fornecido pela comunidade local, foi inicialmente filtrado para a remoção de impurezas geradas durante o processo de fritura. Em um reator vertical destinado ao preparo de matérias-primas, KOH foi dissolvido em 1,2L de metanol sob agitação constante até sua completa solubilização, formando uma solução de metóxido de potássio, utilizada como catalisador na reação de transesterificação.

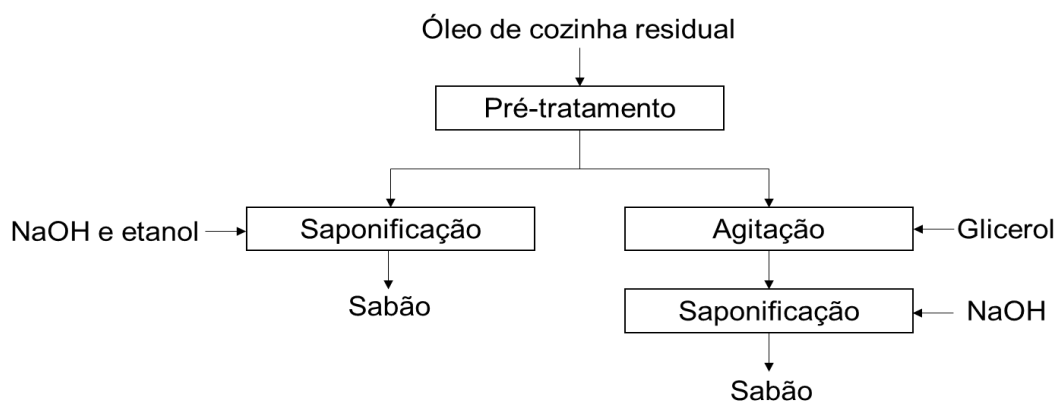
Posteriormente, 3L do óleo previamente filtrado e aquecido a 45°C foram combinados com a solução catalisadora. Essa mistura foi transferida para o reator de transesterificação por meio de uma bomba. No reator, a reação ocorreu a uma temperatura controlada de 45°C, sob agitação contínua, durante 1h.

Após a conclusão da reação, a mistura reacional foi encaminhada para um destilador, onde o metanol residual foi recuperado. A corrente de saída, aquecida a 135°C, passou por um trocador de calor, sendo resfriada a 50°C antes de ser transferida para um decantador. No decantador, ocorreu a separação das fases por diferença de densidade. Sendo a fase pesada, rica em glicerol, armazenada e a fase leve, composta pelo biodiesel, submetida à lavagem, secagem e purificação.

A lavagem do biodiesel foi dividida em duas etapas: a primeira consistiu em duas lavagens com 750mL de uma solução aquosa de HCl 5%. E na segunda etapa, o biodiesel foi lavado mais duas vezes com 600mL de uma solução saturada de NaCl. Para as etapas de secagem e purificação, sequencialmente, o biodiesel lavado foi destinado a uma secagem, e em seguida, direcionado para uma coluna de adsorção preenchida com resina Amberlite BD10 Dry®, funcionalizada com o grupo ácido sulfônico, para a remoção de impurezas e da água residual. Após o processo, a resina foi regenerada por lavagem com metanol, que é recuperado para reutilização (MA; HANNA, 1999).

Quanto à produção do sabão artesanal, seguiu-se duas rotas: a primeira a partir do óleo de cozinha reciclado e a segunda a partir da glicerina bruta gerada no processo de produção de biodiesel a partir do óleo residual. A esquematização das duas rotas está apresentada na Figura 5.

Figura 5. Esquema da produção de sabão artesanal a partir de duas rotas de saponificação.



Fonte: Elaborado pelo autor

Tratando-se da rota 1, foi utilizado NaOH, etanol e óleo reciclável nas seguintes proporções: 5g de soda diluída em 10ml de etanol e sendo agitada em 40ml de óleo. Em seguida 1 gota de essência foi adicionada e o produto final adquiriu a consistência desejada.

A rota 2 consistiu na adição gradativa de 10g de NaOH, 37,5ml de água destilada no béquer de 250ml, agitou-se até dissolver-se por completo. Em seguida, adicionou-se 50ml de óleo residual, já limpo através da torre de purificação; e em seguida, 5g de glicerina bruta. A mistura foi agitada por 40min. Após o processo de homogeneização, o material foi colocado em um recipiente de plástico resistente, a fim de garantir o armazenamento e processo de cura homogêneos, onde permaneceu em repouso por 24h. Ao passar o tempo estabelecido, o sabão foi pesado e seu pH verificado.

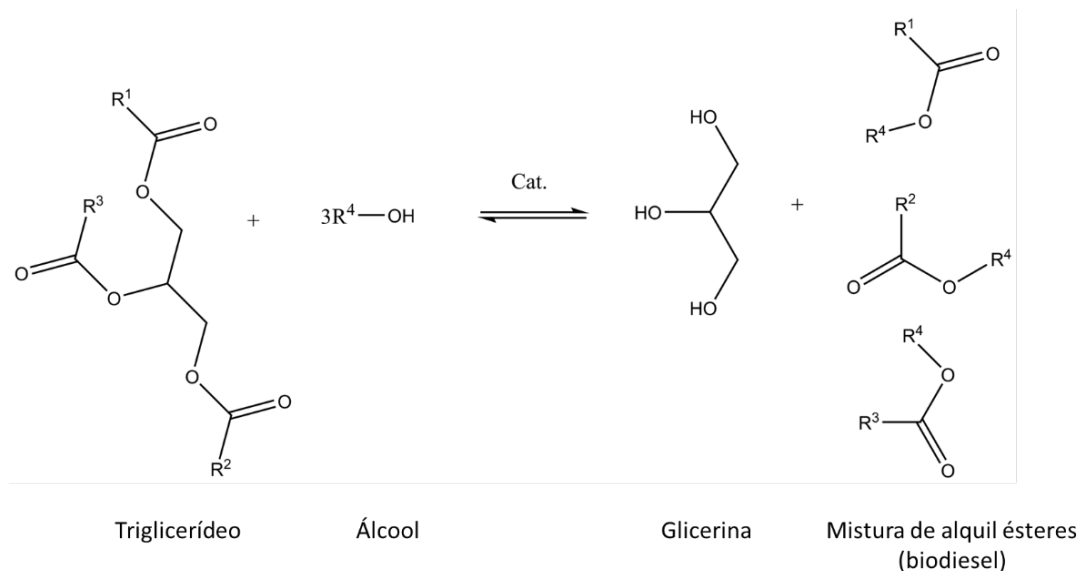
DESENVOLVIMENTO

O biodiesel produzido em escala bancada foi considerado um ensaio preliminar para seu escalonamento, em que os parâmetros de qualidade foram verificados apenas em escala piloto. Dito isso, o teste de

queima do biodiesel foi realizado, certificando que o tempo de queima corroborava com demais estudos em escala laboratorial (SEIDEL, A., VEIGA, B., GEREMIAS, R., SOARES, F., & LEVANDOSKI, 2021; NOBRE et al., 2023).

Com base na alimentação da planta piloto, foi obtido 89% de eficiência de conversão dos ésteres na reação de transesterificação, que pode ser descrita como na Figura 6.

Figura 6. Mecanismo de reação de transesterificação na produção de biodiesel.



Fonte: Adaptado de Lôbo et al. (2009).

Sendo então produzidos 2,48kg de biodiesel, o que representa 99,2% do produto final. Entretanto, há a cogeração de glicerol, comportamento usual na reação de transesterificação, em que ocorre a formação de duas fases: uma superior, composta principalmente pelo biodiesel, e uma inferior, contendo o glicerol bruto juntamente com impurezas, como catalisador residual e possíveis sabões formados (Figura 7). O glicerol formado foi posteriormente utilizado na produção de subprodutos, como o sabão artesanal descrito.

Figura 7. Etapa de separação do biodiesel, glicerol e impurezas após a reação de transesterificação.



Fonte: Acervo do autor.

De todo modo, essa rota garante a produção de um biodiesel conforme as diretrizes de qualidade já reportadas na literatura (MOECKE et al., 2012; SEIDEL, A., VEIGA, B., GEREMIAS, R., SOARES, F., & LEVANDOSKI, 2021) provenientes de frituras, em produtos como sabão, ração e biodiesel evita o lançamento destes no esgoto doméstico ou na forma bruta no solo e em cursos d'água. A produção de biodiesel a partir do óleo de fritura foi uma alternativa encontrada para a Associação Pro-Crep (Projeto

Criar, Reciclar, Educar e Preservar, com processos otimizados para recuperação de insumos e redução de resíduos, promovendo maior eficiência e sustentabilidade no processo produtivo.

Uma vez definida uma rota para a produção de biodiesel, o projeto, se encontra em fase de expansão, visando aumentar seu impacto para além do município de Vassouras/RJ, onde o biodiesel produzido é utilizado nos caminhões de coleta seletiva. Essa fase inclui a construção de um novo reator de 70 litros, permitindo ampliar a produção e viabilizar o uso do biodiesel em municípios vizinhos em máquinas agrícolas e pequenos tratores, fortalecendo a agricultura familiar e promovendo uma integração sustentável.

Sabão artesanal

A Rota 1 foi realizada como intuito de estabelecer uma alternativa mais simplificada, que fosse capaz de ser aplicada em instituições de ensino para promoção da importância da reciclagem, sustentabilidade e economia circular. Além disso, essa produção foi responsável por direcionar os parâmetros da Rota 2, e identificar os possíveis gargalos de produção, como por exemplo, o ajuste do pH, que devido à alta alcalinidade ($\text{pH} > 12$), propiciou a formação de cristais na superfície do sabão referente ao NaOH em excesso.

Referente a Rota 2, os resultados obtidos apresentaram uma massa final do sabão foi de 74,6g. O pH final do sabão foi de 9, corroborando com o padrão estabelecido pela ANVISA (2020), que decreta a alcalinidade máxima de 11,5. O sabão obtido a partir da rota 2 de produção está apresentado na Figura 7.

Figura 8. Sabão artesanal produzido através de uma rota de saponificação a partir do óleo residual e glicerol gerado na produção de biodiesel.



Fonte: Acervo do autor.

Além disso, o sabão produziu espuma em quantidade semelhante aos vendidos comercialmente. Desse modo, a aplicação do glicerol é uma alternativa para o aproveitamento de um resíduo gerado na produção de biodiesel na produção de sabão artesanal. Podendo então ser implantada para uso coletivo, visto que, o trabalho apresentado tem um papel importante para a sociedade, como forma de conscientização aos cuidados com o meio ambiente.

CONCLUSÃO

Este trabalho possibilitou a compreensão de fenômenos do cotidiano e das tecnologias, destacando a interação individual e coletiva no ensino e a aplicação da ciência em nosso ambiente por meio de práticas acessíveis e simples. Dessa forma, promoveu a educação ambiental em instituições de ensino e, como consequência, ampliou o acesso à informação, contribuindo para a formação de uma sociedade mais consciente e engajada na preservação ambiental.

A produção de biodiesel e sabão a partir de óleo residual representou uma abordagem prática e promissora dentro do conceito de economia circular, promovendo a reutilização de resíduos e assim, integrando às práticas de sustentabilidade, de modo a contribuir na redução de impactos nocivos ao meio ambiente.

Além disso, essa prática auxilia na redução da dependência de combustíveis fósseis e valoriza os recursos disponíveis, fortalecendo a conscientização sobre o uso responsável dos materiais.

A produção desses produtos serviu como um incentivo à comunidade a adotar hábitos mais sustentáveis e compreender a relevância de transformar resíduos em produtos que podem ser reinseridos no mercado. Dessa forma, iniciativas como essas alinham-se às metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, unindo inovação, responsabilidade social e ambiental em prol das gerações futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Classificação de Saneantes**.

ATADASHI, I. M.; AROUA, M. K.; AZIZ, A. A. Biodiesel **separation and purification**: A review. *Renewable Energy*, v. 36, n. 2, p. 437–443, fev. 2011. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960148110003435>>.

LÔBO, I. P.; FERREIRA, S. L. C.; CRUZ, R. S. da. **Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos**. *Química Nova*, v. 32, n. 6, p. 1596–1608, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000600044&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>.

MA, F.; HANNA, M. A. **Biodiesel production: a review** *Journal Series #12109, Agricultural Research Division, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska–Lincoln*. *Bioresource Technology*, v. 70, n. 1, p. 1–15, out. 1999. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960852499000255>>.

MOECKE, E. H. S. et al. **Produção de biodiesel a partir do óleo de fritura usado e o empoderamento da comunidade**. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 1, n. 1, p. 33, 31 maio 2012. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/879>.

NOBRE, F. L. de L. et al. **Desempenho e caracterização de biodiesel de cártamo em blends com diesel puro em conjunto motogerador**. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 5, p. e19012541471, 18 maio 2023. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/41471>>.

SCHWANKE, C. M. **Educação para a sustentabilidade: estratégia pedagógica para o ensino**. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, v. 16, n. 6, p. e4570, 20 jun. 2024. Disponível em: <<https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/4570>>.

SEIDEL, A., VEIGA, B., GEREMIAS, R., SOARES, F., & LEVANDOSKI, M. **ESTUDO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO RESIDUAL DE ORIGEM ANIMAL E VEGETAL VIA TRANSESTERIFICAÇÃO**. *Anuário Pesquisa E Extensão Unoesc Videira*, v. 6, 2021.

THEODORO, JANAINA MARTINS; RIBEIRO, SANDRO PEREIRA; NETO, MIGUEL RASCADO FRAGUAS; GONÇALVES, GABRIEL ALVES DE SOUZA; MENDES, MARISA FERNANDES; PEREIRA, C. de S. S. **ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DA UNIDADE SEMI-PILOTO DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL DA UNIVERSIDADE DE VASSOURAS: AVALIAÇÃO DO USO DO ÓLEO DE FRITURA COMO MATÉRIA PRIMA**. In: *E-book do Programa de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais*. [s.l.: s.n.]

A RIQUEZA OCULTA SOB A TERRA: O POTENCIAL DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM UM MUNICÍPIO DO MÉDIO PARAÍBA

Palavras-chave: Biogás, marco regulatório, esgoto sanitário

Fábio Luís Alvarenga Guimarães- Graduado em Engenharia Elétrica; Mestrando no Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras- RJ.

Sandro Pereira Ribeiro - Possui graduação em Licenciatura Química e Química Industrial pela Universidade de Vassouras - RJ (2006); Mestrado em Química pelo Instituto Militar de Engenharia - IME - RJ (2010); Doutorado e Pós doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG; Professor do curso de Engenharia Química e do Mestrado em Ciências Ambientais da Univassouras- RJ. sandro.ribeiro@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

Este artigo faz parte da dissertação de mestrado e tem como objetivo analisar a capacidade produtiva de biogás das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's) planejadas no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB – Barra Mansa - 2019).

Para que fosse efetivo, utilizamos parâmetros de comparação e projeção do próprio PMSB e dados relativos à população por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNISA, para justificar a análise realizada relativa ao município.

O município de Barra Mansa, está localizado no estado do Rio de Janeiro, na região do Médio Paraíba 1- Localização de Barra Mansa

O foco no uso do metano (CH_4) gerado pela decomposição do lodo nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). A proposta abrange a utilização do lodo como fonte de energia, os processos de geração energética via combustão a gás, a análise do desempenho do processo energético, a quantificação da energia produzida e a avaliação da viabilidade econômica relacionada à sua produção e comercialização. Esses aspectos serão utilizados como ferramentas estratégicas para subsidiar a tomada de decisões por parte dos agentes públicos.

Como resultado principal deste trabalho, a produção de biogás, considerando que o município atinja as metas do Marco Legal do Saneamento, Lei 14026/2020, será aproximadamente de 2700 m^3/d .

DESENVOLVIMENTO

A Política Federal de Saneamento Básico no Brasil foi instituída pela Lei nº 11.445/2007 e atualizada pela Lei nº 14.026/2020, formando o Marco Legal do Saneamento. O objetivo é universalizar o acesso a água potável e ao tratamento de esgoto até 2033, com metas de 99% da população com água tratada e 90% com esgoto tratado. Além disso, regula serviços de limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas.

Atualmente, 35,7% da população brasileira, cerca de 75 milhões de pessoas, ainda não têm acesso a serviços básicos de saneamento, com uma situação mais crítica na Região Norte. A falta de saneamento adequado está diretamente ligada a problemas de saúde pública e degradação ambiental.

Segundo Campos (2024) o saneamento é um direito humano essencial, impactando positivamente a saúde, a educação, a produtividade e a qualidade de vida.

O Esgotamento sanitário, é a coleta, o tratamento e a destinação do esgoto são as etapas que compõem o chamado esgotamento sanitário da população. Quando o esgoto não é adequadamente tratado, ele pode contaminar rios e fontes de água, afetando os recursos hídricos, a vegetação e a fauna, além de representar um grave risco à saúde pública, devido à transmissão de doenças. Nos bairros sem tratamento de esgoto, o mau cheiro e a sujeira se espalham, junto com o lixo, criando condições favoráveis ao aparecimento de ratos, baratas, moscas e bactérias nocivas à saúde, o que contribui para o aumento de doenças como verminose, hepatite, diarreia, leptospirose, cólera, dengue, entre outras.

Dessa forma, dois objetivos principais devem ser considerados no planejamento de um sistema de

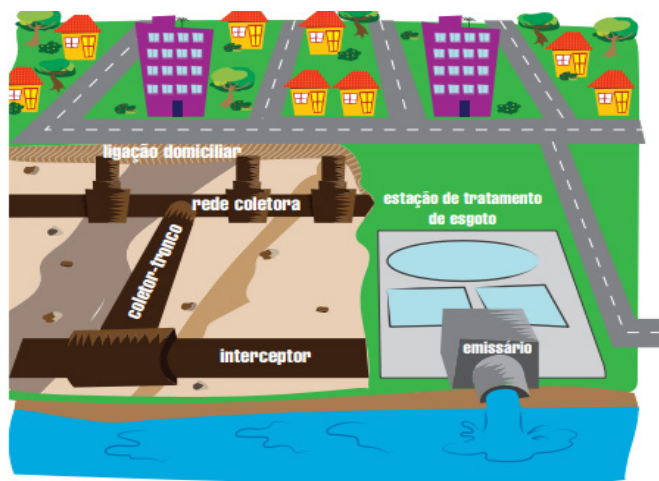
esgoto: a proteção da saúde pública e a preservação ambiental.

Segundo o Manual de Comunicação e Organização Social Esgotamento Sanitário (2015), Um Sistema de Esgotamento Sanitário é composto por diversas unidades, dentre elas:

Ligação domiciliar: estruturas responsáveis por retirar os esgotos das residências e transportá-los até a rede coletora. A implantação dessa estrutura, na maioria das vezes é de responsabilidade do morador, no entanto, pode ser viabilizada pelo poder público.

A Estação de Tratamento de Esgoto - ETE: unidade responsável por realizar o tratamento dos esgotos e devolvê-los ao meio ambiente em boas condições, sejam lançando-os em rios, lagos, mares ou reutilizando-os para fins não potáveis.

Figura 2- Sistema de Esgotamento Sanitário



Fonte: <https://www.codevasf.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/biblioteca-geral-do-rocha/publicacoes/manuais/manual-de-comunicacao-e-organizacao-social-esgotamento-sanitario.pdf>. Acesso 2024

Segundo um artigo da Cibiogas - Biogás e a nova lei de saneamento, uma oportunidade para o Brasil? A nova legislação de saneamento tem o potencial de transformar o setor no Brasil, promovendo avanços significativos no tratamento de esgoto e na produção de biogás como uma rota tecnológica viável e sustentável. Entre os benefícios esperados estão:

- Fortalecimento do tratamento anaeróbio: Melhoria na eficiência do tratamento de esgoto urbano, com foco em processos anaeróbios para geração de biogás.
- Transformação de passivos ambientais em ativos econômicos: Resíduos antes descartados passam a ser reaproveitados como fontes de energia limpa e economicamente viáveis.
- Modernização da matriz energética: Substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE).
- Melhoria na prestação de serviços: Aperfeiçoamento da qualidade e eficiência no setor de saneamento.

A universalização do saneamento básico é um ponto chave para o sucesso da iniciativa, pois direciona o esgoto para estações de tratamento, permitindo o aumento da produção de biogás e incentivando a entrada de novas empresas no mercado. Essa regulamentação e harmonização tarifária promovem uma maior atratividade econômica para o setor, fortalecendo sua sustentabilidade financeira.

Além disso, a ampliação do mercado e a regulação tarifária podem resultar em um modelo mais sustentável, com taxas e preços acessíveis para os serviços de saneamento, contribuindo para o desenvolvimento econômico e ambiental do país.

Segundo manual Tecnologias de Produção e Uso de Biogás e Biometano (2018), O biogás é uma mistura gasosa combustível composta principalmente por metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2), gerada pela atividade biológica durante a decomposição de resíduos orgânicos em condições anaeróbias (sem presença de oxigênio). A composição do biogás pode variar conforme o tipo de substrato sendo degradado e as condições físicas e químicas que influenciam o processo de biodigestão anaeróbia.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), o esgoto é composto, em média, por 99,9% de água e apenas 0,01% de sólidos. Desses sólidos, aproximadamente 75% são matéria orgânica, como proteínas, carboidratos e gorduras, enquanto os 25% restantes são compostos por material inorgânico,

como areia, sais e metais. Além disso, o esgoto pode conter outros produtos de diversas origens que foram descartados inadequadamente na rede de águas residuais.

Devido à composição complexa do esgoto, não é possível remover todos os materiais de uma só vez em uma única unidade. Por isso, as estações de tratamento de esgoto devem contar com várias unidades, cada uma com uma função específica, para remover os diferentes componentes do esgoto. A mistura de esgoto urbano com esgoto industrial, que muitas vezes contém metais pesados, gera problemas adicionais no processo de tratamento, bem como no manejo do lodo gerado durante a digestão anaeróbia. A disposição do lodo no Brasil deve seguir as normas estabelecidas pela Resolução CONAMA 375 (29 de agosto de 2006) e sua retificação pela Resolução CONAMA 380 (31 de outubro de 2006).

O tratamento de esgoto é inicialmente realizado por meio de processos físicos, como decantação e sedimentação, seguidos de tratamentos químicos e biológicos, como limpeza e digestão. O processo pode ser classificado em três fases principais: **tratamento preliminar**, **tratamento primário** e **tratamento secundário**.

A conversão energética do biogás consiste na transformação da energia química do gás em energia térmica ou em mecânica, por meio do processo de combustão controlada. A energia mecânica produzida ativa um gerador, que por sua vez a converte em energia elétrica. Dentre as tecnologias disponíveis e mais utilizadas para o aproveitamento energético do biogás, destacam-se os motores ciclo Otto e as microturbinas a gás. O biogás também pode ser utilizado para a geração de energia térmica por meio da sua queima direta em caldeiras ou fornos

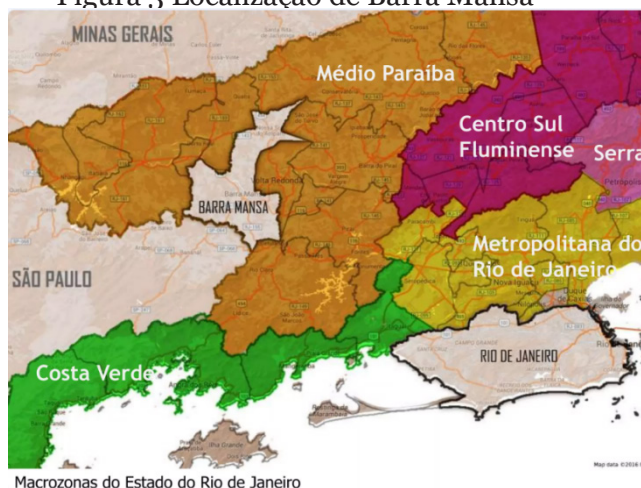
2.1 Metodologia

A metodologia de pesquisa quantitativa, é baseada em literatura científica (livros, revistas e artigos) e em um estudo de caso relacionado à universalização do esgotamento sanitário no município de Barra Mansa, com um estudo de implementação de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's). Os estudos propostos abrangem a produção de biogás, oriundo do tratamento do esgoto sanitário.

2.2 Estudo de Caso

No município de Barra Mansa, conforme, Figura 3, no estado do Rio de Janeiro, o SAAE-BM é o responsável pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário de Barra Mansa. O tratamento de esgoto é hoje um dos principais requisitos para o saneamento ambiental, tendo em vista sua importância para a saúde pública, como também para a preservação ambiental.

Figura 3 Localização de Barra Mansa



Fonte: <https://pt.slideshare.net/slideshow/mapas-de-barra-mansarj/62668543>. Acesso 2024

Para atingir a meta estipulada pelo Marco Legal do Saneamento, o município terá que ampliar sua rede de esgoto

Atualmente, segundo o Ministério das Cidades / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS - LPU - Prestadores de Serviços de Abrangência Lo-

cal - Direito Público, de 18 de dezembro de 2023, hoje o município tem uma população urbana atendida com esgotamento sanitário de 134. 889 habitantes.

No documento Plano Municipal de Saneamento Básico de Barra Mansa (RJ), Referente às Prestações dos Serviços de Abastecimento de Água Potável e de Esgotamento Sanitário, 2019.

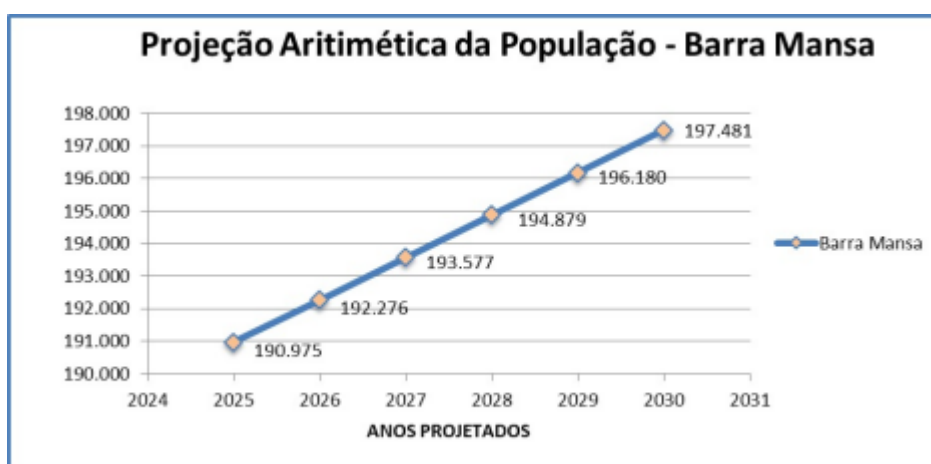
O SAAE de Barra Mansa prevê a instalação de três Estações de Tratamento de Esgoto. Considerando o cálculo de vazão no documento público Termo de Referência 58XX/20XX, o cálculo para uma Estação de Tratamento de Esgoto, e considerando a estimativa de crescimento da população para o ano de 2030, de acordo com o mesmo documento, a quantidade de habitantes seria entorno de 177.732 habitantes.

2.3 Discussão de Resultados

Neste termo de referência, a capacidade de produção de biogás de uma ETE, que atende 62306 habitantes está estimada em aproximadamente 955,35m³/d de biogás.

Considerando o crescimento populacional, conforme a Figura 4, a população será de 197.481 habitantes.

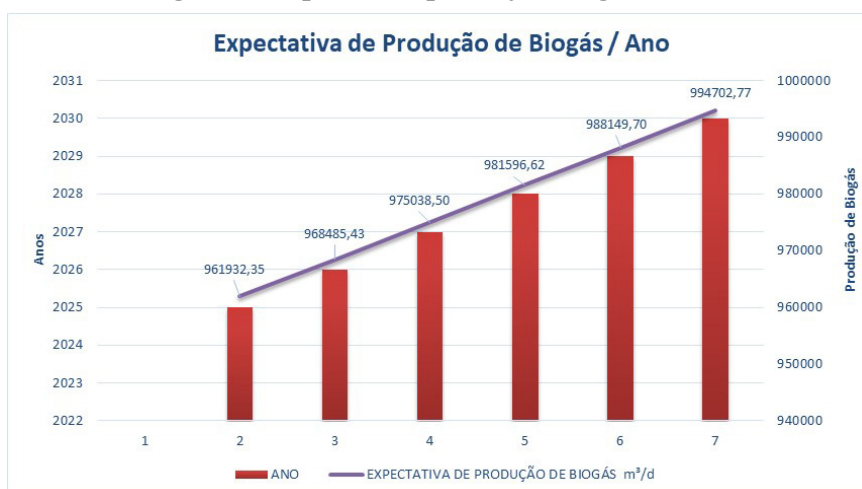
Figura 4. Crescimento populacional de Barra Mansa



Fonte: Adaptado do PMSB-BM (2019)

Se considerarmos a população da região e a similaridade das regiões no distrito sede, a produção estimada de biogás no município, conforme Figura 4 será de 1.000.000 m³/ano.

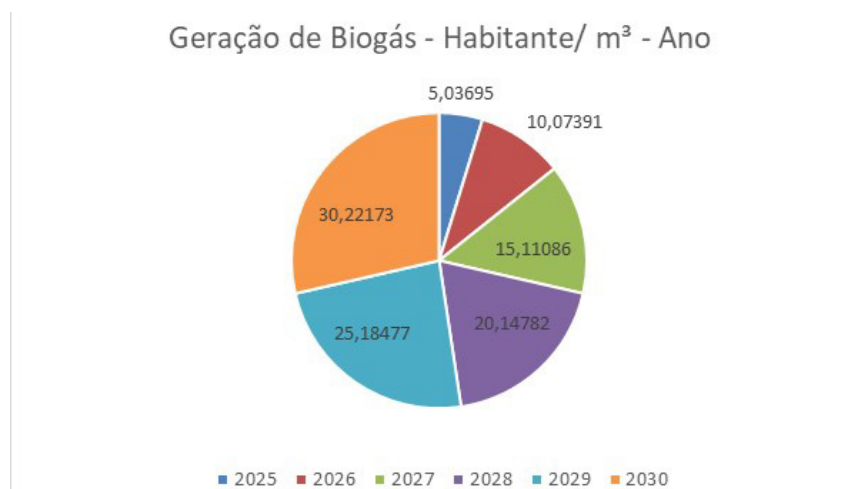
Figura 5. Expectativa produção biogás ano.



Fonte: Adaptado do PMSB-BM (2019)

Então, teremos uma geração por habitante no distrito sede no período analisado, conforme Figura 6.

Figura 6. Geração de biogás – habitante/m³ - Ano



Fonte: Adaptado do PMSB-BM (2019)

CONCLUSÕES

O uso energético do biogás representa uma solução estratégica para reduzir os custos operacionais do tratamento de esgoto, além de melhorar a eficiência dos processos. No caso de do município de Barra Mansa, pode beneficiar a cidade mitigando os custos de energia elétrica.

O biogás ganha destaque como uma oportunidade econômica e ambiental para o setor de saneamento do município. Com a introdução da geração de biogás no projeto das estações de tratamento em Barra Mansa, pode-se gerar no ano de 2030, um volume de 1.000.000 m³/Ano.

O volume a ser gerado é substancial, pois tem capacidade aproveitamento de um resíduo que seria disposto em aterros, sobrecarregando-os. Pode diminuir os custos operacionais das ETE's com a geração compartilhada de energia elétrica, como também auxilia, o meio ambiente, através da diminuição de CO₂

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil **Lei Federal 14.026/2020**, atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984.

CIBIOGÁS.ORG ENERGIAS RENOVÁVEIS - **BIOGÁS E A NOVA LEI DE SANEAMENTO, UMA OPORTUNIDADE PARA O BRASIL** – 2024.

COELHO, SUANI TEIXEIRA. GARCILASSO, VANESSA PECORA. FERRAZ, ANTONIO DJALMA NUNES. SANTOS, MARILIN MARIANO DOS. JOPPERT, CAIO LUCA - **TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO E USO DE BIOGÁS E BIOMETANO**. São Paulo: IEE-USP, 2018

MINISTÉRIO DAS CIDADES / SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL - **SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO**. 2023

Prefeitura Barra Mansa. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Barra Mansa (RJ) referente as Prestações Dos Serviços de Abastecimento de Água Potável e De Esgotamento Sanitário**. 2019.

Prefeitura Barra Mansa **Editais de Licitação da Concorrência Pública nº x, Processo XX/18** – Autarquia XXX. 2019

SALLES, CINTIA PHILIPPI. TEODORO, ROVENA SERRALHA. OLIVEIRA, ALINE TAVARES - **Manual de Comunicação e Organização Social Esgotamento Sanitário**. Ministério da Integração Nacional- MI Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. 2015

A QUÍMICA COMPUTACIONAL COMO FERRAMENTA SUSTENTÁVEL NO DESIGN DE FÁRMACOS

Palavras-chave: Química Computacional, Meio ambiente, Desenvolvimento de Fármacos

Catherine Rodrigues Siqueira de Souza - Bacharela em Farmácia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestra em Ciências pelo PPG-ProdBio da UFRJ e Doutoranda em Ciências Fisiológicas pelo PPG-MCF da UFRJ.

Joyce Helena Cunha e Silva - Bacharela em Farmácia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestra em Ciências pelo PPG-ProdBio da UFRJ e Doutoranda em Ciências Fisiológicas pelo PPG-MCF da UFRJ.

Diego Fernando da Silva Paschoal - Bacharel, Licenciado e Doutor em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Professor Adjunto de Físico-Química do Instituto Multidisciplinar de Química do Centro Multidisciplinar UFRJ-Macaé da Universidade Federal do Rio de Janeiro. diegofspaschoal@macae.ufrj.br

INTRODUÇÃO

A indústria farmacêutica representa um importante papel global na pesquisa e desenvolvimento de produtos e insumos para a prevenção e tratamento de doenças e agravos à saúde. É um dos setores que mais investe em pesquisa e inovação e representa um dos mercados mais lucrativos. De acordo com o Anuário Estatístico do Mercado Farmacêutico, em 2023 o mercado brasileiro movimentou cerca de R\$140 bilhões na indústria, ocupando a 9ª posição no ranking das 10 principais economias mundiais e o principal da América Latina (ANVISA; SCMED, 2024; SINDUSFARMA, 2024). Todo esse crescimento na produção reflete um aumento na geração de resíduos e efluentes industriais, originados nos mais diversos setores, especialmente na pesquisa e desenvolvimento, causando grandes impactos no meio ambiente (Saviano; Daher; Giorgetti, 2022).

O processo de pesquisa e desenvolvimento (P&D) de novos medicamentos envolve diversas etapas, estendendo-se por muitos anos. Consiste na (1) identificação de uma doença específica, (2) conhecimento de um possível alvo terapêutico, (3) descoberta de compostos ativos, chamados *leads*, incluindo a síntese e otimização desses compostos, (4) realização de testes pré-clínicos *in vivo* e *in vitro* e, por fim, os (5) testes clínicos com seres humanos (Zhang et al., 2022). Na busca por moléculas ativas, é muito comum que ocorra a síntese de uma grande quantidade de compostos (cerca de 5.000 a 10.000) para serem testados e poucos deles realmente demonstrem viabilidade e chegam aos testes clínicos, onde a taxa de sucesso é menor do que 15% (Baldi, 2010; Zhang et al., 2022).

Devido ao uso intensivo de reagentes e solventes nos ensaios laboratoriais e estudos iniciais, esse processo gera uma grande quantidade de resíduos. Estimativas mostram que cerca de 80 a 90% dos resíduos gerados pelas farmoquímicas derivam da utilização de solventes, reforçando a necessidade de uma seleção racional ou redução do uso para o bem-estar ambiental (Tonini; Lopes; Barbosa, 2024). Esses resíduos apresentam compostos tóxicos, inflamáveis ou persistentes no meio ambiente, como metais pesados e solventes orgânicos, representando um grande risco ao meio ambiente, especialmente para as matrizes aquáticas e solo (Filho et al., 2018; Saviano; Daher; Giorgetti, 2022).

O *E factor* é um índice utilizado para expressar a eficiência de um processo pela razão entre a massa de resíduos gerados sobre a massa final obtida do produto. Um valor de *E factor* elevado indica que o processo gera uma grande quantidade de resíduos, sendo o valor ideal mais próximo de zero (Tonini; Lopes; Barbosa, 2024). De acordo com a Tabela 1, o setor farmacêutico é responsável pela maior geração de resíduos e o pior desempenho dentre os diferentes ramos da indústria química.

Tabela 1. Produtividade, eficiência (*E factors*) e geração de resíduos nos principais ramos da indústria química. Adaptado de (Tonini; Lopes; Barbosa, 2024)

Segmento Industrial	Produtividade (toneladas/ano)	<i>E factor</i> (kg resíduo/kg produto)	Resíduos gerados (toneladas/ano)
Refinaria de Petróleo	$10^6 - 10^8$	$\sim 0,1$	10.000.000
Comodities Químicas ^a	$10^4 - 10^6$	$<1 - 5$	5.000.000
Química fina ^b	$10^2 - 10^4$	$5 - >50$	500.000
Setor Farmacêutico	$10 - 10^3$	$25 - >100$	100.000

^a Substâncias produzidas em larga escala para servir como matéria-prima para o mercado global.

^b Substâncias puras empregadas como intermediários dos produtos finais.

No Brasil, as principais legislações conhecidas e vigentes que normatizam o gerenciamento de resíduos industriais são a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, conhecida como Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Existem outras resoluções de órgãos competentes como o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que também dão suporte a legislação sobre o tratamento de resíduos visando minimizar os impactos no meio ambiente (Saviano; Daher; Giorgetti, 2022). Embora seja bem regulamentado, procedimentos que minimizem a geração de resíduos nos processos industriais ainda representam a melhor escolha para o benefício do meio ambiente.

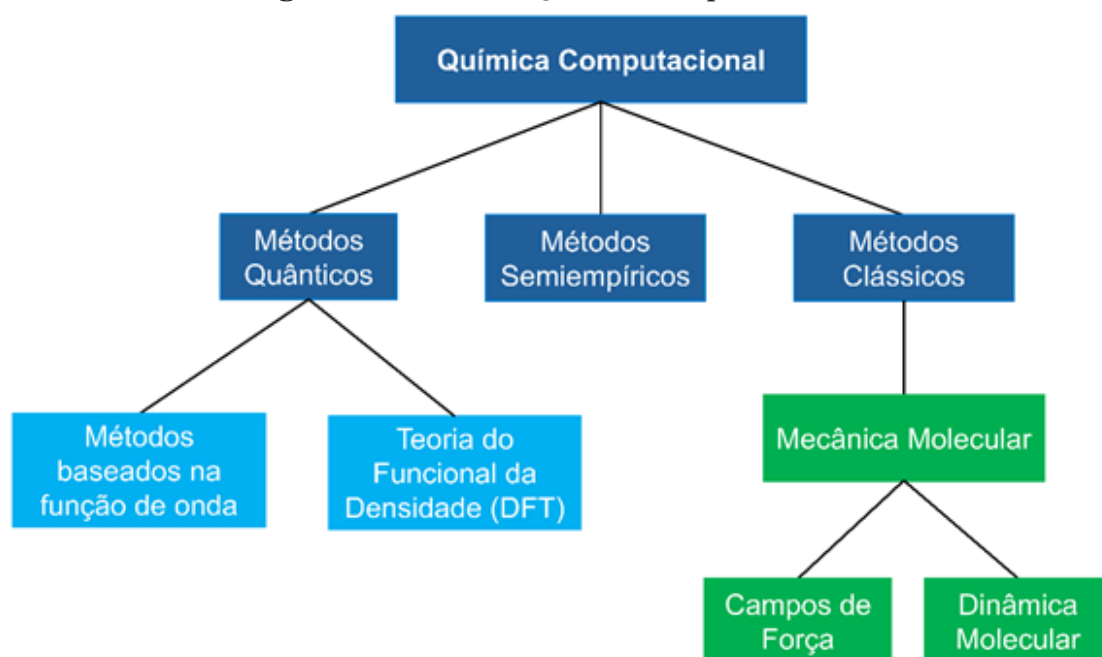
Existem abordagens empregando metodologias de Química Computacional na P&D de medicamentos que podem oferecer alternativas para a redução considerável de resíduos, direcionando para sínteses mais eficientes, reduzindo o número de testes e processos, além de representar uma economia de tempo nos procedimentos iniciais (Baldi, 2010; Zhang et al., 2022). Os benefícios dessas metodologias para o meio ambiente, no contexto da P&D de medicamentos, serão apresentados com maiores detalhes nas próximas seções deste capítulo.

Fundamentos da Química Computacional

A Química Computacional tem-se tornado amplamente empregada nas últimas décadas. De acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, do inglês *International Union of Pure and Applied Chemistry*), sua definição consiste na aplicação de métodos matemáticos para o cálculo de propriedades moleculares ou para a simulação do comportamento molecular. A partir da sua utilização é possível simular o comportamento de átomos e moléculas, bem como prever suas propriedades (Morgan, 2001 e IUPAC, 2019).

A química computacional pode ser dividida em métodos *ab initio*, métodos semiempíricos e métodos clássicos (Figura 1). Cada um desses métodos possui suas especificações e particularidades, sendo apropriado para avaliação de determinados sistemas (Almeida, 2001; Duarte, 2001; Leal, 2010).

Figura 1. Divisão da Química Computacional



Fonte: Elaborada pelos autores

1. **Métodos *ab initio*:** (do latim do princípio) permitem obter propriedades a partir da resolução da equação de Schrödinger. Neste caso, nenhum parâmetro experimental é utilizado e apenas dados de constantes fundamentais da natureza são empregados para obter suas soluções. Devido ao elevado custo computacional, estes métodos são inadequados para grandes moléculas, sendo empregados para apenas algumas dezenas de átomos (Almeida, 2001; Duarte, 2001).

2. **Métodos semiempíricos:** utilizam em seu formalismo um hamiltoniano simplificado e alguns parâmetros obtidos a partir de dados experimentais. Estes métodos possuem um custo computacional muito mais baixo do que os métodos *ab initio*, podendo ser aplicável para sistemas maiores, como os calculados por mecânica clássica, porém sendo capazes de fornecerem parâmetros eletrônicos (Almeida, 2001; Duarte, 2001; Leal, 2010).

3. **Métodos clássicos:** consideram as moléculas como uma coleção de átomos ligados entre si por forças eletrostáticas ou harmônicas e a ligação química é descrita de acordo com uma abordagem clássica. Apesar da sua utilidade para tratar grandes sistemas, a estrutura eletrônica não pode ser descrita com tais métodos (Coelho, 1999; Duarte, 2001).

Portanto, a Química Computacional desempenha um papel significativo, fornecendo resultados confiáveis sobre o sistema de interesse. Além de atuar como um instrumento de suporte, os cálculos computacionais permitem a obtenção de informações que, muitas vezes, não podem ser obtidas de forma experimental (Morgon, 2001).

Métodos Computacionais e sua Aplicação na Redução de Resíduos e Preservação Ambiental

O uso das ferramentas computacionais permitiu um progresso significativo no desenvolvimento de novos fármacos, uma vez que possibilita a identificação e otimização de moléculas com potencial atividade biológica de forma mais eficiente. A partir dos métodos *in silico* é possível realizar uma triagem dos potenciais candidatos a fármacos, permitindo racionalizar a quantidade de testes necessários em experimentos *in vitro* e/ou *in vivo* (Johnson, 2023). Embora o campo da Química Computacional seja bastante amplo, iremos abordar técnicas de modelagem molecular, como *docking* molecular e dinâmica molecular, QSAR (do inglês *Quantitative Structure-Activity Relationship*) e modelagem ADMET (Absorção, Distribuição, Metabolismo, Excreção, Toxicidade), que são os métodos computacionais mais empregados no desenvolvimento de novos fármacos (Adelusi, 2022).

Uma das abordagens computacionais mais utilizadas é o **docking molecular**. Os avanços computacionais que ocorreram ao longo dos anos possibilitaram que o *docking* fosse amplamente utilizado no desenvolvimento de novos fármacos, especialmente nas primeiras etapas. Visto que muitos processos

biológicos dependem de reconhecimentos moleculares, este método apresenta elevada aplicabilidade na determinação da conformação e orientação de moléculas no sítio ativo de alvos biológicos, prevendo as interações que ocorrem entre ligante e alvo macromolecular. As poses de encaixe são classificadas a partir de uma pontuação que avalia a afinidade energética do complexo: quanto menor a energia, mais forte a afinidade de ligação. Além de identificar potenciais compostos que interagem com o alvo biológico, tal abordagem permite o entendimento do processo de interação ligante-alvo, bem como o conhecimento de farmacóforos, grupos que são essenciais para a atividade biológica. O *docking* molecular diminui a probabilidade de falhas na fase final do desenvolvimento de fármacos, possibilitando a criação de moléculas mais potentes e seletivas (Vemula, 2023; Vicidomini, 2024; Xá, 2024).

A **dinâmica molecular** é empregada para prever as posições dos átomos com relação ao tempo, sendo baseada nas equações de Newton do movimento, e capturando os movimentos e interações do sistema (Niazi, 2024). Este método tem sido muito utilizado na descoberta de novos fármacos, pois permite o conhecimento a nível atômico e molecular do sistema e a simulação de propriedades físico-químicas. É uma metodologia que possui boa correlação com os resultados experimentais, além de permitir a análise de diversos tipos de sistemas. A dinâmica molecular abrange sistemas macromoleculares, como proteínas e biomembranas, o que possibilita uma enorme variedade de aplicações (Da Fonseca, 2023).

Embora o *docking* e dinâmica molecular possam dizer sobre a eficácia de uma molécula, a **modelagem ADMET** (absorção, distribuição, metabolização, excreção e toxicidade) determina o seu sucesso clínico, uma vez que medicamentos seguros apresentam propriedades farmacocinéticas apropriadas. Sendo assim, a previsão ADMET permite a exclusão de moléculas com características inadequadas e indesejadas, diminuindo o número de sínteses desnecessárias e erros caros em processos avançados (Adelusi, 2022). As predições *in silico* não devem substituir os testes *in vitro* e *in vivo*, mas podem e devem ser utilizadas de forma complementar visando a obtenção de melhores resultados e uma triagem mais eficiente dos compostos nas fases iniciais. Existem diferentes abordagens *in silico* para prever as características dos compostos a partir da sua estrutura química, variando entre si as abordagens empregadas, como por exemplo àquelas empregadas pelos servidores swissADME e Deep-PK (Pires, 2015, Fonseca, 2023).

A **relação quantitativa de estrutura-atividade (QSAR)** relaciona características estruturais com a atividade terapêutica de uma molécula, partindo do princípio de que a atividade biológica está relacionada com as suas propriedades estruturais. Esta técnica é amplamente empregada na indústria farmacêutica, principalmente devido à redução do tempo de pesquisa, recursos e mão de obra. Os modelos QSAR permitem prever a atividade farmacológica de novos compostos, com base na sua estrutura química, possibilitando que modificações possam ser feitas visando o aumento da atividade biológica e diminuição dos efeitos adversos. Os parâmetros moleculares que podem ser utilizados para construir modelos QSAR envolvem efeitos eletrônicos, como constantes de ionização e orbital molecular, parâmetros hidrofóbicos, como coeficiente de partição, e efeitos estéricos, como peso molecular e refratividade molar (Zhang, 2022; Niazi, 2023; Vemula, 2023; Vicidomini, 2024; Xa, 2024).

A Química Computacional permite a previsão de propriedades de moléculas ainda não sintetizadas, bem como a obtenção de informações sobre a sua farmacodinâmica. Além da redução do tempo e custo na P&D de medicamentos, como já destacado anteriormente, o emprego de abordagens *in silico* também são mais ecológicas, possibilitando uma seleção inicial de moléculas promissoras. Desta forma, ocorre uma diminuição da quantidade de resíduos químicos gerados, provenientes de testes que poderiam dar errado sem a previsão computacional. Portanto, é essencial destacar o sinergismo entre as áreas da Química Computacional e a Química Verde (Mammino, 2023).

Todas essas metodologias possuem um importante espaço no processo de P&D de novos fármacos. Através de uma triagem inicial de moléculas, simulação de reações e processos antes de experimentá-los e otimização dos processos químicos visando uma síntese eficiente dos compostos com maior potencial, a Química Computacional promove redução na utilização de reagentes e a emissão de poluentes. Métodos como QSAR e previsões ADMET dão suporte no conhecimento das propriedades toxicológicas e farmacológicas de compostos químicos, direcionando os ensaios pré-clínicos de forma mais eficiente e reduzindo as sínteses de compostos tóxicos ou inativos nas fases subsequentes, além de reduzir a necessidade de testes em animais, ajustando-se com os princípios éticos e ambientais (Zhang et al., 2022; Mitra et al., 2022).

Educação e Disseminação do Conhecimento

Para que todo o potencial da Química Computacional seja explorado, faz-se necessário o amplo conhe-

cimento das possibilidades disponibilizadas. No entanto, para que isso seja possível, o preparo a nível profissional e educacional é essencial (Mammino, 2023).

Uma vez que a eficácia da Química Computacional depende da familiaridade dos usuários, o seu ensino deve ser fortalecido. A nível educacional, os recursos computacionais permitem abordar diversos temas ensinados na área de química. O uso de softwares possibilita a visualização de moléculas em 3D, facilitando o entendimento e auxiliando no ensino de temas como geometria molecular, entalpias de formação, barreiras de reação, entre outros. Como benefícios, além de ajudar no entendimento, também possibilita que o aluno se ambienta com as possibilidades da química computacional (Mammino, 2023).

Do ponto de vista profissional, é importante que os especialistas sejam capazes de interagir com especialistas de outra área, de forma a garantir a contribuição mútua. Além disso, o conhecimento do sinergismo entre diversas áreas com a química computacional também deve ser difundido, ampliando as utilizações desses recursos na resolução de problemas (Mammino, 2023).

CONCLUSÕES

A Indústria Farmacêutica possui um papel muito importante e indiscutível na sociedade, no que diz respeito ao desenvolvimento e produção de medicamentos e produtos para a saúde. Com o avanço tecnológico, a Química Computacional se mostra como uma importante ferramenta para o desenvolvimento farmacêutico sustentável. A implementação das metodologias de Química Computacional na Indústria Farmacêutica pode melhorar significativamente os resultados da produção. Com a capacidade de modelar e prever as propriedades de interesse dos compostos, a necessidade de experimentação em laboratório é reduzida e guiada para rotas de maior sucesso, promovendo uma economia de recursos e a diminuição dos resíduos gerados. Além disso, por limitar a utilização de solventes nas sínteses experimentais e de animais em testes *in vivo*, as metodologias de Química Computacional alinham-se com os princípios ambientais e éticos da Química Verde.

Essas abordagens tornam os processos de pesquisa e desenvolvimento de medicamentos mais eficientes e reforçam o compromisso da ciência com a sustentabilidade e preservação ambiental. A Química Computacional se apresenta como um exemplo claro de como a ciência pode atender satisfatoriamente às demandas da sociedade e contribuir para um futuro mais verde, combinando inovação tecnológica e responsabilidade ambiental.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer as agências de fomento CAPES (Código de Financiamento 001), FAPERJ (E-26/210.070/2022 – DCTR e SEI-260003/016458/2021, E-26/201.336/2022 – BOLSA, E-26/210.215/2022 e SEI-260003/000707/2022, E-26/204.701/2024) e CNPq (141529/2024-5).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADELUSI, T. I., et al. Molecular modeling in drug discovery, *Informatics in Medicine Unlocked*, v. 29, 2022
- ALMEIDA, W. B., DOS SANTOS, H. F., Modelos Teóricos para a Compreensão da Estrutura da Matéria, *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, nº 4, 2001
- ANVISA; SCMED. Anuário Estatístico do Mercado Farmacêutico 2023. 2024.
- BALDI, A. Computational approaches for drug design and discovery: An overview, *Systematic Reviews in Pharmacy*, 2010.
- COELHO, W. L., et al. Aplicação de Mecânica Molecular em Química Inorgânica, *Química Nova*, v. 22, nº 3, 1999
- ‘Computational Chemistry’ em *IUPAC Compendium of Chemical Terminology*, 3ª ed. União Internacional de Química Pura e Aplicada; 2006. Versão online 3.0.1, 2019. <https://doi.org/10.1351/goldbook.CTo6952>
- DA FONSECA, A. M., et al, **Uma Breve Introdução à Simulação Computacional Aplicada à Química**, Fortaleza: EdUECE, 2023, 196 p.
- DUARTE, H. A., Ligações Químicas: Ligação Iônica, Covalente e Metálica, *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, nº 4, 2001
- FILHO, C. et al. Gestão de resíduos farmacêuticos, descarte inadequado e suas consequências nas matrizes aquáticas. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, p. 228–240, 2018.
- JOHNSON, T. O, et al. Modern drug discovery for inflammatory bowel disease: The role of computational methods, *World J Gastroenterol.*, v. 29, n. 2, p. 310 - 331, 2023
- MAMMINO, L., Green chemistry and computational chemistry: A wealth of promising synergies, *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, v. 34, 2023
- MITRA, D. et al. Evolution of bioinformatics and its impact on modern bio-science in the twenty-first century: Special attention to pharmacology, plant science and drug discovery. *Computational Toxicology*, v. 24, 2022.
- MORGON, N. H., Computação em Química Teórica: Informações Técnicas, *Química Nova*, v. 24, n. 5, p. 676-682, 2001.
- NIAZI, S., MARIAM, Z., Computer-Aided Drug Design and Drug Discovery: A Prospective Analysis, *Pharmaceuticals*, v. 17, n. 1, 2024
- PIRES, D. E. V., et al. pkCSM: Predicting Small-Molecule Pharmacokinetic and Toxicity Properties Using Graph-Based Signatures, *J. Med. Chem.*, v. 58, p. 4066–4072, 2015
- SAVIANO, C. G.; DAHER, M. C. F.; GIORGETTI, L. Efluentes na indústria farmacêutica: aspectos regulatórios e principais métodos de tratamento. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 14, 2022.

SINDUSFARMA. Perfil da Indústria Farmacêutica e Aspectos Relevantes no Setor. 2024

TONINI, M.; LOPES, R.; BARBOSA, M. Aplicação da Química Verde na Produção de Insumos Farmacêuticos Ativos. *Revista Virtual de Química*, v. 16, n. 4, p. 635–646, 2024.

VEMULA, D., et al. CADD, AI and ML in drug discovery: A comprehensive review, *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 181, 2023

VICIDOMINI, C., et al. A Survey on Computational Methods in Drug Discovery for Neurodegenerative Diseases, *Biomolecules*, v. 14, n. 10, 2024

XÁ, M., et al. Computational transformation in drug discovery: A comprehensive study on molecular docking and quantitative structure activity relationship (QSAR), *Intelligent Pharmacy*, v. 2, n. 5, p. 589 - 595, 2024.

ZHANG, Y., et al. Application of Computational Biology and Artificial Intelligence in Drug Design, *Int. J. Mol. Sci.*, v. 23, n. 21, 2022

APLICAÇÕES DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA: RELATO DO CURSO “LABORATÓRIO VIRTUAL: A QUÍMICA DAS MOLÉCULAS”

Palavra-chave: Química, Metodologias ativas, Extensão

Lucas da Costa Schwenck - Bacharel em Farmácia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e Mestre em Ciências pelo PPG-ProdBio da UFRJ.

Caroline Reis Santiago Paschoal - Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestra em Ciências pelo PPG-ProdBio da UFRJ, Doutoranda em Ciências Farmacêuticas pelo PPG-CF da UFRJ.

Leonardo Fernandes de Sousa, Bacharel em Farmácia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestre em Ciências pelo PPG-ProdBio da UFRJ

Natalie Giovanna da Rocha Ximenes - Bacharel em Farmácia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestra em Ciências pelo PPG-ProdBio da UFRJ, Doutoranda em Ciências Farmacêuticas pelo PPG-CF da UFRJ.

Elden Fonseca Dutra Neto - Bacharel em Farmácia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Américo de Araújo Pastor Júnior - Doutor em Educação em Ciências e Saúde pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professor Adjunto do Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Paula Alvarez Abreu - Doutora em Neurociências pela Universidade Federal Fluminense. Professora Associada Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade da Universidade Federal do Rio de Janeiro. abreu_pa@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O ensino de química não é tarefa trivial, principalmente pela dificuldade dos alunos perceberem as aplicações e relação com cotidiano, e com isso podem perder o interesse. Para aprendizagem significativa é necessário que o aluno relacione as novas ideias que está aprendendo àquelas já formadas, e que esta relação faça sentido. A extensão tem como pilares indissociáveis o ensino e a pesquisa e por meio da interação dialógica pode contribuir para a comunidade, mas também para a formação dos universitários. O objetivo deste trabalho é relatar o curso: “Laboratório Virtual: a química das moléculas” realizado pelo projeto de extensão Mundo Virtual com alunos do ensino médio a fim de incentivar o aprendizado em química por meio de metodologias ativas. Os 13 encontros ocorreram de forma remota na pandemia com carga horária de 30 horas. Os alunos cursistas participaram de oficinas sobre como buscar informação, sobre o uso de programas para visualização de moléculas em 3D, produção de vídeos, além de aulas sobre a química presente no dia a dia e no cinema, profissões e pesquisas relacionadas à química, entre outras. Ao longo do curso os alunos confeccionaram um vídeo de divulgação científica sobre moléculas à sua escolha. Foi aplicado um questionário a 18 participantes. A maioria dos participantes (83,33%) era de escola pública e 15 participantes citaram a química como uma das disciplinas de principal interesse. Todos os participantes concordaram que os temas do curso foram interessantes e atenderam às expectativas e gostaram da proposta de produção do vídeo. Os extensionistas, que ministraram as aulas e orientaram os alunos, relataram como desafios a adequação da linguagem para o público-alvo e ressaltaram a contribuição do curso a sua formação, sobretudo em relação à melhoria na didática e comunicação. A interação escola-universidade se apresenta como um caminho interessante para a educação.

No ano de 2012, o educador Paulo Freire foi reconhecido como patrono da educação brasileira, em decorrência de sua concepção inovadora da educação, considerando todo o contexto de vivências do indivíduo para sua formação, baseando-se no diálogo existente entre estudantes e professores, que aprendem de forma conjunta e mútua e afasta-se do modelo tradicional de ensino (CHIARELLA et al., 2015).

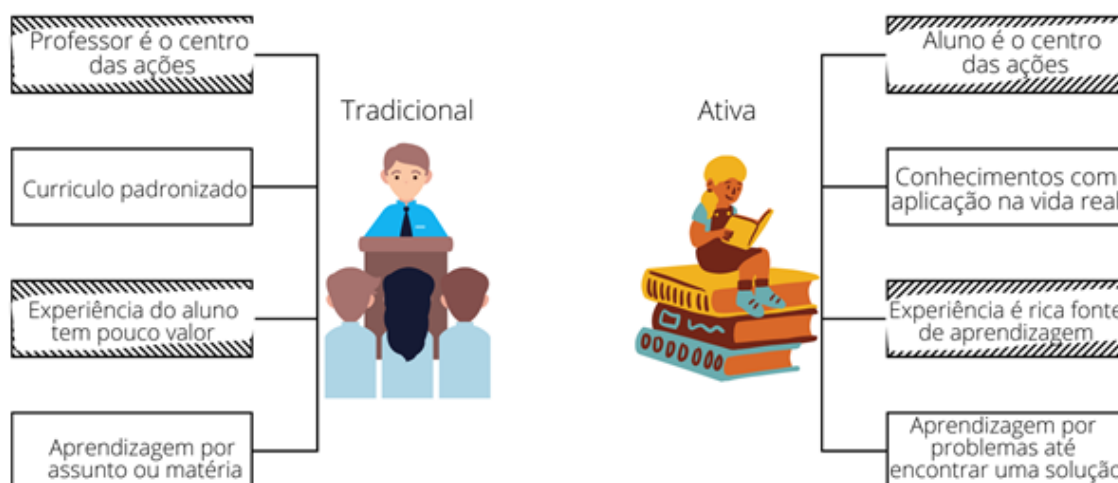
O ensino das ciências, por sua vez, tem sido temática de reformas desde o século passado. Como consequência de algumas delas, os estudantes passaram a encarar o ensino da química como algo difícil e distante, vendo-a como uma disciplina de menor relevância. No entanto, a fase mais recente desta reforma objetiva contemplar todos os estudantes e tornar o ensino das ciências mais democrático (WARE, 2001).

Johnstone (2000) preconizava que o ensino da química era pautado em três princípios que se complementam, sendo comparados aos vértices de um triângulo, sendo estes: o macro - capaz de ser observado e acessado; o submicro - abrangendo átomos, íons, moléculas e estruturas químicas e o representativo - fórmulas, símbolos, gráficos, entre outros. No entanto, no meio escolar, o ensino desta disciplina é mais correlacionado a cálculos matemáticos, o que não contempla todo o contexto e extensões dessa matéria, essenciais para sua correta compreensão (VIEIRA; DA SILVA, 2017).

Com a evolução dos computadores e utilização de programas educacionais nos últimos anos, mudanças significativas foram verificadas nos objetivos de utilização: de simples cálculos computacionais e tutoriais, à simulações com previsões, que permitem interação dinâmica no âmbito educacional e relação aluno-conhecimento (ARROIO et al, 2005). O computador como recurso didático cria condições de aprendizagem que facilitam o acesso dos alunos a uma infinidade de informações, onde o professor como orientador desse processo, possa atuar como facilitador desse processo de ensino-aprendizagem.

Nesse contexto, as metodologias ativas de ensino se apresentam como catalisadores no processo de ensino-aprendizagem inserindo o aluno no centro desse processo, em contraponto às metodologias tradicionais, onde o aluno era apenas ouvinte, estando passivo em seu próprio processo de aprendizagem (DIESEL; BALDEZ & MARTINS, 2017) (Figura 1).

Figura 1: Diferenças entre as metodologias de ensino tradicionais e ativas



A educação, como direito fundamental inalienável, presente no artigo 6º da Constituição Federal de 1988, se dá como um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento igualitário de uma sociedade justa e democrática. Porém, com o declínio do sistema público de ensino brasileiro, perdendo espaço para a rede de ensino particular, estruturou-se uma pirâmide similar à pirâmide social do país, com as classes sociais com menor poder aquisitivo na base, com planos mais baixos de escolaridade. Nesse contexto, a educação superior deve trabalhar em busca de uma sociedade mais justa e igualitária, não sendo omissa no processo de formação de cidadãos (LINS et al, 2014).

A extensão universitária é regida pelos princípios de indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão; a multidisciplinaridade de suas ações; a promoção de uma interação dialógica entre sociedade e universidade; a reafirmação da ética e dos compromissos sociais da universidade brasileira e a busca pela efetividade e impacto de suas ações sociais (DE PAULA, 2013). Ayres (2015), ainda relembra que o ser humano possui uma tendência a separar o saber do fazer, de um lado a prática, de outro, a teoria. Porém, ambos se complementam, a teoria orienta a prática, e a prática suscita e valida a teoria. Sabe-se que não somente as formas científicas de perguntar e responder são as que interessam, mas também saberes cotidianos e experiências vividas têm o seu valor e, nessa troca de saberes, admite-se que a universidade, como espaço onde se produz ciência e ensino rigoroso, científico, humanístico e ético também precisa ser lugar onde a teoria se torna ação (AYRES, 2015). Dessa forma, romper o confinamento do conhecimento dentro do espaço universitário, denominado ensino, e abrir as portas para que não somente

a universidade atravessasse as portas, mas também que a população possa compreender como a pesquisa dentro da universidade é de fundamental importância para o desenvolvimento local fundamenta o tripé indissociável: ensino, pesquisa e extensão.

Contemplando o conceito e todos os princípios que regem a extensão universitária, o projeto de extensão mundo virtual desenvolveu o curso intitulado “laboratório virtual” visando a dinamização do ensino da química, utilizando-se de metodologias ativas para tal fim, além de promover a imersão dos estudantes participantes no meio universitário através de oficinas dialógicas. O presente estudo visa analisar a percepção do curso pela ótica dos estudantes participantes, bem como dos extensionistas que participaram do seu desenvolvimento.

DESENVOLVIMENTO

O curso contou com uma carga horária total de 30 horas, onde todos os encontros foram realizados via Skype. A fim de realizar um estudo observacional e uma análise qualitativa e quantitativa, foram aplicados dois questionários, um inicial e um final, além da realização de uma atividade final produzida pelos alunos. O questionário inicial contou com perguntas sobre o nome, idade, cidade de origem, ano escolar, escola de origem, interesses e as expectativas de cada aluno sobre o curso. Durante o curso foram abordados temas de química variados e suas aplicações no cotidiano. Foram realizadas aulas de revisões abordando atomística, ligações químicas, geometria molecular, radioatividade e conceitos de química orgânica. Tais conteúdos foram aplicados ao contexto das ferramentas de modelagem molecular e de realidade aumentada.

Além disso, foram abordados temas como divulgação científica, pesquisa científica, fake news e sobre o processo de entrada na universidade em cursos relacionados à química. Ao final do curso foi proposta uma atividade onde os alunos confeccionaram um vídeo de divulgação científica e, por isso, também foram realizadas aulas específicas sobre temas de edição e produção de vídeos. Os alunos foram divididos em duplas ou trios para a realização da atividade final e contaram com a orientação de professores tutores participantes do projeto de extensão. O formulário eletrônico final contou com a participação de 18 alunos. As perguntas presentes neste questionário, além do perfil pessoal, contavam também com questões para avaliar a percepção dos alunos frente ao curso. Algumas dessas perguntas tiveram suas respostas categorizadas da seguinte forma: Concordo totalmente, concordo parcialmente, nem concordo nem discordo, discordo parcialmente, discordo totalmente. Tais perguntas versavam sobre as expectativas acerca do curso, metodologia, temas, interação entre colegas cursistas, disponibilidade dos professores tutores e sobre o acréscimo que o curso gerou sobre a formação individual. Uma outra avaliação realizada no questionário, principalmente visando a reprodutibilidade futura do curso foi sobre a carga horária do curso, que possuía como possíveis respostas: excessiva, adequada e pouca. Também foram realizadas perguntas discursivas no intuito de observar o aprendizado adquirido com o curso, sugestões e se o aluno gostou do curso. Por fim, no mesmo questionário foi realizada uma seção de perguntas sobre a produção do vídeo, que foi a avaliação final do curso. Tal parte contou com perguntas sobre o tema de cada vídeo, a percepção de cada aluno sobre a atividade realizada, as dificuldades enfrentadas e propostas de intervenção para edições futuras do laboratório virtual. A avaliação do conteúdo foi realizada de forma a considerar tanto a qualidade visual do material, quanto a informação dada, assim como a adequação ao propósito educacional. Como critérios de classificação de materiais audiovisuais de cunho educativo, Gomes (2008) estabeleceu cinco critérios. Desses, foram selecionados e sintetizados os mais pertinentes a fim de avaliar o conteúdo produzido pelos alunos participantes.

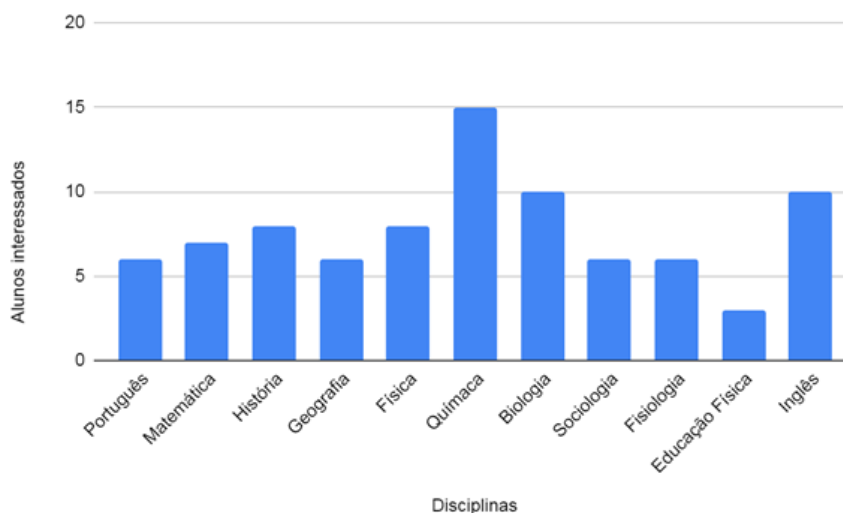
RESULTADOS

Ao analisar as respostas dos 18 alunos participantes, observou-se que 83,33% do inscritos eram do sexo feminino e 16,66% do sexo masculino, com idades de 14 à 18 anos. Quanto à cidade dos inscritos, 44,44% responderam que eram de Macaé, 33,33% de Petrópolis, 11,11% de Magé, 5,55% de Santa Cruz e 5,55% de Vina del Mar, uma cidade do Chile. No que se refere ao ano escolar, 55,55% respondeu que estava no 1º ano do ensino médio, 27,77% estava no 2º ano, 11,11 % no 3º ano e 5,55%, que corresponde a uma pessoa, estava no ensino fundamental, onde 83,33% provinha da rede pública e 16,66% da rede

privada. Acerca da escola na qual os inscritos estudavam 38,88% era aluno do Colégio Estadual 1^a de Maio, em Macaé, 27,77% do Dom Pedro II, 16,66% do PRW, sendo esta a única escola privada observada nas respostas do formulário, 5,55% estudavam no Polivalente, também em Macaé, 5,55% estudavam na escola Eduardo de la Barra (na cidade de Vina del Mar no Chile) e 5,55% estudava no CENIP.

Em relação às disciplinas em que os inscritos tinham maior interesse, foi possível observar que dos 18 alunos inscritos 15 possuíam interesse em química, sendo essa a disciplina com maior alunos interessados, seguida de biologia e inglês com 10 alunos interessados em cada (Gráfico 1).

Gráfico 1. Interesse nas disciplinas.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Em relação a pergunta “Como soube do Laboratório Virtual - Química das moléculas?” 83,33% responderam que souberam pela escola, 11,11% por um familiar e 5,55% ficou sabendo através de um colega. No que diz respeito ao porque se interessaram em participar do Laboratório Virtual, de uma maneira geral, 55,55% responderam que se interessaram em participar por gostar de química e, dentro desses, observou-se respostas mais objetivas como: “Eu gosto muito de química e gostaria de aprender mais sobre”, assim como respostas um pouco mais amplas como “Por que estou buscando ganhar mais informações e o laboratório virtual vai me ajudar a aumentar o meu conhecimento sobre o assunto. E será também uma boa oportunidade pois tenho bastante interesse em aprender mais sobre essa área.” Já 5,55% respondeu que se interessou por incentivo familiar e 38,88% se interessaram porque queriam adquirir conhecimentos de uma maneira geral, e dentre esses foi possível observar respostas como: “Para aprender mais”; “Para me aprimorar.” e “Porque eu achei muito interessante, e parece ser muito divertido, e porque sempre é bom aprender.”

A última pergunta do formulário de inscrição era “O que você espera aprender no Laboratório Virtual?” e em relação a mesma, 55,55% responderam que queriam aprender mais sobre química, com respostas como: “Aprender sobre as moléculas, átomos, ligações químicas e aprender mais de química”, “Sobre a química no nosso dia-a-dia e como posso aplicar o aprendido no meu dia-a-dia.” Já 33,33% responderam que esperavam adquirir conhecimentos gerais, dentre esses observou-se respostas como “Tudo que eu não aprendi no ano passado e muito mais”, “Sobre tudo”, por exemplo. Ainda sobre a última pergunta, 5,55% respondeu que esperava aprender com a prática e outro 5,55% não respondeu.

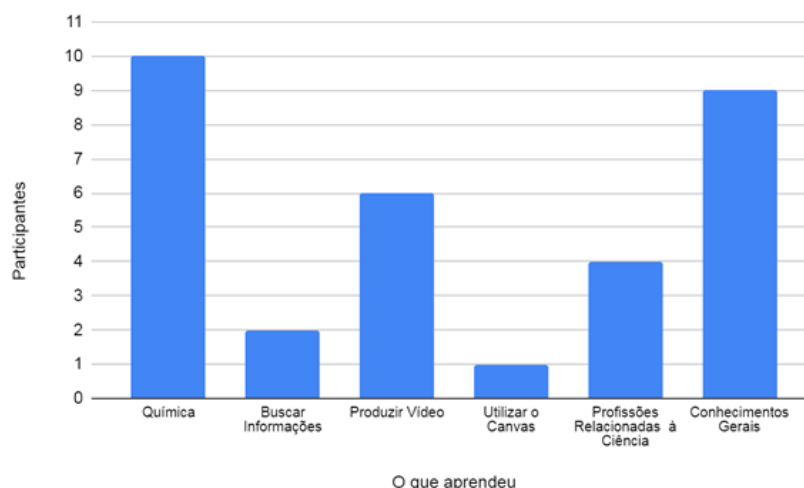
No formulário final foram analisadas as respostas de 17 participantes, visto que 1 dos 18 alunos não respondeu às perguntas referente a atividade de produção de vídeo. Sendo assim, observou-se que 82,35% dos participantes concordaram totalmente que o Laboratório Virtual atendeu às suas expectativas e os outros 17,65% concordaram parcialmente. Em relação a metodologia utilizada 82,35% concordaram totalmente que a mesma foi eficiente, 5,88% concordaram parcialmente e 11,76% não concordaram e nem discordaram. Já no que tange os temas abordados, 94,12% concordaram totalmente que os temas abordados foram interessantes e 5,88%, que corresponde a uma pessoa, concordou parcialmente.

No que se refere a interação com os colegas cursistas, 64,70% concordaram totalmente que houve uma boa interação, 17,65% concordaram parcialmente e outros 17,65% não concordaram e nem discordaram. 100% dos avaliados concordaram totalmente que os professores estavam disponíveis para tirar dúvidas.

Acerca da afirmação “O curso acrescentou na sua formação”, 94,12% dos participantes concordaram totalmente com a afirmação e 5,88% concordou parcialmente. Em relação a carga horária do curso, 76,47% acharam a mesma adequada, 11,76% acharam excessiva e outros 11,76% acharam pouca.

De acordo com as respostas da pergunta “O que você aprendeu ao participar do Laboratório Virtual - Química das moléculas?” foi possível confeccionar o gráfico abaixo com base em categorias não excluídas, no qual evidenciou-se que a maioria dos participantes responderam que aprenderam química e conhecimentos gerais respectivamente (Gráfico 2).

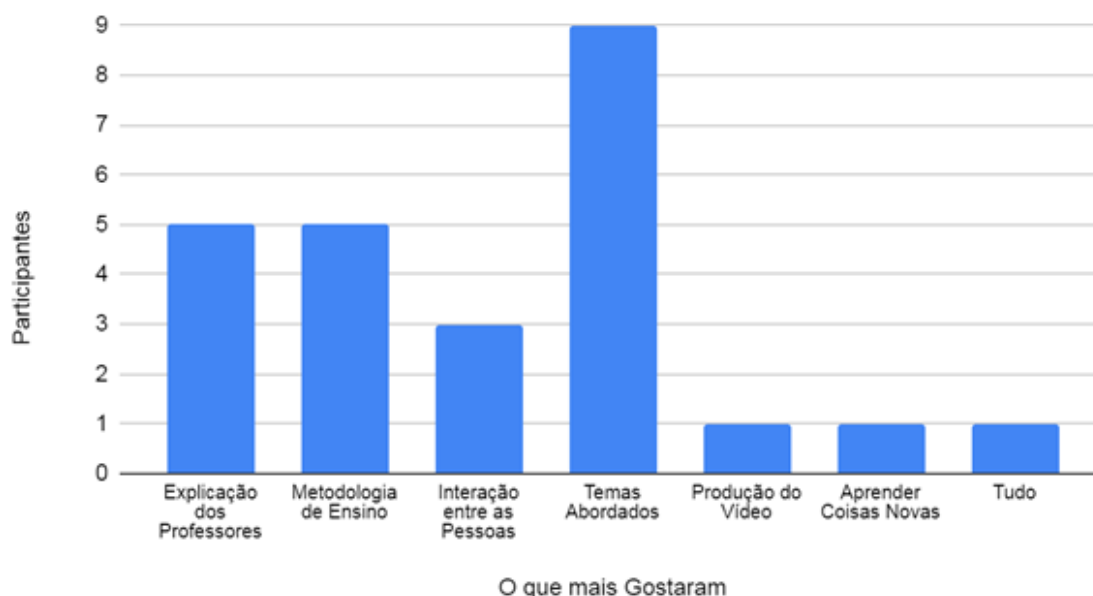
Gráfico 2. O que aprenderam



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

No que diz respeito ao que mais gostaram no Laboratório Virtual - Química das moléculas, a maior parte das respostas analisadas estavam relacionadas aos temas abordados, seguido da metodologia e da explicação dos professores. As respostas menos frequentes estavam relacionadas com a produção de vídeo e aprender coisas novas, sendo cada uma destas citadas apenas por 1 participante (Gráfico 3).

Gráfico 3. O que mais gostaram



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

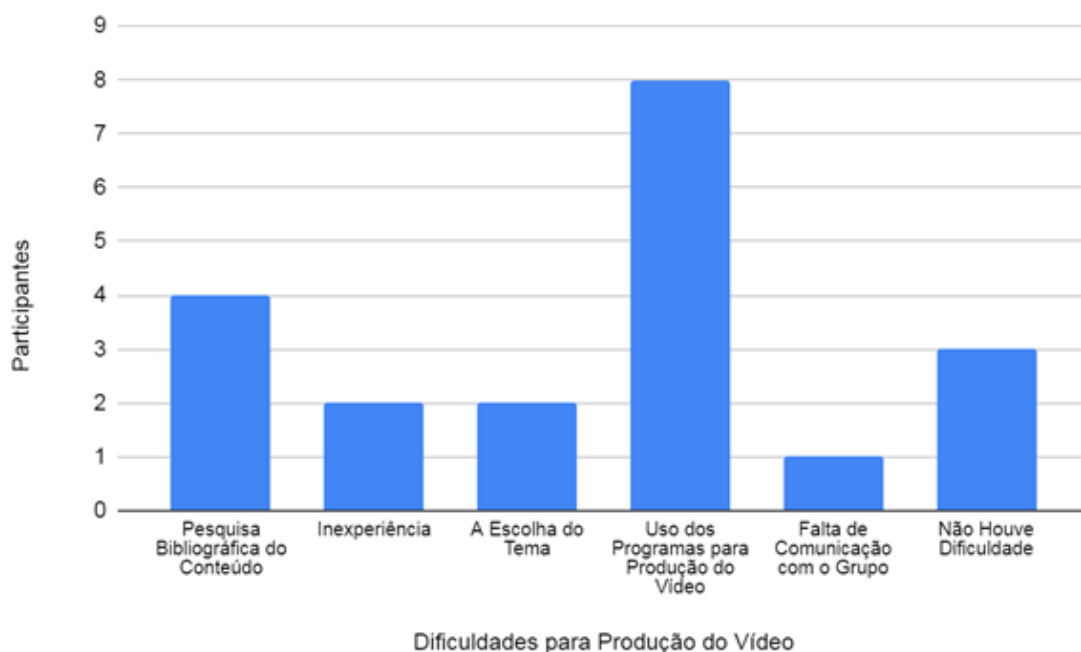
Em relação ao que menos gostaram 41,17% dos participantes responderam que não houve nada que não tenham gostado, por outro lado 17,65% responderam que não gostaram dos horários das aulas e outros 17,65% que não gostaram da plataforma/internet. Ainda com relação ao que menos gostaram, 11,76% não gostaram da carga horária empregada no curso, além disso, 5,88% não gostou de algumas aulas específicas e outros 5,88% não responderam. Acerca de quais sugestões teriam para melhorar o

Laboratório Virtual - Química das moléculas, 17,65% respondeu mudar a plataforma, outros 17,65% sugeriram aumentar a duração do curso e ainda outros 17,65% propuseram melhorar a metodologia e dentre esses verificou-se respostas que sugeriram uma metodologia mais dinâmica, mais interação com os alunos e a continuação de aulas através de trechos de filmes. Continuando a análise, constatou-se que 11,76% responderam alterar a carga horária das aulas, 23,53% respondeu que não tinham nenhuma sugestão e 11,76% não responderam.

No que concerne ao trabalho final da produção de vídeo todos os participantes gostaram da proposta e em relação ao tema do vídeo, 35,29% responderam que escolheram o tema pela importância e por estar presente no dia a dia, já 23,53% por curiosidade e por gostar do tema enquanto outros 23,53% responderam que escolheram o tema devido a um consenso com a equipe. Tiveram ainda 17,65 % que entram na categoria “outros”, sendo exemplos dessa categoria respostas como: “tudo” e “Ele tinha uma história muito legal”.

Quanto às dificuldades que existiram durante o processo de produção do vídeo, o uso dos programas para a produção do vídeo foi a dificuldade mais relatada, seguida da pesquisa bibliográfica do conteúdo. Somente 3 dos 17 alunos responderam que não tiveram dificuldade alguma durante a produção do vídeo (Gráfico 4).

Gráfico 4. Dificuldades para Produção do Vídeo



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Por fim, ao analisar as respostas da última pergunta que tinha como objetivo averiguar como os participantes achavam que a equipe do Laboratório Virtual poderia atuar para melhorar as dificuldades apontadas anteriormente por eles com relação a produção de vídeo, observou-se que 29,41% respondeu que não havia nada para melhorar, 11,76% disseram que não sabiam, 5,88% sugeriu melhorar propondo um tema, já outros 5,88 falaram no trabalho em equipe. Ainda houveram 17,65% que sugeriram recomendar mais plataformas e explicar melhor o funcionamento delas, outros 17,65% não responderam e 11,76% se confundiram e não responderam com relação a produção de vídeo e sim em relação ao curso de maneira geral, sendo essas respostas já analisadas anteriormente em outra pergunta desse mesmo questionário.

Após a apresentação final dos alunos, com o objetivo de produzir algum vídeo utilizando as ferramentas computacionais ofertadas, o curso resultou em 7 vídeos, com tempo médio de duração de 3 minutos e 37 segundos. Os temas versaram sobre a química das flores, das estrelas, látex, sobre as moléculas de hidrogênio e cloreto de sódio, e sobre a vitamina C e proteínas moleculares. Quanto à uma análise crítica dos vídeos produzidos, observa-se que houve adequação da linguagem ao público alvo, que por sua vez seriam outros estudantes do ensino médio. Todos os vídeos foram realizados em formato expositivo, se preocuparam com o rigor científico e clareza de suas informações, bem como das aplicações cotidianas do conteúdo que tomaram como base para sua confecção e requeriam, em menor ou maior grau, conhe-

cimentos prévios sobre os temas, além de empregarem ferramentas e softwares de modelagem molecular.

Quanto à qualidade do material utilizado nos vídeos, em sua totalidade os alunos se preocuparam em obter imagens e vídeos oriundos da internet e bancos gratuitos em boa qualidade, os empregando em tamanho adequado para sua visualização e apenas 1 grupo optou por legendar o vídeo. Já relacionado ao áudio, 71,42% dos materiais produzidos utilizaram músicas como fundo e trilha sonora de seus vídeos, e dentre esse percentual houve adequação da trilha com o tema do vídeo em 80% dos materiais produzidos. Em sua totalidade, os alunos optaram por narrar seus conteúdos com 71,42% de boa qualidade e audibilidade das narrações.

Discussão

De acordo com as análises, 83,34% dos alunos que participaram eram de escolas públicas, mostrando como a universidade pode tornar a ciência acessível a todos, dando a oportunidade de vivenciá-la. Assim como Lins e colaboradores (2014) citaram, é de suma importância que a universidade não seja omissa na formação da cidadania, numa sociedade igualitária e democrática.

Todas as aulas tinham como base a química, mesmo quando eram temáticas diferentes, adaptadas ao contexto escolar e cotidiano dos participantes. Foram observados que a grande maioria dos alunos concordaram totalmente que os temas abordados foram interessantes. , isso vai de encontro a análise feita por Costa Júnior (2023) onde afirma que os objetivos educacionais não devem estar focados tão somente a preparação para o ingresso no ensino superior e nem a formação profissional, mas deve ter como objetivo principal a formação para a vida, onde terão ferramentas eficazes na resolução de problemas do dia-a-dia.

De maneira geral, os alunos revelaram no último questionamento a dificuldade em estabelecer o tema do vídeo. Tal fator pode ser complicante entretanto, possibilita o empoderamento do aluno e inserção do mesmo nas decisões da produção do material, não perpetuando a passividade que os mesmos encontram em sala de aula, onde são meros receptáculos de informação oriundas de um detentor da sabedoria (GOMES 2008).

A linguagem dos vídeos se mostra clara, e chega a levantar questionamentos de forma a cativar o interesse do telespectador, entretanto, apresenta uma linguagem muito próxima a de uma aula expositiva, que pode perpetuar um ideal de que o público já se encontra cativo ao tema, podendo gerar desinteresse do receptor da informação, o que pode afetar a eficácia da informação e seu endereçamento (GOMES 2008). Sendo o vídeo uma ferramenta que une a imagem ao áudio, seria de bom tom utilizar trilhas sonoras a fim de preencher possíveis pequenos vazios entre uma informação e outra, fato compreendido por cerca de 71,42% dos alunos. Segundo os critérios estabelecidos por Gomes (2008), a trilha sonora e o conteúdo devem conversar entre si para que não gere discordância e estranheza ao receptor, fator que não foi atendido por 20% dos vídeos produzidos.

Quanto à acessibilidade dos materiais produzidos, observa-se que os alunos optaram em sua totalidade por narrar suas informações por vezes (3 vídeos) colocando em sua totalidade o que era dito no conteúdo do vídeo. Tal fato pode ser justificável pelo receio em deixar de fornecer informações importantes, ou de garantir segurança durante o preparo do vídeo. Apesar da narração ser um fator importante para acessibilidade de certos grupos, como os de deficientes visuais se somadas à uma audiodescrição (TAVARES, 2016), ela pode ser excludente para outros como os deficientes auditivos e minimizar os benefícios das Tecnologias de Informação e Comunicação à esses grupos (NUNES, 2021). Apenas um grupo se preocupou com a inserção de legendas e nenhum utilizou-se da audiodescrição. Tal fato é importante ser revisto e orientado durante o curso, a fim de tornar a ciência igualitária, e promover o empoderamento desses grupos marginalizados, não permitindo meramente o acesso e sim contribuindo com ferramentas que possibilitem o entendimento e recepção dos conteúdos, uma vez que há uma escassez de materiais audiovisuais voltados à química que apresentem ferramentas de inclusão dessas populações.

Um ponto importante a ser avaliado nas próximas edições do curso é a disponibilização das referências a fim de garantir a integridade das informações utilizadas como embasamento teórico para os vídeos. A ciência se baseia na reprodutibilidade e na integridade de suas informações (DAY, 1998), fato que pode ser confrontado pelas informações disponibilizadas pelas referências utilizadas no estudo logo, de igual forma seria interessante orientar os alunos a disponibilizá-las ao fim do vídeo, uma vez que apenas dois

grupos o fizeram em seus materiais audiovisuais (Tabela S1).

Ainda, desenvolver essas aulas em espaços não formais de aprendizagem como a plataforma de videoconferência Skype, além de procurar novas formas de demonstrar o conteúdo, vai de frente a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) promovendo inovação ao ensino e inserção de novas estratégias metodológicas que integrem áreas do conhecimento com o cotidiano do aluno, assim como foram empregados conhecimento sobre química, cinema, produção audiovisual, base de dados e banco de dados.

Conclusão

Ao fim do trabalho, foi possível observar que, embora o ensino de química ainda seja muito conteudista na maioria das escolas, a extensão universitária pode ser um aliado na desmistificação do processo de aprendizagem da matéria, diminuindo a distância entre o conteúdo abstrato e o concreto, fazendo sentido para a maioria dos que aprendem. Da mesma forma, observou-se que colocar os extensionistas a frente de seus próprios projetos, também sendo agentes ativos no seu projeto de ensino-aprendizagem, tornou-os mais atentos aos detalhes, participativos e colaborativos; além de fazer compreender todos os percalços da educação e do processo de lecionar.

Agradecimentos:

Os autores gostariam de agradecer as agências de fomento CAPES (Código de Financiamento 001), FAPERJ, CNPq e PROFAEX.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARROIO, Agnaldo, HONÓRIO, Káthia M., WEBER, Karen C., HOMEN-DE-MELO, Paula e SILVA, Al-bérico B. F. O ensino de Química Quântica e o computador na perspectiva de projetos. **Química Nova**, v. 28, p. 360-363, 2005.
- AYRES, José Ricardo de C. M. Extensão universitária: aprender fazendo, fazer aprendendo. **Revista de Medicina** (São Paulo), v. 94, p. 75-80, 2015.
- CHIARELLA, Tatiana et al. A pedagogia de Paulo Freire e o processo ensino-aprendizagem na educação médica. **Revista brasileira de educação médica**, v. 39, p. 418-425, 2015.
- COSTA JÚNIOR, João Fernando. A importância da educação como ferramenta para enfrentar os desa-fios da sociedade, da informação e do conhecimento. **Revista Convergências: estudos em Huma-nidades Digitais**, v. 01, n. 01, p. 127-144, 2023.
- DAY, R. (1998) *How to Write and Publish a Scientific Paper*. 5th edn. Philadelphia: ISI Press.
- DE PAULA, João Antônio. A extensão universitária: história, conceito e propostas. **Interfaces-Revis-ta de Extensão da UFMG**, v. 1, n. 1, p. 5-23, 2013.
- DE SOUZA, Carlos Alberto, MORALES, Afelia Elisa Torres. [Coleção Mídias Contemporâneas. Conver-gências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Vol. II] PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015.
- DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodolo-gias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.
- GOMES, Luiz. Vídeos didáticos: uma proposta de critérios para análise. **Revista Brasileira de Estu-dos Pedagógicos**, v. 89, n. 223, 2008.
- JOHNSTONE, Alex H. Teaching of chemistry-logical or psychological?. **Chemistry Education Re-search and Practice**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.
- LINS, Liliane, DE OLIVEIRA, Mayala Moura Valença, CATTONY, Ana Carolina Esteves, BATISTA, Carla Reale, SCHMITZ, Patrícia Dias, PEIXOTO, André Luiz, CARACAS, Thaís de Lira. Extensão uni-versitária e inclusão social de estudantes do ensino médio público. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 12, n. 3, p. 679-694, 2014.
- NUNES, Sabrina Freitas et al. Tecnologias da informação e comunicação para socialização de crianças e adolescentes surdos e deficientes auditivos: uma revisão integrativa. **Research, Society and Devel-opment**, v. 10, n. 2, p. e8510212235-e8510212235, 2021.
- TAVARES, D. et al. Inclusão cultural de deficientes visuais: Uma análise da acessibilidade de materiais audiovisuais. **Teknos revista científica**, p. 105-112, 2016.
- VIEIRA, Carlos Alexandre; DA SILVA, Alexandre Fernando. 05) A História e a Química das Especia-rias: Experiência de Aula Interdisciplinar para Estudantes do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Educação e Cultura| RBEC| ISSN 2237-3098**, n. 16, p. 57-70, 2017.
- WARE, Sylvia A. Teaching chemistry from a societal perspective. **Pure and applied chemistry**, v. 73, n. 7, p. 1209-1214, 2001.

COMPETÊNCIAS, HABILIDADES, ATITUDES E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Palavras chave- ferramentas educacionais, habilidades, engenharia

Ardson dos Santos Vianna Jr - Departamento de Engenharia Química Escola Politécnica- Universidade de São Paulo. ardson@usp.br

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vem ocorrendo uma grande mudança nos currículos dos cursos de engenharia. Antes existia uma grande preocupação com o conteúdo – *context*. Mas nos anos de 1990, algumas empresas, como a Boeing, criticaram os cursos de graduação de engenharia e indicaram o que faltava aos seus profissionais para que apresentassem um melhor rendimento. Uma resposta a isso são as habilidades, competências e atitudes hoje presentes até mesmo na nova diretriz curricular nacional para as engenharias. Este trabalho é uma reflexão sobre o tema visando se alcançar um maior respeito ao meio ambiente e um desenvolvimento sustentável. É uma forma de atender ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 13 - Ação contra a mudança global do clima.

A educação está em constante evolução. A todo momento surgem novos paradigmas e tecnologias que impõem aos educadores novos desafios, mas também ajudam com novas tecnologias.

Uma linha temporal para colocar três teorias psicológicas relacionadas com o ensino e aprendizagem: behaviorismo, cognitivismo e construtivismo. No behaviorismo, o ensino é desenvolvido pelas associações de estímulos e respostas, ou seja, o conhecimento é adquirido de experiências. Poderia se dizer que a realidade é externa e objetiva (Vianna Jr., 2022)

Uma outra forma é que a realidade seja interpretada (Etmer e Newby, 2013), então, o conhecimento passa a ser um equilíbrio entre a experiência e pensamento. É a perspectiva do processo e ciência cognitivos (Anderson *et al.*, 2001).

O próximo passo é a construção do conhecimento, ou seja, um processo interno de construção do conhecimento. Esta caminhada indica que o processo de aprendizagem é no sentido da internalização e, com isso, vem o processo de reflexão.

Dentro do universo de engenharia, há algum tempo as ementas dos cursos e as cargas horárias eram definitivas para a qualidade de um curso. Mas nos anos 1990, empresas apontaram que seus profissionais não eram capazes de realizar atividades outras que não somente as técnicas. A Boeing especificou que faltavam: perspectiva multidisciplinar, boa comunicação oral, escrita e gráfica, alto padrão ético, pensar criticamente e uma profunda compreensão do trabalho em equipe (Crawley *et al.*, 2007).

Desde então, o mundo acadêmico vem dando diversas respostas a esta provocação. Mais diretamente ao relatório da Boeing uma resposta é o movimento mundial relacionado ao CDIO (*Conceiving, Designing, Implementing, Operating*, em tradução livre, criar, projetar, realizar e operar). Mas existem as aprendizagens baseadas em problemas (PBL), projetos, sistemas ou enigmas (*Project, System, or Puzzle Based Learning*). Ou ao triângulo saber – fazer – ser (*knowing-doing-being*).

Tecnicamente, o desenvolvimento sustentável é um conceito sistêmico que procura reduzir o consumo de recursos naturais e matéria-prima, procurando o aumento da reutilização e da reciclagem. Isto pode ser alcançado se a(o) profissional considera opções mais verdes ao longo do processo de tomada de decisão. Devem ser considerados a preservação, a solução solidária ao planeta, ou seja, é atender ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 13 - Ação contra a mudança global do clima. No presente trabalho são apresentadas estas ferramentas e sinalizando como podem ser aplicadas no universo do meio ambiente e do desenvolvimento sustentável.

DESENVOLVIMENTO

2.1 Preâmbulo

Existem diversas ferramentas relacionadas com a evolução do processo de ensino e aprendizagem. O uso da palavra “aprendizagem” já assinala que houve uma mudança do foco do processo: a aprendizagem

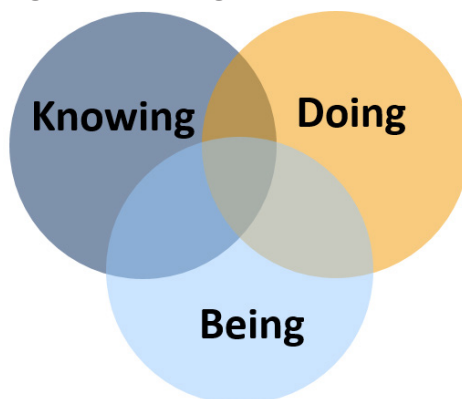
é pelo(a) aprendente! O ensino não exige esta conclusão, mas a aprendizagem sim.

Para isto, diversas abordagens foram desenvolvidas. É possível citar: as aprendizagens ativa, invertida, híbrida, colaborativa e cooperativa, estudo de caso, *lean learning*, as diversas disciplinaridades, ludificação (gameificação) e as ferramentas apresentadas a seguir. Mais informações sobre isso estão no livro “A Nova Aprendizagem em 100 Páginas” (Vianna Jr. e Vianna, 2023)

2.2 Saber-Fazer -Ser

A trilogia saber-fazer-ser está presente em diversas situações. Uma vertente forte é em negócios, por isso, bastante discutida em escolas de business como em Harvard (Datar et al., 2010). A Figura 01 representa bem isso:

Figura 01: Triângulo saber-fazer-ser.



Uma tradução deste triângulo é saber saber- saber fazer - saber ser. Também pode ser relacionada a sigla CHA – competências, habilidades e atitudes.

Em engenharia existe um ponto de partida amplamente utilizado, que é aplicar um conhecimento. Não basta saber a teoria, tem de saber aplicar o conhecimento de forma a resolver problemas. Este é um tensionamento sempre presente no universo da engenharia, a teoria sem a prática ou prática sem a teoria.

Mas, a esse duo deve ser acrescentado o ser. Não basta resolver um problema. A solução deve ser segura, por exemplo! Pode-se dizer que isto foi associado com a engenharia desde a revolução industrial, nos Factory Act de 1833. No Brasil, um ano a ser citado é 1953 quando ocorre a regulamentação da CIPA.

Também não basta que a solução seja economicamente viável, tem de respeitar o meio-ambiente. Datar *et al.* (2010) indicam que profissionais devem conhecer profundamente:

- o fenômeno da globalização
- liderança
- inovação
- habilidade de pensar criticamente
- habilidade de decidir sabiamente
- habilidade de comunicar claramente
- habilidade de implementar de forma eficaz

Recentemente foram publicadas no Brasil as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do Curso de Graduação em Engenharia (Brasil, 2019). Nestas DCNs está previsto aplicar conceitos de gestão, desenvolver sensibilidade global nas organizações, ser capaz de interagir com diferentes culturas, atuar de forma colaborativa, ética e profissional. Portanto, já há formalmente no Brasil uma forte indicação para o saber ser.

2.3 Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)

Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based Learning*) é uma abordagem por aprendizagem ativa que ficou muito popular nos cursos de engenharia. Mas, foi originalmente desenvolvida na Faculdade de Medicina de MacMaster. Podem ser tarefas mais curtas que acompanham os diferentes itens do curso como um todo.

Mas P pode ser de Project, projeto, que é gerar uma atividade mais elaborada. É definido no site do PBLworks (2022) como “um método de ensino no qual os alunos aprendem se dedicando ativamente a projetos sobre situações reais de forma a criar respostas pessoais significativas. Os alunos trabalham em um projeto por um longo período de tempo - de uma semana até um semestre - na resolução de um problema sobre situações reais ou na resposta a uma pergunta complexa. Como resultado, os alunos

desenvolvem conhecimentos profundos de conteúdo, bem como conhecimento crítico, colaboração, criatividade e habilidades de comunicação.”

Um ponto a se destacar é que esta atividade é desenvolvida em grupo. Há cinco princípios específicos para trabalhos colaborativos (Shimazoe e Aldrich, 2010): i- interdependência entre os membros; ii- responsabilidade individual, iii- Interação cara a cara (sempre ou o mais possível), iv- desenvolvimento e melhoria das habilidades interpessoais e v- autoavaliação constante do trabalho em grupo.

Com isso, é possível desenvolver habilidades e atitudes como trocar opiniões com seus pares, refletir sobre formas predeterminadas de pensar, pensamento crítico, construção do conhecimento em grupo e respeito à opinião do outro.

O P do PBL foi estendido a outras ideias. Dentro do universo da informática, existem os sistemas, daí, *System Based Learning*. E uma vertente associado com a ludificação, existem os enigmas, uma ótima ferramenta de aprendizagem, os *Puzzle Based Learning*.

2.4 CDIO

O CDIO é um acrônimo associado a *Conceiving, Designing, Implementing, Operating*, em tradução livre, criar, projetar, realizar e operar. É um movimento global que surgiu como resposta à tensão teoria-prática. Os objetivos globais do CDIO estão no livro Crawley *et al.* (2007) e na página da internet (CDIO, 2022), são:

- Ter um conhecimento profundo dos fundamentos técnicos
- Liderar na criação e operação de novos produtos, processos e sistemas
- Entender a importância e o impacto estratégico da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico na sociedade

A atenção às habilidades e competências é importantíssima, mas o conhecimento técnico continua tendo seu espaço.

Um detalhamento de um programa de CDIO no seu segundo nível de detalhe é (Crawley *et al.*, 2007):

1. Conhecimento técnico e raciocínio
 - Conhecimento de ciências subjacentes
 - Fundamentos da engenharia essencial (*core*)
 - Fundamentos da engenharia avançada (*core*)
2. Habilidades e atributos pessoais e profissionais
 - Raciocínio em engenharia e resolver problemas
 - Experimentação e descoberta de conhecimentos
 - Habilidades e atitudes pessoais
 - Habilidades e atitudes profissionais
3. Habilidades interpessoais: trabalho em grupo e comunicação
 - Trabalho multidisciplinar em grupo
 - Comunicação
 - Comunicação em outras línguas
4. CDIO no contexto social e empresarial
 - Contexto social e externo
 - Contexto em negócios e empresarial
 - Projetando
 - Implementando (realizando)
 - Operando

Fica claro o entrelaçamento de conceitos e ferramentas, mas todos envolvidos com as competências, habilidade e atitudes.

CONCLUSÃO

A evolução na educação abraçou diversas novas ferramentas, novas formas de pensar e tecnologias. Mas, com certeza, passou a dar importância a uma visão mais global do ser humano e sua relação com as atividades de engenharia.

Especificamente, deu-se atenção às habilidades, competências e atitudes que todo profissional deve ter. A comunicação passa a ser uma exigência. Nisto, está incluso se comunicar com outro, de forma clara, mas também com respeito, sabendo ouvir. Daí se desenvolve a ética e a moral dentro da sociedade. Com isto, é possível respeitar, também, o meio ambiente e aí desenvolver algo sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, Lorin W., and David R. Krathwohl. **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives.** Longman, 2001.42926529.

Brasil, Ministério da Educação, Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. Brasília, DF, mar. 2019.

Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S., Brodeur, D., Edstrom, K. Rethinking engineering education. **The CDIO approach**, 302, 2007.

Datar, S. M., Garvin, D. A., Cullen, P. G., Cullen, P. Rethinking the MBA: **Business education at a crossroads.** Harvard Business Press, 2010.

Ertmer, T.L., Newby, P.A. **Behaviorism, cognitivism, constructivism: comparing critical features from an instructional design perspective** *Perform. Improv. Q.* 6(4), 50, 1993. Publicado em: Special Issue on Research Update on Key Training and Mentoring Topics, Performance Improvement Quarterly, 26 (2) PP. 43 - 71, 2013.

Shimazoe, J., Aldrich, H. Group work can be gratifying: **Understanding & overcoming resistance to cooperative learning.** *College teaching*, 58(2), 52-57, 2010.

Vianna Jr., A.S., Vianna, A.M.S., **A Nova Aprendizagem em 100 Páginas, Novas Edições Acadêmicas, 2023.**

Páginas eletrônicas

<http://www.cdio.org/>. Acessado em 15 de fevereiro de 2022.

<https://www.pblworks.org/>. Acessado em 20 de fevereiro de 2022.

INUNDAÇÃO, VULNERABILIDADE SOCIAL E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA ABORDAGEM INTEGRADA NO CONTEXTO BRASILEIRO E DO MUNICÍPIO DE PARAÍBA DO SUL, RJ

Palavras chave: Enchente; Vulnerabilidade Social; Educação ambiental.

Anderson Batista da Silva - Graduado em Estudos Sociais - CES-JF; Licenciado em História – UniAcademia; Mestrando em Ciências Ambientais – UniVassouras; Docente de Ciências Humanas no Centro de Ensino Vila Isabel; Docente de Ciências Humanas no Centro de Educação Multidisciplinar; Instrutor Social na Rede Municipal de Educação nos municípios de Três Rios RJ, Paraíba do Sul RJ e Sapucaia RJ.

Sandro Pereira Ribeiro - Possui graduação em Licenciatura Química e Química Industrial pela Universidade de Vassouras - RJ (2006); Mestrado em Química pelo Instituto Militar de Engenharia - IME - RJ (2010); doutorado e Pós doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG; Professor do curso de Engenharia Química e do Mestrado em Ciências Ambientais da Univassouras- RJ. Sandro.ribeiro@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

As enchentes, são fenômenos naturais amplificados por atividades humanas, criam as inundações que geram prejuízos em diversas regiões do Brasil. No município de Paraíba do Sul, RJ, as inundações têm sido recorrentes, expondo a vulnerabilidade social de populações ribeirinhas historicamente marginalizadas. Nesse cenário, a Educação Ambiental desponta como uma abordagem essencial para mitigar os impactos das enchentes e promover mudanças estruturais, sociais e educacionais.

DESENVOLVIMENTO

1. As Enchentes no Brasil e em Paraíba do Sul

O Brasil possui um histórico de desastres relacionados às inundações, especialmente em regiões urbanizadas. Segundo Tucci (2007), a ocupação inadequada do solo, a impermeabilização e a falta de planejamento urbano agravam os riscos de enchentes em áreas metropolitanas e cidades menores. No caso de Paraíba do Sul, o município está situado no interior do estado do Rio de Janeiro, dentro do Vale do Paraíba. Um vale estreito, cortado pelo Rio Paraíba do Sul e encaixado entre duas cadeias de montanhas, que influenciam o clima local e a retenção e passagem das nuvens. E quando chove lá, os afluentes deságuam no rio, contribuindo para a regularidade dos alagamentos do perímetro urbano, especialmente durante o período das chuvas intensas de verão.

Ocupações irregulares e a ausência de infraestrutura adequada em bairros periféricos ribeirinhos são fatores que aumentam a vulnerabilidade social da população. Como afirma Santos (2006), as condições socioeconômicas precárias limitam a capacidade das comunidades afetadas de se adaptarem ou de responderem a desastres naturais. Paraíba do Sul não é exceção, com famílias vivendo próximas às margens do rio em áreas frequentemente atingidas por enchentes, sem acesso a políticas públicas de prevenção eficazes e a mecanismo de conscientização para promover a transformação social.

2. Educação Ambiental como Ferramenta de Transformação

A Educação Ambiental, entendida como um processo contínuo e interdisciplinar, desempenha um papel fundamental na conscientização e mobilização social frente aos desafios impostos pelas enchentes. Dias (1998) ressalta que a Educação Ambiental deve promover o empoderamento das comunidades, permitindo que elas compreendam suas condições socioambientais e desenvolvam soluções sustentáveis.

No contexto de Paraíba do Sul, ações educativas podem incluir programas escolares que abordem multidisciplinarmente os impactos das enchentes e incentivem o engajamento dos estudantes em práticas de mitigação de riscos. Atividades como o plantio de árvores em áreas de encosta, o monitoramento das condições climáticas e o mapeamento de zonas de risco são exemplos práticos que integram conhecimento acadêmico e participação comunitária.

Como destaca Freire (1987), a educação deve ser dialógica e contextualizada, conectando o aprendizado

formal às experiências e saberes locais. Assim, as escolas em Paraíba do Sul podem atuar como catalisadoras de mudanças, promovendo debates sobre justiça socioambiental e envolvendo a comunidade na busca por soluções para os problemas que enfrentam.

3. Políticas Públicas e a Importância da Intersetorialidade

A Educação Ambiental, no entanto, não pode atuar isoladamente. Como argumenta Sachs (2000), é fundamental que políticas públicas sejam integradas à educação para garantir que mudanças estruturais sejam alcançadas. No caso de Paraíba do Sul, isso inclui a implementação de planos diretores que restrinjam a ocupação de áreas de risco, o desenvolvimento de sistemas de alerta para enchentes e a criação de infraestrutura verde, como parques lineares ao longo do rio.

Além disso, é essencial que as iniciativas educacionais e políticas sejam desenvolvidas em diálogo com a comunidade. De acordo com Jacobi (2003), a participação social é um componente crucial para a construção de uma gestão ambiental democrática e efetiva. Promover a elaboração de material didático para informar, capacitar, conscientizar e envolver alunos e moradores de Paraíba do Sul no planejamento e na execução de ações contra as enchentes, é possível promover um sentimento de pertencimento e responsabilidade coletiva.

CONCLUSÃO

A relação entre enchentes, vulnerabilidade social e Educação Ambiental em Paraíba do Sul ilustra a complexidade dos desafios socioambientais enfrentados no Brasil. Contudo, ao integrar ações educativas, políticas públicas e a participação comunitária, é possível não apenas mitigar os impactos das inundações, mas também promover mudanças significativas na qualidade de vida da população para que possam viver em um ambiente equilibrado.

A Educação Ambiental, nesse contexto, emerge como uma ferramenta transformadora, capaz de mobilizar indivíduos e comunidades na construção de um futuro mais justo, sustentável e consciente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELMONTE, M. **Racismo Ambiental e Emergências Climáticas no Brasil**. São Paulo. Oralituras, 2023.

DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 8. ed. São Paulo: Gaia, 1998.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

JACOBI, P. R. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Cadernos de Pesquisa, v. 118, p. 189-205, 2003.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 2. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2006.

DA, SILVA. **Pedro Gomes. Capítulos de História de Paraíba do Sul**. Rio de Janeiro. Editora Cia. Brasileira de Artes Gráficas. 1991

TUCCI, C. E. M. **Gestão de recursos hídricos no Brasil**. Porto Alegre: ABRH, 2007.

TRATAMENTO COMBINADO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO E ESGOTO DOMÉSTICO PELO PROCESSO PACT®: INFLUÊNCIA DO TEMPO DE RESIDÊNCIA

Palavras chave- Lodo ativado, adsorção, carvão ativado em pó.

Albiane Carvalho Dias- Doutora em Agronomia (Ciências do Solo) pela UFRRJ

Aline Ramos Portella - Doutoranda em Engenharia Ambiental pela UFRJ

Felipe da Costa Brasil - Doutor em Agronomia (Ciências do Solo) pela UFRRJ

Leonardo Duarte Batista da Silva - Doutor em Irrigação e Drenagem pela USP; Professor da UFRRJ

Juacyara Carbonelli Campos- Doutora em Engenharia Química pela UFRJ; Professora da UFRJ

Alexandre Lioi Nascentes - Doutor em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos pela UFRJ; Professor da UFRRJ. lioi@ufrj.br

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional aliado ao crescimento econômico tem contribuído de maneira considerável para o aumento da taxa de geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) nos últimos anos. Tal correlação é ainda mais preocupante diante da fragilidade das políticas públicas de gerenciamento de resíduos no Brasil. Pois a disposição inadequada dos RSU representa uma ameaça tanto do ponto de vista ambiental como da saúde pública.

Neste cenário surgiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecida pela Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), que preconiza a erradicação dos lixões, com isso o emprego sob a forma de aterro sanitário, para a disposição final dos RSU, tem aumentado devido também à maior viabilidade econômica quando comparada a outras alternativas.

O principal problema associado ao aterro sanitário é o lixiviado, gerado a partir da decomposição dos RSU caracteriza-se como um efluente com alto potencial poluidor e deve ser tratado adequadamente, pois a possível presença de substâncias recalcitrantes e a grande variabilidade das suas características ao longo da operação do aterro tornam as técnicas de tratamento tradicionais pouco eficientes e muito onerosas.

Uma das alternativas estudadas por diversos pesquisadores é o tratamento do lixiviado de aterros sanitários combinado com esgoto doméstico em estações de tratamento de esgoto. Esta prática já vem sendo adotada em diversos países, inclusive no Brasil. No entanto, as principais limitações deste arranjo residem na redução da sedimentabilidade do lodo e no comprometimento da atividade dos microrganismos, à medida que se aumenta a proporção de lixiviado na mistura (BOCCHIGLIERI, 2010; FERREIRA et al., 2009; NASCENTES et al., 2015; MANNARINO et al., 2013).

Apesar de muitas das experiências serem bem sucedidas ainda existem muitas incertezas do tratamento combinado, mas a esse respeito presumi-se que não há uma solução universal, que isoladamente, consiga tratar de maneira eficiente o lixiviado, por isso, técnicas consorciadas são sempre utilizadas.

Estudos recentes mostram que a tecnologia que combina carvão ativado em pó e lodos ativados, conhecida como PACT® (*Powdered Activated Carbon Treatment*), caracteriza-se como uma alternativa promissora para o tratamento de efluentes que apresentam compostos com elevada resistência a biodegradação, promovendo a adsorção e a degradação biológica simultaneamente. E uma das suas principais vantagens reside na integração ao sistema de lodos ativados que já se encontra bastante difundido. Dessa forma, a adição de carvão ativado pode auxiliar o processo de remoção de diversos compostos e promover a estabilidade do sistema (ECKENFELDER, 1989; METCALF e EDDY, 1991).

Neste contexto, o presente trabalho visou avaliar a influência do tempo de residência sobre o tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico através do processo PACT®.

DESENVOLVIMENTO

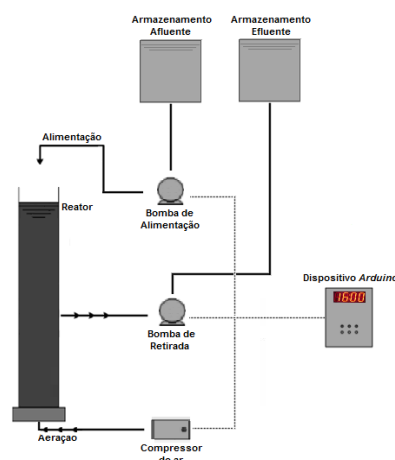
2.1 Sistema Experimental

O experimento foi conduzido em três reatores de bancada operados em bateladas sequenciais, utilizando-se provetas de 1000 mL, correspondendo a um volume útil de 1 L.

A alimentação e a retirada do efluente tratado foram realizadas por bombas dosadoras e a aeração por um compressor de ar conectado a uma pedra porosa, de maneira a se garantir uma concentração de oxigênio dissolvido (OD) em torno de $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$ durante todo o experimento.

Foi utilizado um dispositivo *Arduino* para a automação do processo. Dessa forma, foi possível controlar a duração de cada fase do ciclo operacional dos reatores (alimentação, aeração, sedimentação e retirada), controle das bombas de alimentação e retirada do efluente e da bomba de aeração. No painel do dispositivo *Arduino* foram instalados sinalizadores e um temporizador digital que indicava a fase e o tempo do ciclo durante o funcionamento do reator. A Figura 1 apresenta o aparato experimental de um dos reatores.

Figura 1. Aparato Experimental



2.2 Operação dos Reatores

Os reatores foram inoculados com 250 mL de lodo concentrado proveniente da linha de recirculação de uma estação de tratamento de esgotos, havendo a adição inicial de carvão ativado em pó (CAP) e completados com as respectivas misturas de alimentação.

O carvão ativado em pó utilizado neste experimento foi o Carbomafra (Tipo: 118 CB AS nº170), de origem vegetal e fabricação nacional. As características do CAP são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características do carvão ativado em pó Carbomafra

Parâmetros de Caracterização	Resultados
Área BET	$726,68 \text{ m}^2.\text{g}^{-1}$
Área de microporo	$560,59 \text{ m}^2.\text{g}^{-1}$
Área externa	$166,08 \text{ m}^2.\text{g}^{-1}$
Volume de microporo	$0,266 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$
Tamanho de microporo	$25,6 \text{ Å}$

Fonte: CAMPOS et. al (2014)

Os reatores, após a inoculação, foram operados em regime de ciclos, composto por quatro fases: alimentação estática na parte superior do reator, aeração pela parte inferior, sedimentação e a retirada do efluente.

Os reatores foram alimentados com misturas de 5% de lixiviado/esgoto (v/v), nos diferentes TR, sendo fixada a concentração de CAP (X_{ca}) de 6 g.L^{-1} em todos os reatores.

A escolha dos tempos de residência e das respectivas idades do lodo foi baseada na classificação dos

sistemas de lodos ativados em função da idade do lodo (Tabela 2), apresentada por Von Sperling (1997).

Tabela 2. Classificação dos sistemas em função da idade do lodo

Denominação Usual	Idade de Lodo	Tempo de retenção hidráulica (h)	Faixa de Idade do Lodo (d)
Aeração modificada	Reduzidíssima	-	Inferior a 3
Lodos ativados convencional	Reduzida	6 a 8	4 a 10
-	Intermediária	-	11 a 17
Aeração Prolongada	Elevada	16 a 24	18 a 30

Fonte: Adaptado, VON SPERLING (1997)

As condições operacionais dos reatores são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Resumo das condições operacionais dos reatores

TR (h)	8	16	23
Idade do Lodo (d)	17	28	28
X_{ca} (g.L ⁻¹)	6	6	6
Duração das fases (min.)			
<i>Enchimento</i>	5	5	5
<i>Aeração</i>	420	900	1320
<i>Sedimentação</i>	50	50	50
<i>Retirada</i>	5	5	5

A escolha de fixar a proporção de 5% de lixiviado na alimentação com a concentração de CAP de 6 g.L⁻¹ é baseada nos melhores resultados obtidos Fernández Bou et al. (2015) e Fernández Bou et al. (2018), pois de acordo com o autor quando a mistura foi de 5% de lixiviado na alimentação entre os reatores que possuíam uma concentração de 2, 4 e 6 g.L⁻¹ de CAP, o que apresentou o melhor comportamento atingindo 73,9% de eficiência na remoção de DQO foi o reator com maior concentração de CAP (6 g.L⁻¹).

As estratégias operacionais tiveram um tempo de operação de 40 dias. O controle da idade de lodo (θ_c) foi realizado por meio de descartes diários de lodo com a aeração ligada. Neste caso, houve reposição diária (X_{ci}) de CAP, de modo a se manter uma concentração de carvão constante durante o procedimento experimental. A reposição foi calculada pela Equação 1 (ECKENFELDER, 1989).

$$X_{ca} = (X_{ci} \cdot \theta_c) / TR \quad (1)$$

Onde:

X_{ca} = concentração de CAP no interior do reator (mg.L⁻¹);

X_{ci} = Reposição de CAP (mg.L⁻¹);

θ_c = Idade do lodo (d); e

TR = Tempo de Residência (d)

O lixiviado utilizado neste trabalho foi coletado no CTR-Santa Rosa, situado no município de Sero-pédica/RJ. O esgoto sintético foi produzido no laboratório, com base nas recomendações de Fernández Bou et al. (2018) de modo a se obter características físico-químicas similares às do esgoto doméstico, conforme Tabela 4. A mistura lixiviado/esgoto era renovada todos os dias no recipiente de armazenagem e ficava sob refrigeração, a partir daí, era bombeada para o interior dos reatores nos períodos de alimentação de cada ciclo operacional.

Tabela 4. Composição do esgoto sintético

Componentes	Concentração (mg.L ⁻¹)
Peptonas de caseína	360
Extrato de carne	250
Uréia	100
Fosfato monobásico de potássio	26
Cloreto de sódio	14
Cloreto de cálcio di-hidratado	8
Sulfato de magnésio hepta-hidratado	4

Fonte: Adaptado de Fernández Bou et al. (2018)

2.3 Monitoramento do sistema

Os reatores foram monitorados quanto ao seu desempenho, e amostras foram coletadas do afluente (entrada do reator), do licor misto e do efluente (saída do reator). As metodologias utilizadas para a determinação dos parâmetros foram baseadas nos procedimentos recomendados pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012). As variáveis analisadas foram: demanda química de oxigênio (DQO), cor aparente e índice volumétrico do lodo (IVL).

O IVL foi calculado usando a Equação 2.

$$IVL = SD'_{30} / (X_e \cdot V_p) \quad (2)$$

Onde:

IVL = índice volumétrico do lodo (Ml.g⁻¹);

SD'30 = volume ocupado pelo lodo após 30 minutos de sedimentação (Ml);

X_e = SST no tanque de aeração (mg.L⁻¹); e

V_p = Volume da Proveta (usualmente 1.000 Ml).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 5 apresenta a caracterização do lixiviado utilizado neste experimento.

Tabela 5. Caracterização do Lixiviado

Parâmetro	Unidade	Valor Médio
pH	-	8,2
Cor	uH	7670
Turbidez	uT	164
Alcalinidade	mg Ca-CO ₃ .L ⁻¹	10.793
DQO	mg.L ⁻¹	6.335
DBO ₅	mg.L ⁻¹	540
DBO ₅ /DQO	-	0,09
COT	mg.L ⁻¹	3.687
Nitrogênio Total	mg.L ⁻¹	2.080
Fósforo Total	mg.L ⁻¹	25

É possível observar um pH alcalino, e também elevada concentração de matéria orgânica expressa através do parâmetro DQO, assim como a cor. Além disso, a biodegradabilidade do lixiviado, que varia em função da idade do aterro, foi verificada através da razão DBO₅/DQO sendo baixa, resultante também da baixa DBO₅. Conforme Tchobanoglous, Theisen e Vigil (1993), quando esta relação assume valores 0,05 e 0,2, pode ser um indicativo de que o lixiviado é de difícil degradabilidade, por conter ácidos fúlvicos e húmicos.

Na Tabela 6 são apresentados os resultados médios das análises de caracterização da alimentação, ou seja, referentes a mistura de 5% de lixiviado/ esgoto sintético.

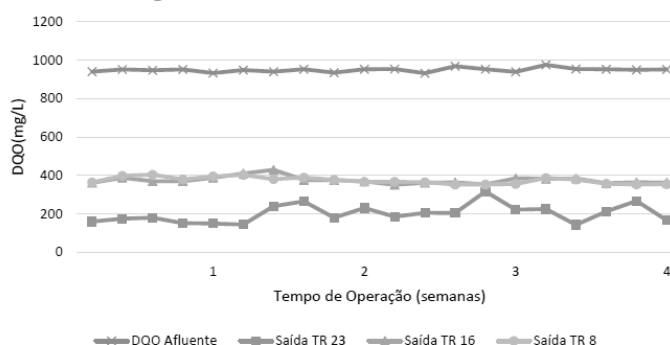
Tabela 6. Caracterização da mistura lixiviado/esgoto.

Parâmetro	Unidade	5%
pH	-	7,91
Cor	uH	435
Turbidez	uT	9,47
DQO	mg.L ⁻¹	939,22

Nota-se através do resultado de DQO que houve um incremento significativo em seu valor quando comparado somente com o esgoto sintético, visto que sua média de DQO é de 698 mg.L⁻¹, logo após a adição de 5% de lixiviado na alimentação a DQO aumentou aproximadamente 35%.

Foram realizados testes estatísticos para comparações entre os dados amostrais obtidos nos monitoramentos realizados. Os diferentes parâmetros avaliados foram submetidos à testes de análise de variância (ANOVA), e havendo significância as médias foram comparadas através do teste de Tukey, com nível de confiança de 95%, ou seja, em nível de 5% de probabilidade de erro ($p \leq 0,05$).

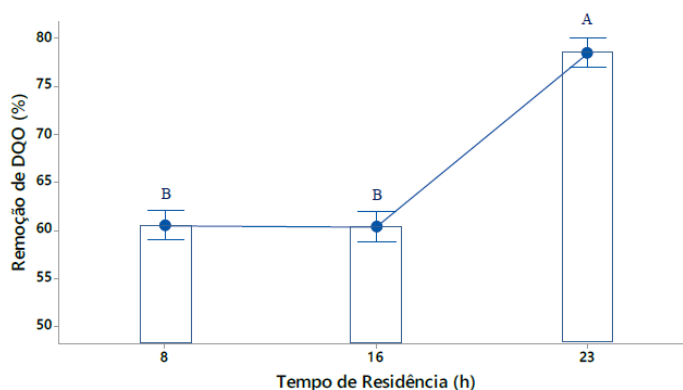
A Figura 2 apresenta os valores de DQO na entrada e na saída dos reatores, sendo os reatores que operaram com tempos de residência de 23 e 16 h representaram lodos ativados variante aeração prolongada e o reator com 8 h representou lodos ativados convencional.

Figura 2. Monitoramento da DQO

É possível observar, que do início da primeira semana de coleta de dados até a última os resultados de DQO na saída dos reatores se mantiveram estáveis, não havendo grande discrepância, isso se deve ao período de aclimação ter sido realizado já com os devidos TR que seriam avaliados, não provocando a elevação ou redução dos valores de concentração DQO em função desta mudança.

Nota-se que nas duas variantes estudadas (convencional e aeração prolongada) foram obtidas eficiências médias de remoção de matéria orgânica de 79, 60 e 61% para TR de 23, 16 e 8 h, respectivamente. Analisando-se, cada um dos tempos de residência, é possível notar que a maior eficiência de remoção de DQO foi obtida para TR de 23 h (Figura 3). Ainda, é possível confirmar que os TR de 16 e 8 horas não são diferentes entre si, porém diferem do TR de 23 h.

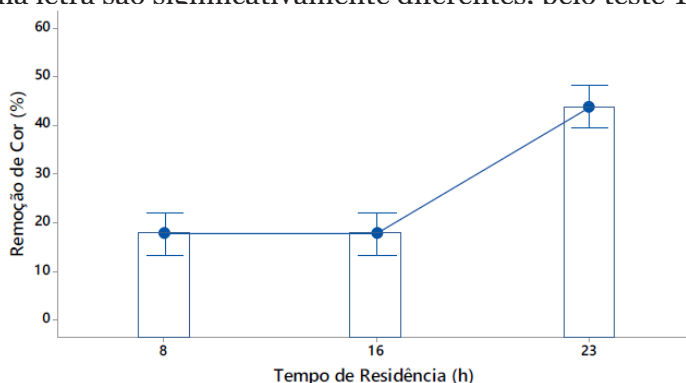
Figura 3. Valores médios de eficiência de remoção de DQO por Tempo de Residência. Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes, pelo teste Tukey ($\leq 0,05$)



Para o parâmetro cor aparente, as eficiências médias de remoção apresentaram o mesmo comportamento do parâmetro DQO. Sendo encontrada a maior eficiência de remoção para o TR de 23 h, conforme observado na Figura 4. Ainda, é possível observar que a redução do TR de 23 para 16 e 8 h, interferiu na

eficiência de remoção, reduzindo de 44% para 18%.

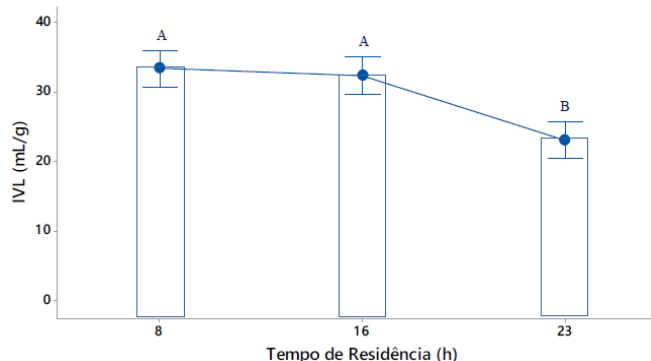
Figura 4. Valores médios de eficiência de remoção de cor por Tempo de Residência. Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes, pelo teste Tukey ($\leq 0,05$)



A Figura 5 apresenta os valores médios do índice volumétrico do lodo (IVL) organizados por TR. Para os diferentes tempos de residência, nota-se que os resultados do TR de 16 e 8 h não apresentam grande dispersão, somente se comparados com o TR de 23 h, permitindo inferir que a redução do TR influenciou nas condições de sedimentabilidade do lodo. Sendo que para este parâmetro, os testes indicam que o IVL médio dos TR de 16 e 8 h são estatisticamente diferentes do reator com TR de 23 h, porém não diferem entre si.

Contudo, em todas as condições avaliadas, ou seja, nos três tempos de residência, os resultados de IVL estiveram dentro da faixa recomendada pela literatura como boa sedimentabilidade (VON SPERLING, 1997; VAN HAANDEL e MARAIS (1999); JORDÃO e PESSÔA, 1995).

Figura 5. Valores médios de IVL por Tempo de Residência. Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes, pelo teste Tukey ($\leq 0,05$).



CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, observa-se que para os diferentes TR avaliados, no tratamento combinado de lixiviado e esgoto com PACT®, o reator com tempo de residência de 23 h foi o que apresentou as melhores eficiências quando comparado aos TR de 16 e 8 h.

Adicionalmente, a adaptação da biomassa nos referidos TR, influenciou na estabilidade dos sistemas. Sendo assim, dentre as condições estudadas, os melhores resultados encontrados foram para TR de 23 h com mistura de 5%, idade do lodo de 28 dias onde foram obtidas eficiências médias de remoção de carga orgânica de 79% e de 44% para cor.

Porém, quando comparados os outros tempos de residência, o sistema que funcionou com TR de 8 h obteve uma eficiência de remoção de 61% de DQO e 18% de cor e não foi diferente do TR de 16 h, neste contexto, quando existir limitações de custo e operação sugere-se trabalhar com tempo de residência de 8 h ao invés de 16 h. Contudo, tais aspectos devem ser mais bem avaliados sob o ponto de vista de escala e da adoção de uma idade do lodo ideal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22^a ed. Washington: American Public Health Association/American Water Works Association/ Water Environment Federation, 2012.

BOCCHIGLIERI, M.M. **O Lixiviado dos Aterros Sanitários em Estações de Tratamento dos Sistemas Públicos de Esgotos**. 2010. 255f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo, 2010.

CAMPOS, J.C.; MACHADO, C.R.A.; COUTO, J.M.S.; FLORIDO, P.L.; CERQUEIRA, A.C.F.P.; SANTIAGO, V.M.J. **Evaluation of an Activated Sludge Process Combined with Powdered Activated Carbon for the Treatment of Oil Refinery Wastewater**. J. Int. Environ. Appl. Sci., v. 9, n. 1, p. 24-36, 2014.

BRASIL. Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm >. Acesso em 18 de mar. de 2015.

ECKENFELDER Jr., W. W. **Industrial Water Pollution Control**. 2 ed. McGraw-Hill Book Company, New York, 416p., 1989.

FERNÁNDEZ BOU, A.S.; NASCENTES, A.L.; PEREIRA, B.C.; SILVA, L.D.B.; FERREIRA, J.A.; CAMPOS, J.C. **Mathematical modeling of COD removal via the combined treatment of domestic wastewater and landfill leachate based on the PACT process**. Journal of Environmental Science and Health. Part A: Toxic Hazardous Substances and Environmental Engineering, v.50, p.378-384, 2015.

FERNÁNDEZ BOU, A.S.; PEREIRA, B.C.; SILVA, L.D.B.; FERREIRA, J.A.; CAMPOS, J.C.; NASCENTES, A.L. **Remoção da cor no tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico via processo PACT®**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.23, p.385-393, 2018.

FERREIRA, J.A.; FRANCO, R.S.O.; BILA, D.M.; FIRMINO, C.M. **Avaliação do tratamento combinado de lixiviado de aterros de resíduos sólidos urbanos e esgoto doméstico pelo processo de lodos ativados**. In: 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2009.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 3 ed., Rio de Janeiro: ABES, 683p., 1995.

MANNARINO, C.F.; MOREIRA, J.C.; FERREIRA, J.A.; ARIAS, A.R.L. **Avaliação de Impactos do Efluente Combinado de Lixiviado de Aterro de Resíduos Sólidos Urbanos e Esgoto Doméstico sobre a Biota Aquática**. Ciência & Saúde Coletiva, v.8, n.11, p. 3235-3243, 2013.

METCALF & EDDY. **Waster water engineering: treatment, disposal and reuse**. 3 ed., Singapore: Metcalf & Eddy, Inc. International Edition, 1334p., 1991.

NASCENTES, A.L.; NASCIMENTO, M.M.P.; BRASIL, F.C.; CAMPOS, J.C.; FERREIRA, J.A. **Tratamento Combinado de Lixiviado de Aterro Sanitário e Esgoto Doméstico- Aspectos Operacionais e Microbiológicos**. Revista Eletrônica Teccen, v. 6, n. 1, p. 5-12, 2015.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S.A. **Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues**. New York: McGraw Hill, 978p., 1993.

VAN HAANDEL, A.C; MARAIS, G. **O comportamento do sistema de lodo ativado: teoria e aplicações para projetos e operação**. Campina Grande: Epgraf, 472p., 1999.

VON SPERLING, M. Lodos ativados. Belo Horizonte: **Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental**, UFMG, (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, vol.4). 416 p., 1997.

MONITORAMENTO VOLUMÉTRICO DE ATERRO SANITÁRIO UTILIZANDO AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA

Palavras-chave: Drone, fotogrametria, volumetria, aterro de resíduos.

Igor Guimarães Leal Messias Vieira de Souza - Mestre em Engenharia Agrícola e Ambiental pela UFRRJ

Leonardo Duarte Batista da Silva - Doutor em Irrigação e Drenagem pela USP; Professor da UFRRJ

Felipe da Costa Brasil - Doutor em Agronomia (Ciências do Solo) pela UFRRJ

Alessandra Carreiro Baptista - Doutora em Engenharia Civil pela UFV; Professora da UFRRJ

Alexandre Lioi Nascentes - Doutor em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos pela UFRJ; Professor da UFRRJ. lioi@ufrj.br

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional tem levado a um aumento na geração de resíduos e, segundo ABRELPE (2019), no ano de 2018 foram produzidos no Brasil aproximadamente 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), sendo que, deste total, 59,5% foram dispostos em aterros sanitários, enquanto os 40,5% restantes foram encaminhados a lixões ou aterros controlados.

A disposição incorreta de resíduos pode gerar problemas sociais e ambientais, causados principalmente pela contaminação do solo e dos recursos hídricos pelo lixiviado, disseminação de doenças associadas ao manejo inadequado do RSU e pela emissão sem controle de gases do efeito estufa (CATAPRETA e SIMÕES, 2016).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010), estabelece que a gestão dos RSU é responsabilidade do poder público municipal e impõe a este a elaboração de um Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PMGIRS) capaz de privilegiar a reutilização, a reciclagem e a recuperação dos RSU.

A PNRS determina, ainda, a erradicação dos lixões nos municípios de todo país e considera como disposição final ambientalmente adequada o encaminhamento de rejeitos para os aterros sanitários.

Desde a publicação da PNRS até hoje, observa-se que, apesar do lixão ainda ser uma realidade em muitos municípios, houve um aumento importante no número de aterros sanitários no país, especialmente nas capitais e regiões metropolitanas.

Segundo Lange et al. (2008), os aterros sanitários devem ser continuamente monitorados, desde sua implantação, passando por todo o período de operação, até mesmo após seu encerramento e, além disso, destaca que o monitoramento geotécnico constitui uma importante ferramenta para a avaliação das condições de segurança, bem como da evolução volumétrica do maciço para acompanhamento da estimativa da vida útil do aterro.

Baiocchi et al (2019) afirmam que o monitoramento contínuo da geometria do maciço permite um gerenciamento eficaz do aterro sanitário e auxilia na tomada de decisões pela equipe de operação e destacam, ainda, que a aquisição de dados geotécnicos precisos é fortemente influenciada por fatores como a composição dos RSU, a dificuldade em coletar amostras representativas, a falta de procedimentos de amostragem padronizados e a variabilidade das propriedades dos resíduos ao longo do tempo.

De modo geral, o monitoramento geotécnico e volumétrico de aterros sanitários se dá a partir de levantamentos realizados pelo método topográfico, no qual as equipes utilizam equipamentos convencionais, como teodolito, estação total e GPS geodésico para o levantamento de campo, processam os dados coletados e produzem os mapas com a planimetria e a altimetria da área (LANGE et al., 2008).

Diferentes aplicações utilizando-se aeronaves remotamente pilotadas (RPA), do inglês *Remotely Piloted Aircraft*, têm sido reportadas na literatura, tais como Mulero-Pázmány et al. (2014), que estudaram o emprego de RPA para vigilância contra caça de rinocerontes na África do Sul; Pagán et al. (2019), que verificaram a evolução histórica do sistema dunar e sua relação com a erosão costeira em Guardamar del

Segura, Espanha, bem como Oliveira Filho et al. (2021), que avaliaram o uso de aeronaves remotamente pilotadas para análise da taxa de permeabilidade na área urbana de Irati/PR.

O método fotogramétrico consiste na obtenção de informação confiável sobre objetos físicos e o meio ambiente por meio de imagens ou padrões de radiação eletromagnética (ASP, 1986), que mais modernamente, segundo Silva (2015), tem dado lugar à fotogrametria digital, capaz de elaborar modelos numéricos de terreno (MNT) a partir de imagens de RPA.

Segundo Oliveira e Jesus (2018), o método topográfico, comparado ao aerofotogramétrico, exige equipes maiores e levam mais tempo para serem executados, destacando a importância de se buscarem alternativas mais rápidas e eficientes para levantamentos de grandes áreas, com possível redução dos custos envolvidos.

Lima et al. (2020) realizaram uma análise comparativa entre o método fotogramétrico com RPA e o método topográfico para o levantamento de uma área de 2,3 ha, levando em consideração o custo de aquisição de equipamentos e softwares, o tempo total dispendido (levantamento de campo, processamento, edição e geração dos produtos), equipe envolvida e discrepância entre medidas lineares e superficiais entre os métodos. O método fotogramétrico apresentou um custo de aquisição de equipamentos e softwares 30% menor, demandou 55% do tempo total, metade da equipe e as discrepâncias lineares e superficiais entre os métodos foram de 0,66% e 0,71%, respectivamente.

Estima (2016) comparou modelos tridimensionais produzidos a partir de imagens adquiridas por RPA e identificou que os volumes calculados pelo método fotogramétrico diferiram apenas 0,28% em relação ao método topográfico.

O método fotogramétrico com imagens adquiridas por RPA vem despontando, portanto, como uma tecnologia promissora para o monitoramento volumétrico de aterros sanitários, em função da disponibilidade de equipamentos e softwares cada vez mais acessíveis, custos reduzidos, agilidade de execução, redução de equipes e elevada acurácia, comparada ao método topográfico (EISENBEISS, 2009; XIANG e TIAN, 2011; ESTIMA, 2016).

Deste modo, este trabalho teve por objetivo avaliar a viabilidade da utilização RPA, para a realização do monitoramento volumétrico de aterros sanitários.

Caracterização do Local de Estudo

Os aerolevantamentos foram realizados em aterro sanitário localizado em São Gonçalo, Região Metropolitana do Rio de Janeiro, que possui uma área de 150 hectares e capacidade de recebimento de até 2.300 t/dia de RSU.

A unidade possui ainda beneficiamento de resíduos de construção civil, tratamento de biogás e de lixiviado, além do centro de tratamento de resíduos de serviços de saúde.

Foram obtidos dados sobre as quantidades e características do RSU disposto no aterro (Tabela 1), quantidades e características do material de cobertura e volumes do maciço calculados pelo método topográfico, durante o período de realização dos aerolevantamentos.

Tabela 1 - Composição gravimétrica, teor de umidade e massa específica aparente do RSU (não compactado) recebido no aterro sanitário.

Classificação	Massa
Fração Orgânica	43,7 %
Papel	12,6 %
Plástico	22,5 %
Vidro	1,2 %
Metal	2,2 %
Diversos	17,8 %
Característica Física	Resultado
Teor de Umidade	50,4 %
Massa Específica Aparente	174,5 kg/m ³

Fonte: Foxx-Haztec (2019).

1.1 Método Fotogramétrico

Foram realizados quatro aerolevantamentos (L1, L2, L3 e L4), conforme apresentado na Tabela 2. Os levantamentos foram realizados em diferentes dias entre os anos de 2018 e 2019, o que possibilitou realizar análise temporal dos dados.

Tabela 2 – Dados relativos aos levantamentos aéreos realizados no CTR São Gonçalo.

Levantamento	Data	Hora inicial	Hora Final
L1	02/11/2018	09:11	09:35
L2	22/12/2018	12:07	12:28
L3	06/04/2019	09:54	10:25
L4	11/05/2019	10:11	10:54

Fonte: o autor.

As imagens foram adquiridas por meio de plataforma RPA e controlada de forma semiautônoma, fazendo uso do software mobile PIX4D Capture®.

Os produtos cartográficos gerados foram submetidos à classificação do padrão de exatidão cartográfica (PEC), obtendo para todos os levantamentos Classe A para escala inferior a 1:500 e equidistância inferior a 0,30 cm.

Os valores utilizados para as sobreposições longitudinais e laterais foram de 75%, de forma que toda a região de interesse fosse mapeada, e a altura de voo de 120 metros. A área analisada no estudo possui aproximadamente 27 ha, sendo necessária a utilização de aproximadamente, 500 imagens por voo.

O entorno do aterro sanitário possui diversas estruturas fotoindentificáveis, como edificações, estradas, sistemas de drenagem etc), as quais foram utilizadas como Pontos de Controle (PC), evitando assim a necessidade de marcações de outros pontos de referência.

A distribuição espacial dos PC foi testada no software GeoPec e o resultado estatístico apresentou padrão disperso atendendo os conceitos fotogramétricos para a distribuição dos pontos de controle, conforme definido por Santos et al. (2016).

O equipamento utilizado para coleta de coordenadas dos PCs em solo foi o receptor CHC I80. Os dados foram processados no *software* LandStar-7® e são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Coordenadas dos pontos adquiridos por meio do receptor CHC I80.

Identificação	X	Y	Z	Precisão Planimétrica	Precisão Altimétrica
PCo1	706393,669	7470575,184	107,123	0,006	0,010
PCo2	706357,000	7470580,073	107,881	0,006	0,012
PCo3	706409,877	7470631,923	101,416	0,007	0,014
PCo4	706415,519	7470674,13	102,281	0,012	0,025
PCo5	706656,527	7470566,292	99,145	0,008	0,017
PCo6	706858,3	7470639,426	98,513	0,008	0,018
PCo7	706900,463	7470723,343	96,57	0,010	0,020
PCo8	707028,404	7470961,815	91,22	0,009	0,019
PCo9	706483,367	7470548,956	91,856	0,008	0,019
PCo10	706441,991	7470862,849	120,551	0,008	0,018

Identificação	X	Y	Z	Precisão Planimétrica	Precisão Altimétrica
PC11	706948,898	7471045,576	64,218	0,012	0,025
PC12	706953,907	7471048,658	64,064	0,014	0,027
PC13	706752,051	7470958,515	62,02	0,007	0,015

Fonte: o autor.

A metodologia de coleta exigiu a utilização de um ponto de coordenada conhecido, denominado de ponto base. A coleta das coordenadas deste ponto exigiu o rastreamento por 4 horas, a fim de criar um conjunto consistente de dados obtidos por Sistema de Navegação Global por Satélite (GNSS).

1.2 Processamento de imagens

As imagens coletadas foram processadas no software PIX4D Mapper.

Segundo Perin et al. (2016), esta ferramenta calcula as posições e orientações das imagens automaticamente fazendo uso do método de triangulação aérea e ajustamento de feixes em bloco.

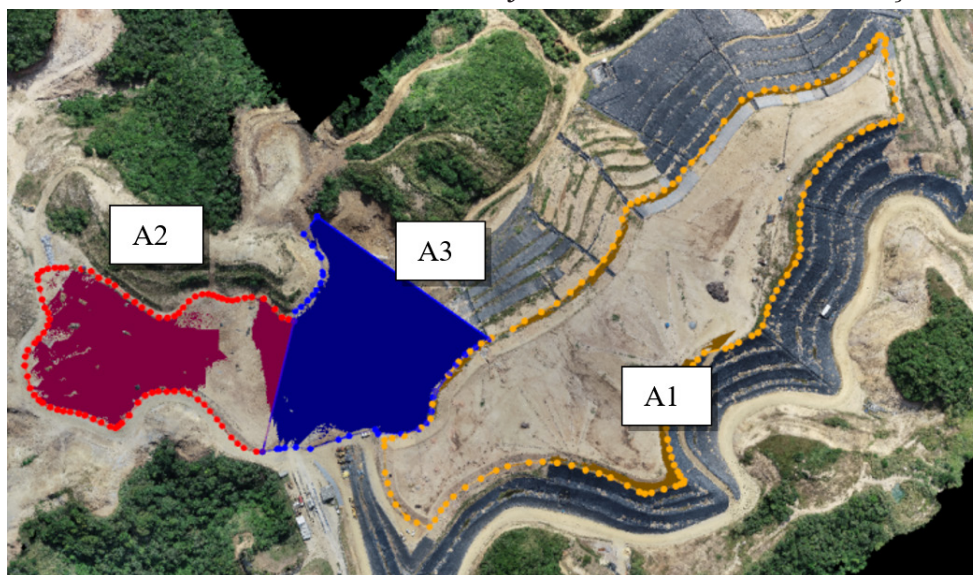
Após a densificação da nuvem de pontos, a geração do mosaico ortorretificado e modelo numérico de terreno (MNT), o software permitiu o cálculo volumétrico a partir de uma cota de referência.

DESENVOLVIMENTO

O presente trabalho foi desenvolvido enquanto o aterro se encontrava em plena operação, tendo-se acesso às informações mensais de massa de resíduos recebidos pelo aterro, bem como o volume de material de cobertura utilizando os dados obtidos pelo método topográfico para a gestão operacional e controle geotécnico, desta forma esses valores podem ser utilizados como valores de referência utilizando-os na comparação com o método fotogramétrico.

Com base nos MNT gerados em cada aerolevantamento, foi possível identificar três áreas distintas, A1, A2 e A3, com 7,45 ha, 2,0 ha e 1,57 ha em projeção vertical, respectivamente, que apresentaram variação volumétrica durante o período estudado (Figura 1).

Figura 1 – Vista das áreas do aterro sanitário onde foram determinadas as variações volumétricas.



Fonte: o autor.

A Tabela 4 apresenta o valor de volume em m³ encontrados por meio do método fotogramétrico, sendo o erro médio estimado pelo software de processamento de $\pm 2\%$. Os valores apresentados referem-se à diferença volumétrica encontrada entre os levantamentos para cada área. Entre o levantamento 1 e 2 não foi identificada alteração para a área A3, de fato a mesma estava em preparação para recebimento de RSU, entre o levantamento 3 e 4 não foi identificada variação para a A1 a época a mesa já estava finalizada.

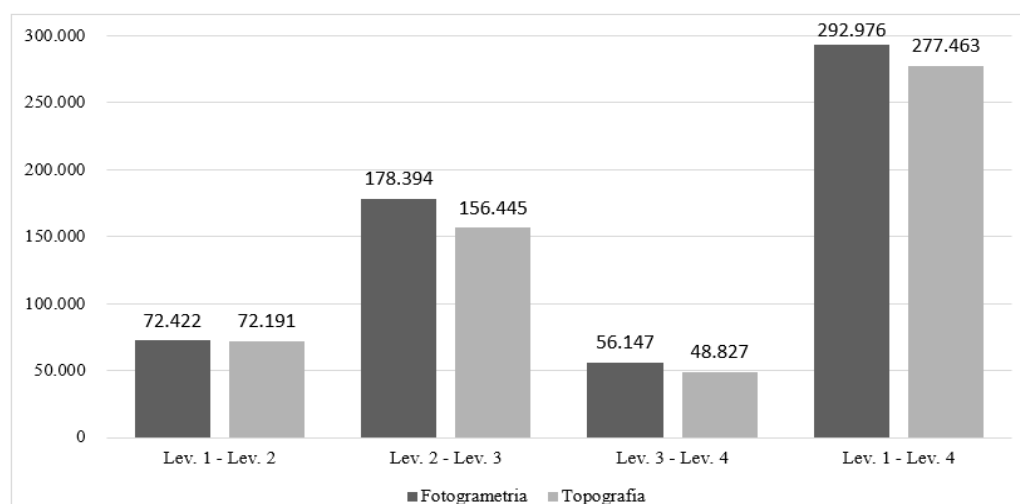
Tabela 4 – Incremento de volume (ΔV) do maciço entre os aerolevantamentos L1, L2, L3 e L4, para as áreas A1, A2, A3 e total, a partir de dados obtidos pelo RPA.

Intervalo entre aerolevantamentos	ΔV A1 (m ³)	ΔV A2 (m ³)	ΔV A3 (m ³)	ΔV total (m ³)
L1-L2	22.642	49.779	-	72.422
L2-L3	1.668	107.810	68.915	178.394
L3-L4	-	9.252	46.895	56.147
L1-L4	24.310	166.841	115.810	292.976

Fonte: o autor

A Figura 2 apresenta os valores obtidos pela fotogrametria com RPA e pela topografia. Os valores obtidos por método topográfico foram informados pela empresa responsável pela operação do aterro sanitário são dados mensais convertidos para valores médios diários calculados de forma a coincidir com o intervalo entre aerolevantamentos.

Figura 2 – Valores volumétricos obtidos por método fotogramétrico e método topográfico.



Fonte: o autor.

O volume obtido a partir dos dados gerados pelo método fotogramétrico é uma representação fidedigna do terreno. Podemos interpretar que a metodologia fotogramétrica consegue gerar uma superfície digital precisa do terreno, enquanto métodos topográficos fazem uso de interpolação em campo para a coleta de pontos planialtimétricos, fazendo com que a superfície digital desse método seja em muitas vezes apenas representativa, ou seja, uma aproximação.

Por conseguinte, a qualidade final do produto gerado pela topografia está diretamente relacionada à experiência da equipe de campo a qual empiricamente define os melhores pontos para coleta e com isso consegue obter resultados mais representativos do terreno.

Ao se confrontar o valor volumétrico encontrado para o intervalo entre o levantamento 1 e 4 encontra-se um erro de 5,6% entre o método fotogramétrico e topográfico.

O método fotogramétrico minimiza o tempo de aquisição de dados. Para o levantamento de toda a área do maciço (cerca de 27.000,00 m²), foram necessários menos de 30 minutos de coleta e menos de 4 horas de processamento, permitindo a apresentação de resultados em menos de 1 dia. Desta forma a metodologia apresenta curta escala temporal, o que permite a inserção dos dados em um Sistema de Informação Geográfico (SIG) onde poderão ser analisados em conjunto extraindo-se relatórios que podem propiciar a projeção de vida útil do aterro, da jazida de material de cobertura e fiscalização.

CONCLUSÕES

Por meio de análises comparativas dos resultados obtidos por métodos convencionais (topográfico) e fotogramétricos, concluiu-se que a metodologia proposta se faz funcional e apresenta vantagens como: a

segurança pessoal, a segurança operacional, a velocidade de aquisição de dados, baixo custo operacional e a densidade dos dados.

Importante ressaltar que a metodologia aplicada no presente trabalho não visa substituir os métodos topográficos convencionais pelo método fotogramétrico com RPA, mas ambos podem coexistir dependendo da aplicação e do tipo de informação que se necessita obter. Considera-se que os métodos possuem vantagens distintas, como por exemplo, para a escolha de um local para a construção de um aterro sanitário o levantamento fotogramétrico da área pode ser executado em muito menos tempo do que com método convencional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE - **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2018-2019. São Paulo: ABRELPE, 2019.

ASP - AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. **Manual of Photogrammetry**. 4.a Ed. Falls Church, 1986.

BAIOCCHI, V.; NAPOLEONIA, Q.; TESEIA, M.; SERVODIO, G.; ALICANDRO, M.; COSTANTINO, D. **UAV for monitoring the settlement of a landfill**. *European Journal of Remote Sensing*, v.52, n.S3, p.41-52, 2019.

BRASIL. Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 19 de ago. 2018.

BORGES, T.M.; VIMIEIRO, G.V.; CATAPRETA, C.A.A. **Guia para monitoramento ambiental em aterros sanitários**. VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Campina Grande/PB, p.1-8, 2016.

CATAPRETA, C.A.A.; SIMÕES, G.F. **Monitoramento ambiental e geotécnico de aterros sanitários**. Anais do VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Campina Grande/PB, p.1-8, 2016.

EISENBEISS, H. UAV Photogrammetry. **Tese (Doutorado em Ciência)**. Dipl.-Ing., University of Technology Dresden. DISS. ETH NO. 18515. 2009. DOI <<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005939264>>

ESTIMA, M.I.D.R. **Comparação de modelos tridimensionais produzidos com imagens adquiridas por UAV e avaliação de volumes**. Dissertação (Mestrado em Geoinformática). Universidade de Aveiro, Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda, 2016.

FERNANDES, F.S. **Aplicação de Fotogrametria Terrestre Digital na Análise de Descontinuidade em Maciços Rochosos: Exame comparativo com as técnicas computacionais**. Dissertação (Mestrado Geoquímica e Geotectônica). USP, Instituto de Geociências, São Paulo, 2010.

Foxx-Haztec. **Central de Tratamento de Resíduos São Gonçalo**. Informações empresariais, 2019.

LANGE, C.L.; SIMÕES, G.F.; LIMA, W.S.; CATAPRETA, C.A.A.; FREITAS, I.C. **Resíduos Sólidos: Projeto, Operação e Monitoramento de Aterros Sanitários**. Belo Horizonte: Ed. Sigma, 120p., 2008.

LIMA, G.O.; CALDEIRA, M.C.O.; CALDEIRA, C.R.T. **Análise comparativa entre métodos de levantamento planialtimétrico para elaboração do plano diretor da comissão regional de obras em Belém/PA**. *Revista Brasileira de Geomática*, v.8, n.4, p.338-362, 2020.

MULERO-PÁZMÁNY, M.; STOLPER, R.; VAN ESSEN, L.D.; NEGRO, J.J.; SASSEN, T. **Remotely Piloted Aircraft Systems as a Rhinoceros AntiPoaching Tool in Africa**. *Plos One*, v.9, n.1, p.e83873, 2014.

PAGÁN, J. I.; BAÑÓN, L. LÓPEZ, I.; BAÑÓN, C. ARAGONÉS, L.; **Monitoring the dune-beach system of Guardamar del Segura (Spain) using UAV, SfM and GIS techniques**. *Science of The Total Environment*. Elsevier. Volume 687, p. 1034-1045. 15 October 2019. DOI < 10.1016/j.scitotenv.2019.06.186>

OLIVEIRA FILHO, P.C.; MILIAN, E.E.; SOUZA, V.F.; TELEGINSKI, E. **Evaluation of urban per-**

meability rates intra-lot assisted by RPA images. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v.42, n.1, p.13-20, 2021.

OLIVEIRA, H.P.; JESUS, H.C., **Análise comparativa de levantamentos Planialtimétricos - topografia convencional, GPS e drone**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Universidade de Goiás. Goiânia/GO. 2018.

PERIN, G.; GERKE, T. LACERDA, V. S. ROSA, J.Z.; CAIRES, E.F.; GUIMARÃES, A.M. **Análise de Acurácia de Georreferenciamento de Mosaicos de Imagens Obtidas por RPA. Anais do EATI - Encontro Anual de Tecnologia da Informação e STIN-Simpósio de Tecnologia da Informação da Região Noroeste do RS**. Frederico Westphalen – RS, ANO 6 n.1 –p.193-199, nov., 2016.

SANTOS, A.P.; RODRIGUES, D.D.; SANTOS, N.T.; GRIPP JUNIOR, J. **Avaliação de Acurácia Posicional em Dados Espaciais Utilizando Técnicas de Estatística Espacial: Proposta de Método e exemplo utilizando a norma Brasileira. Boletim de Ciências Geodésicas**, v.22, n.4, p.630- 650, 2016.

SENADO FEDERAL; SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL; Em Discussão! os principais debates do Senado Federal, v. 5, n. 22, set. 2014. Disponível em <<http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/503305>> Acessado em ago. 2019.

SILVA, D.C. **Evolução da Fotogrametria no Brasil**. Revista Brasileira de Geomática, v.3, n.2, p.81-96, 2015.

XIANG, H.; TIAN, L. **Method for automatic georeferencing aerial remote sensing (RS) images from an unmanned aerial vehicle (UAV) platform. Biosystems Engineering**, v.108, p.104-113, 2011.

SUSTENTABILIDADE EM FOCO: PRODUÇÃO DE BIOPLÁSTICO A PARTIR DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

Palavras-chaves: Resíduos Orgânicos; Bioplásticos; Ciclo dos Alimentos.

Agnes Cristina Brandão da Costa- Graduada em Engenharia Química; Universidade de Vassouras- RJ.

Sandro Pereira Ribeiro - Possui graduação em Licenciatura Química e Química Industrial pela Universidade de Vassouras - RJ (2006); Mestrado em Química pelo Instituto Militar de Engenharia - IME - RJ (2010); Doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG (2015); Pós- Doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG (2022); Professor do curso de Engenharia Química da Universidade de Vassouras-RJ; Professor do Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras- RJ. Sandro.ribeiro@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

Este artigo tem como objetivo apresentar a produção de bioplásticos a partir de resíduos orgânicos, ou seja, as cascas de legumes e frutas realizado em aulas práticas nos laboratórios da engenharia Química. Inicialmente foi sucedida uma pesquisa tanto teórica quanta prática utilizando o laboratório de Química Inorgânica I. Como resultado, puderam ser observados formulações de bioplásticos que mais adaptaram-se aos resíduos manuseados, de modo que a aplicação desta pesquisa conta com a concordância do reaproveitamento de alimentos que seriam desprezados. Logo, a reutilização refere-se ao ciclo dos alimentos, pois, o que muitas vezes seriam separados para o descarte podem ser reaproveitados para a produção de bioplásticos.

Segundo (Ma. Vanessa Sardinha Santos, 2024), o plástico destaca-se pelo tempo que demora para se decompor, podendo permanecer no ambiente por várias gerações. Ao permanecer no meio, podem colocar em risco várias espécies. O plástico está no ranking dos que matam – são vários relatos de animais aquáticos que morrem em decorrência da ingestão de plástico ou porque ficam enrolados nesses materiais. Além disso, alguns materiais possuem substâncias tóxicas que poluem e matam espécies.

Tendo em vista que o plástico convencional é proveniente do petróleo que é um combustível fóssil e que tem uma estimativa de degradação de 400 a 500 anos. Nesse contexto, o bioplástico pode ser utilizado com um substituto do plástico convencional já que pode degradar-se no meio ambiente sem causar danos. De modo que obtém diversas formulações que podem ser aplicadas.

Com base nesse viés da utilização de bioplástico, pode-se levado em consideração a reutilização de resíduos orgânicos que são oriundos das cascas de frutas e legumes, sendo estes as cascas de mandioca, batata, banana etc. Ademais, que o reaproveitamento desses remanescentes orgânicos, sendo a batata e mandioca que são tubérculos que ocupam grande lugar de destaque na alimentação brasileira, de modo que ambos são versáteis, acessíveis e fazem parte de diversas receitas tradicionais, pois, é notório apresentar que o Brasil produz quantidades significativas de mandiocas e batatas. Embora as cascas de batatas possam ser utilizadas em composteiras, ainda não são totalmente destinadas para a compostagem, no caso das cascas de mandioca que possuem um teor de cianeto e requerem cuidado para que não haja contaminação no solo.

Desse modo, a aplicabilidade desses tubérculos e da casca de banana que de acordo com (EMBRAPA, 2024), além de maior consumidor mundial, o Brasil é o quarto maior produtor, com 6,6 milhões de toneladas produzidas em 455 mil hectares, metade originária da agricultura familiar. Contudo, a funcionalidade da produção de um plástico biodegradável ou de um bioplástico é bem proveitosa, pois, além de ser uma alternativa mais sustentável e com menor impacto ambiental, conta com componentes que tem potencial enorme para serem reutilizadas de forma sustentável e benéfica, já que no Brasil, segundo a ONU, o desperdício de alimentos é alarmante: cerca de 27 milhões de toneladas de comida são descartadas anualmente. Em média, cada brasileiro joga fora mais de 41 quilos de comida por ano (G1, 2024).

DESENVOLVIMENTO

No contexto de desenvolvimento de plástico, foram pesquisadas diversas formulações que pudessem ser aplicadas e depois foram analisadas as que mais cabiam para pudessem serem produzidos os bioplásticos.

Posteriormente a escolha da formulação, os primeiros testes começaram a ser feitos. De forma, que o bioplástico a ser produzido foi o de casca de batata, porém foram enfrentadas algumas adversidades enquanto a formulação que foi escolhida.

Embora, se mostra-se a mais adequada não foi o que o obtido em prática, pois a quantidade água está na formulação foi muito maior do que o necessário, além do mais, porque ocorreu uma certa alteração no resultado que seria alcançado.

Em seguida da formulação de casca de batata, foi-se executada a de casca de mandioca, que se apresentou diferente da primeira, tal qual que, quando observado que a quantidade de água fora demais e que fez com que os resultados obtidos do primeiro teste fosse adversar do que esperado. Todavia, foram obtidos os mesmos resultados do primeiro teste, no caso o segundo teste também não deu certo, porque também contava com excesso de água. Assim como o primeiro teste, o segundo teste também foi reproduzido com a primeira formulação pesquisada, como observado os dois primeiros testes não foram obtidos os resultados esperados.

Eventualmente, com os dados coletados nos primeiros testes foi-se possível analisar que se faria necessária a pesquisa de uma nova formulação. Portanto, um novo estudo foi realizado e pode-se ser atingidos outros meios para realização de um terceiro teste, que foi feito utilizada a casca de banana.

Com uma nova formulação verificou-se resultados promissores, pois, de acordo com (EMBRAPA, 2024), o uso inovador de cascas de banana pode reduzir perdas e problemas ambientais, pois é um produto apresenta excelentes propriedades antioxidantes e proteção contra radiação solar, o que ajuda a prolongar o tempo de vida dos alimentos. De maneira que foi o único protótipo de bioplástico que deu certo.

Imagem 1 - Formação do precipitado, no caso o amido da casca da batata.

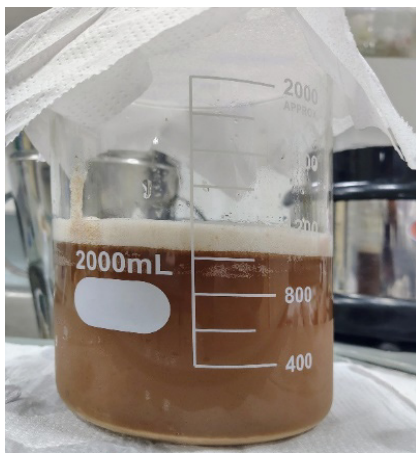


Imagem 2 – Bioplástico de Batata



Imagem 3 – Amido da casca de batata

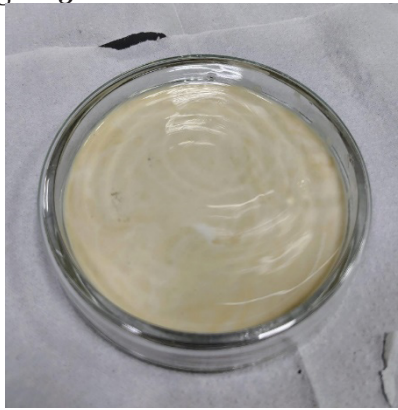


Imagem 4 – Bioplástico de Casca de Mandioca

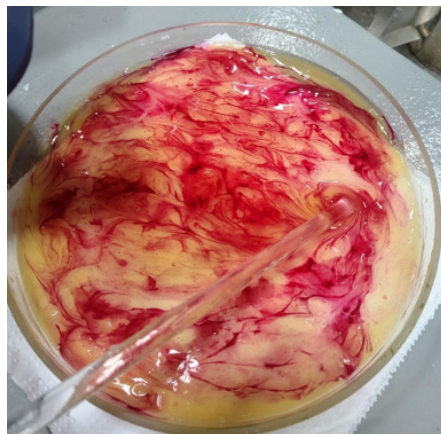


Imagem 5 – Processo de cozimento da casca de banana



Imagem 6 – Bioplástico de Banana



CONCLUSÃO

Acerca desta lógica, que apresenta uma proposta de reaproveitamento de resíduos orgânicos para a produção de bioplástico com base de um aproveitamento de alimentos que seriam descartados, é preciso analisa-se futuramente possíveis parceiras com produtores locais, ou com supermercados ou até mesmo com prefeituras que tem projetos que envolvam a coleta seletiva, de maneira, que os resíduos orgânicos possam ser separados e destinados para a produção dos bioplásticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA, Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Método simples transforma cascas de banana em filmes bioplásticos: Agroindústria Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.** Embrapa, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/88182302/metodo-simples-transforma-cascas-de-banana-em-filmes-bioplasticos#:~:text=Uso%20inovador%20de%20cascas%20de,tempo%20de%20vida%20dos%20alimentos>. Acesso em: 01 dez. 2024.

LOUREIRO, Amanda O. et al. **Bioplásticos e plásticos biodegradáveis: revisão bibliográfica dos principais materiais e seus impactos ambientais.** Repositório Institucional UFSCar, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/15259>. Acesso em: 30 nov. 2024.

ECYCLE, Equipe et al. **Bioplástico: conheça tipos e aplicações: Bioplástico tem se mostrado a alternativa do futuro, mas também possui desvantagens.** Entenda. Consumo e Produção, 2024. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/bioplastico/>. Acesso em: 30 nov. 2024.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **“Tempo de decomposição do lixo”; Brasil Escola.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/curiosidades/tempo-decomposicao-lixo.htm>. Acesso em 30 de novembro de 2024.

LIMA, Raquel et al. **Desperdício de alimentos: você sabia que cada brasileiro joga fora, em média, 41 kg de comida por ano?.** G1 DF, 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2024/09/29/desperdicio-de-alimentos-voce-sabia-que-cada-brasileiro-joga-fora-em-media-41-kg-de-comida-por-ano.ghtml>. Acesso em: 30 nov. 2024.

EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, Unidade et al. Banana. **Embrapa, 2024.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/banana>. Acesso em: 30 nov. 2024.

TRANSFORMA, Movimento Plástico et al. **DIFERENÇA ENTRE OS PLÁSTICOS: Bioplástico, Oxidegradável e Biodegradável: você sabe a diferença entre eles?.** Movimento Plástico Transforma, 2024. Disponível em: <https://www.plasticotransforma.com.br/materia-detalle/diferenca-entre-os-plasticos>. Acesso em: 30 nov. 2024.

MONITORAMENTO DE POLUENTES EMERGENTES NA BACIA DO RIO PIRAI

Palavras-chave: Monitoramento. Água. Poluentes. Hormônios. Espectrometria.

Luiz Felipe Leal da Cunha Souza - Universidade de Vassouras, Vassouras (RJ), Brasil Possui graduação em Nutrição pela Faculdade Arthur Sá Earp Neto (2010) e Farmácia pela Faculdade Vértix Trirriense (2023). Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade de Vassouras - RJ (2023). Especialista em Rotulagem de Alimentos e Bebidas pela Faculdade Focus (2023 - 2024); Microbiologia pela Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora (2018); Marketing de Alimentos, Vendas e Consumo no Âmbito Internacional pelo Instituto Português de Administração e Marketing de Porto - Portugal (2015); Gestão da Qualidade e Segurança dos Alimentos pela Universidade Veiga de Almeida (2014) e Aperfeiçoamento em Tecnologia agroalimentar pela Universidad Politécnica de Madrid Espanha (2013).

Olivia Brito de Oliveira Moreira - Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais (MG), Brasil Possui Bacharel em Química Industrial pela Universidade Federal Fluminense (2017) onde atuou como bolsista PIBIC - CNPq/UFF no Laboratório de Síntese Inorgânica e Difração de Raios-X (2012-2016). Mestre e Doutora em Química, com ênfase em Química Analítica, pela Universidade Federal de Juiz de Fora (2020).

Marcene Augusto Leal de Oliveira - Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais (MG), Brasil Possui graduação em Bacharel em Química (1999), Bacharel em Filosofia (2019) pela Universidade Federal de Juiz de Fora e Superior de Tecnologia em Ciência de Dados (2023) pela Universidade Pitágoras Unopar Anhanguera, Especialização em Métodos Estatísticos Computacionais (2004), MBA em Negócios e Empreendimentos (2014) pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Doutorado em Química Analítica pela Universidade de São Paulo (2003) e Pós-doutorado em Quimiometria pela Universidade Estadual de Campinas (2008).

Sandro Pereira Ribeiro - Possui graduação em Licenciatura Química e Química Industrial pela Universidade de Vassouras - RJ (2006); Mestrado em Química pelo Instituto Militar de Engenharia - IME - RJ (2010); Doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG (2015); Pós- Doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG (2022); Professor do curso de Engenharia Química e do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras- RJ. Sandro.ribeiro@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

O Brasil é dotado de uma vasta e densa rede hidrográfica, e os recursos naturais têm importância decisiva no plano econômico. De acordo com o Relatório do Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim, a Área de Estudo do PERH-Guandu está localizada na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste, conforme a Divisão Hidrográfica Nacional instituída pela Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), ocupando 1,7% da unidade nacional (BRASIL, 2003).

Destacando-se a problemática a ser analisada, os poluentes emergentes na água são constituídos, principalmente, por resíduos de pesticidas, hormônios e fármacos, e estes afetam os corpos hídricos de todo o planeta. O termo emergente se deve ao fato de que as pesquisas na área são recentes e não há legislação específica que regule a presença destes compostos nos corpos d'água, na qual estão presentes em concentrações extremamente baixas na água (na ordem de microgramas ou nanogramas por litro). Apesar de estas concentrações serem consideradas baixas para humanos, elas podem ter efeitos tóxicos para a fauna e a flora aquáticas (MONTAGNER *et al.*, 2017).

No Brasil, os parâmetros de potabilidade da água são determinados pela portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 publicada pelo Ministério da Saúde. Essa norma prevê, entre outras questões, as características aceitáveis da água para consumo humano, porém, não existe regulamentação específica para fármacos ou hormônios (BRASIL, 2011a).

Vale ressaltar que os parâmetros de potabilidade nos corpos d'água podem apresentar variações naturais sazonais associadas com as estações do ano (BUCCI *et al.*, 2015).

O rio Pirai nasce no distrito de Lídice (município de Rio Claro-RJ) percorrendo as cidades de Rio Claro, Pirai e Barra do Pirai até desaguar no Rio Paraíba do Sul. Apresenta uma área de drenagem de 1.034km² inserida na região do bioma Mata Atlântica. Entre seus afluentes cita-se o Rio das Pedras, Parado, Braço, Claro e o Rio das Canoas. O curso deste rio possui duas alterações significativas no seu percurso, sendo a primeira, o desvio de suas águas por uma barragem construída em Tócos (município de Rio Claro-RJ) para alimentar a represa de Ribeirão das Lajes; e a segunda, uma inversão do curso do rio seguida da transposição de parte das águas do Rio Pirai (CABRAL, 2006).

Com ocupação urbana desordenada, as cidades dos trechos dessa bacia foram construídas, em sua maioria, às margens dos rios, gerando, conseqüentemente, uma alta carga de esgoto *in natura* sendo despejada, nos leitos dos rios afluentes e no próprio rio Pirai (SERRICCHIO *et al.*, 2017).

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Pirai (2014), um fato importante que ocorre na região desta bacia é a existência da elevatória de Santa Cecília, localizada no Rio Paraíba do Sul em Barra do Pirai, responsável pela derivação de uma vazão de até 160 m³/s para geração de energia pelo Sistema Light. Esta vazão, posteriormente, atinge a Bacia do Rio Guandu e é utilizada pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE), para o abastecimento de cerca de 10 milhões de pessoas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (PMSB. PIRA, 2014).

A escassez e o uso intensivo da água resultam na necessidade do gerenciamento dos recursos hídricos com o controle ambiental, de forma a impedir que problemas decorrentes de poluição da água venham comprometer seu aproveitamento múltiplo e integrado. Dessa forma os dados obtidos em atividades de monitoramento, por meio da utilização de indicadores de qualidade da água bruta podem indicar quanto os ecossistemas aquáticos podem estar sendo afetados, além do risco ao desenvolvimento de doenças para a saúde humana por meio do consumo dessa água.

Apesar da importância do tema, as informações e os estudos científicos na área e na região de estudo são escassos e/ou inexistentes desta forma, pode-se esperar que os resultados a serem obtidos apresentem bom potencial de impacto na literatura, assim como novas medidas a serem tomadas para minimizar tal problema. O desenvolvimento desta pesquisa é importante levando em consideração a necessidade de se estabelecer a exposição e toxicidade destes compostos.

Diante do exposto, a proposta da pesquisa, baseia-se no desenvolvimento de uma Fase Estacionária (FE), de baixo custo, para ser utilizada em Eletrocromatografia Capilar, capaz de identificar poluentes emergentes (hormônios), mesmo em baixas concentrações, presentes nos corpos hídricos, como os hormônios de alta estrogenicidade: Estrona, Testosterona, Androstenediona, Progesterona, Hidroxprogesterona, Corticosterone, 17 β -estradiol, estriol, estrogênio sintético, 17 α -etinilestradiol. Além de comparar a potencialidade da FE com a eficiência da espectrometria de massas acoplada à cromatografia à Líquido para apoio e confirmação a determinação dos possíveis hormônios presentes nas amostras.

Esta pesquisa intitulada: “Monitoramento de Poluentes Emergentes na Bacia do Rio Pirai” visa contribuir com pesquisas na área propostas sobre: “Levantamentos, estudos, pesquisas e outras ações para o abastecimento de água” e “Levantamentos, estudos, pesquisas e outras ações para o esgotamento sanitário”.

O desenvolvimento desta pesquisa é importante levando em consideração a necessidade de se estabelecer concentrações de exposição e toxicidade dos poluentes emergentes, para assim inseri-los em legislações futuras com limites de lançamento nos corpos hídricos. Além disso, há necessidade de se estudar o comportamento destas substâncias no meio ambiente e aprimorar as técnicas analíticas, objetivando-se facilitar monitoramento destas substâncias que apresentam concentrações muito baixas.

Além do exposto acima, o desenvolvimento da pesquisa resultou na geração de um relatório técnico para compor o relatório final das atividades da pesquisa visando contribuir para a gestão dos recursos hídricos da Região Hidrográfica II conforme chamada pública edital nº 016/2019 da AGEVAP - Associação Pró-Gestão das Águas do Rio Paraíba do Sul, sendo apresentado ao Comitê da Associação ao final das atividades da pesquisa.

DESENVOLVIMENTO

Os pontos de coleta abrangeram do sistema de transposição da cidade de Barra do Pirai até a cidade de Pirai/RJ. O trecho monitorado, onde ocorre a mudança de curso do Rio Pirai, apresenta aproximadamente 16 km de extensão (Figura 1).

Figura 1 - Trecho do rio Pirai monitoramento.



Fonte: Google Earth Pro (2021).

Ressalta-se que as águas desta transposição seguem o fluxo d'água, porém para fins de monitoramento nesta pesquisa será considerado o fluxo até a Elevatória de Vigário – Sistema Light na cidade de Pirai/RJ. O início e final do monitoramento possuem as seguintes coordenadas respectivamente: Latitude $22^{\circ}32'13.74''S$ e Longitude $43^{\circ}49'1.83''$ e Latitude $22^{\circ}37'34.02''S$ e Longitude $43^{\circ}53'37.41''O$.

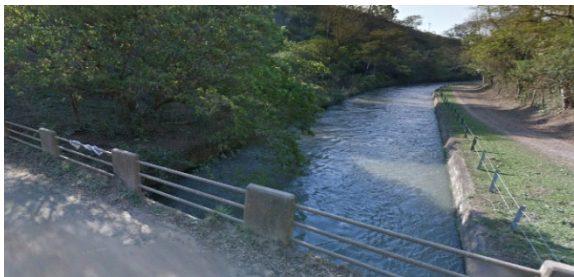
Nessa área, foram determinados 04 pontos amostrais, conforme acessibilidade para a realização das coletas, porção urbanizada da bacia e interferência antrópica relacionada à gestão inadequada dos efluentes domésticos.

Os 04 pontos, representam áreas urbanas, sendo os pontos 1 e 2 em bairros afastados do centro urbano de Barra do Pirai. O ponto 3, fica situado em área de rodovia de ligação entre Barra do Pirai e Pirai, sendo esta com menor urbanização. Já o ponto 04, centro de Pirai, localizada ao lado da Usina Elevatória de Vigário, ponto de reversão do curso do rio Pirai e o desvio de parte das águas do rio Paraíba do Sul. Este último ponto, está localizado imediatamente anterior à captação de água de abastecimento público (Figura 2.), que atende a uma população de cerca de 8,5 milhões de habitantes, além de outros usuários e indústrias a jusante da captação da Estação de Tratamento de Água a qual é operada pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro. E este ponto, confere um agravante o fato de se situar a jusante do território paulista, no qual se concentra cerca de 1,7 milhões de habitantes além de atividades industriais e agrícolas significativas (AGEVAP, 2011).

Figura 2 - Pontos de coleta das amostras do Rio Pirai.

Ponto 1

Latitude: $22^{\circ}31'26.1''S$
Longitude: $43^{\circ}49'18.0''W$



Ponto 2

Latitude: $22^{\circ}33'37.3''S$
Longitude: $43^{\circ}49'18.0''W$



Ponto 3

Latitude: $22^{\circ}33'51.6''S$
Longitude: $43^{\circ}49'25.0''W$



Ponto 4

Latitude: -22.6299
Longitude: -43.8956



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Esta transposição, já vinha sofrendo forte degradação ao longo do tempo. Os diagnósticos já realizados evidenciam problemas críticos nos mais diversos aspectos ambientais pelo o crescimento urbano desor-

denado com ocupação irregular das encostas e margens do rio, além de várias indústrias, termelétricas e outras atividades ali situadas (SERRICCHIO et al., 2017).

As amostras foram coletadas em dois momentos em cada estação do ano, iniciando no Inverno/2021, onde foram classificadas em: coleta 1 e 2 (Inverno); coleta 3 e 4 (Primavera); coleta 5 e 6 (Verão) e por fim, Outono/2022 (coleta 7 e 8).

Foi realizada a coleta das amostras com o auxílio de uma vara de pesca e acoplada nela, garrafas PET (Politereftalato de etileno) estéril, com conteúdo máximo de amostra líquida 1,5 mL. Foram coletadas 3 amostras da água bruta em cada um dos pontos de coleta (4 pontos), totalizando 12 amostras a cada coleta. Ao final da pesquisa, com as duas coletas realizadas em dois momentos distintos pelas quatro estações do ano, totalizaram-se 96 amostras. Em cada frasco da amostragem, foi preenchido com 1,5 L da água bruta acondicionada em uma caixa térmica contendo barras de gelo reutilizável para conserva-las na temperatura recomendada (entre 1°C e 4°C, temperatura de refrigeração). Os frascos foram classificados em: A1, A2 e A3 (ponto 1); B1, B2 e B3 (ponto 2); C1, C2 e C3 (ponto 3); D1, D2, D3 (ponto 4).

Para verificação da Temperatura (°C) foi utilizado um termômetro flutuante com medição em temperatura em Fahrenheit (°F) e Celsius (°C), respectivamente valor máxima: 120 graus Fahrenheit e 50 ° C. Em seguida foi realizado o monitoramento da temperatura de conservação da amostra (Quadro 1) alocadas na caixa térmica em dois momentos distintos, classificados em: 1) inicial, esta em um momento distinto durante o período de tempo entre uma coleta de uma amostra de um ponto a outro ponto de coleta, e 2) final, sendo este no ato da entrega das mesmas no laboratório da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Companhia Estadual de Águas e Esgoto (CEDAE), localizada no Centro do município de Pirai (RJ), no mesmo dia do procedimento da coleta das amostras. O monitoramento da temperatura foi realizado utilizando termômetro portátil infravermelho da marca “Mult Temp”, tipo “ScanTemp ST-600” em graus celsius, onde do total das amostras coletadas (12), foi verificada a temperatura de uma amostra, sendo assim essa considerada temperatura padrão para as demais amostras.

Das 3 amostras, 2 foram separadas para análise físico química (prova e contra prova) e 1 para análise de hormônios. Ressalta-se que, devido às alterações climáticas, não se pode considerar que as amostras sejam iguais; dessa forma, o planejamento da coleta foi criterioso em relação a alterações climáticas, como por exemplo, evitar realizar procedimento da coleta das amostras em períodos de chuva.

Quadro 1 - Monitoramento da temperatura no transporte das amostras

Coletas	Temperatura (C°)	
	Inicial	Final
Coleta 1 (Inverno)	2,3	1,8
Coleta 2 (Inverno)	2,5	2,4
Coleta 3 (Primavera)	3,3	2,7
Coleta 4 (Primavera)	3,6	2,9
Coleta 5 (Verão)	2,6	1,7
Coleta 6 (Verão)	4,2	3,7
Coleta 7 (Outono)	2,7	2,6
Coleta 8 (Outono)	2,5	3,8

Fonte:Elaborado pelos autores (2022)

Ressalta-se que as recomendações quanto ao tipo de frasco para coleta, quantidade de amostra mínima necessária, forma de coleta da água bruta, preservação e o prazo entre a coleta e o início das análises para os parâmetros realizados foram baseados na norma *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*; NBR 9896 – Glossário de poluição das águas (ABNT, 1993); NBR 9897 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores (ABNT, 1987a); NBR 9898 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores (ABNT, 1987b) e Guia Nacional de coleta e preservação de amostras: Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos (ANA, 2016). A pesquisa desta primeira etapa do estudo se fundamentou nos parâmetros: cor, turbidez, pH, fenol, fosfato, cromo hexavalente e temperatura.

O Manual Prático de Análise da Água da Fundação Nacional de Saúde, entidade vinculada ao Ministério da Saúde do governo do Brasil encarregada de promover saneamento básico à população destaca o monitoramento dos parâmetros físico-químicos para a água utilizada para consumo humano e produção de insumos (BRASIL, 2013). Assim, o controle de qualidade da água em seus aspectos físico-químicos, é fundamental como ferramenta da garantia da qualidade do produto final em que a água esteja envolvida, evitando danos à saúde do consumidor e prejuízos aos estabelecimentos varejistas de alimentos.

Para verificar a qualidade das amostras de água, oriundas destes locais de coleta, os procedimentos experimentais foram realizados na Estação de Tratamento de Esgoto da Companhia Estadual de Águas e Esgoto de Pirai (RJ) seguindo parâmetros baseados na norma *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (RICE et al., 2017).

Foram analisados: a) Determinação da cor: Utilizou-se um equipamento denominado colorímetro, da Digimed, modelo DM-COR, onde a amostra de água foi inserida dentro de um frasco de vidro que vem acompanhado do colorímetro. Após, o mesmo foi inserido no equipamento para a leitura; b) Determinação da turbidez: Utilizou-se um turbidímetro da Digimed, modelo DM-TU. A amostra foi inserida dentro de um frasco de vidro que acompanha o turbidímetro, para a medição da turbidez; c) Determinação do valor de pH: Utilizou-se um potenciômetro (pHmetro), da Denver Instrument, modelo UP-25, inserindo o eletrodo acoplado ao equipamento para a leitura; d) Determinação Fenol, com Spectro Kit Fenol para leitura em Espectrofotômetro Digital Visível - V1200; e) Determinação Fósforo, com Spectro Kit Fósforo Total para leitura em Espectrofotômetro Digital Visível - V1200; f) Determinação cromo hexavalente, com Spectro Kit Cromo para leitura em Espectrofotômetro Digital Visível - V1200 e g) Determinação da temperatura: Utilizou-se, in loco, um termômetro flutuante e medida no momento da coleta da amostra. Cabe salientar que todas as análises foram realizadas em prova e contra prova.

Para a análise dos parâmetros físico-químicos, verificando se houve diferença nos valores médios entre os parâmetros analisados para cada coleta relacionando com as estações do ano em que ocorreram, realizou-se tratamento estatístico com estatística descritiva com nível de significância estabelecido de 5% ($=0,05$), verificando se os resultados possuem um comportamento semelhante no período de tempo avaliado. Foram realizados para cada Coleta (1-8) dos parâmetros físico-químicos (pH, Cor, Turbidez, Fósforo, Cr(VI), Temperatura) as análises: estatísticas básicas, diagrama Boxplot, Teste de Normalidade, Teste de Homocedasticidade, Teste de igualdade das variâncias (Teste Levene) e Teste de igualdade das variâncias.

Pelo diagrama Boxplot dos parâmetros físico-químicos, pode-se observar se houve diferença significativa nesse parâmetro entre os pontos de coletas analisados.

Para o Teste de Normalidade, foi considerado o p-value sendo superior ao nível de significância estabelecido para que se aceite a hipótese nula de que os dados possuem distribuição normal. Caso os dados possuam distribuição normal, foi realizado teste de homocedasticidade (igualdade de variâncias) para verificar se pode utilizar um teste paramétrico na comparação das médias.

Para o Teste de Homocedasticidade (Igualdade de variâncias), verificou-se se os dados são homocedásticos (variâncias são iguais) ou se os dados não são homocedásticos (existe ao menos uma variância diferente).

Em relação ao Teste de Levene, verificou-se se o p-value foi superior ao nível de significância estabelecido, para se aceitar a hipótese nula de que os dados são homocedásticos, possuindo assim igualdade de variâncias.

Assim como nos testes descritos acima, no Teste de igualdade das variâncias, verificou-se se o p-value foi maior que o nível de significância estabelecido, aceitando ou não a hipótese nula de que as médias são iguais.

Métodos estatísticos multivariados são excelentes ferramentas exploratórias para a interpretação desse complexo conjunto de informações, possibilitando a avaliação de longas séries de dados, sendo úteis para o acompanhamento e a predição da evolução da qualidade da água oportunizando a identificação de trechos mais críticos. Vale ressaltar que essas análises podem contribuir para subsidiar medidas preventivas, corretivas e emergenciais a serem tomadas para a manutenção do equilíbrio do ecossistema (VIANA, 2011; IGAM, 2010; CHRISTOFARO e LEÃO, 2009; GROPPA, 2005).

No presente trabalho foi utilizado a ferramenta estatística “*Minitab Statistical Software*” (MINITAB, LCC, 2021) para as análises de tendências temporais e espaciais dos parâmetros físico-químicos da

qualidade da água monitorados.

Os micropoluentes, por Eletrocromatografia capilar e espectrometria de massas acoplada à cromatografia a líquido, foram estudados, determinando os hormônios em escala nanométrica. Os equipamentos utilizados foram disponibilizados para utilização nos departamentos de Química da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais.

Os experimentos foram realizados em sistema de espectrometria de massas modelo 6530 QTOF com fonte de ionização Dual AJS ESI associado ao HPLC 1260 Infinity II (*Agilent Technologies*, Palo Alto, EUA) controlado pelo *software MassHunterDataAquisition B.00.08*.

O sistema de massas foi calibrado em ambos modos de operação antes das análises considerando 2 GHz de resolução e faixa de massa padrão a 3200 m/z. A temperatura da sala manteve-se controlada a 23 °C com umidade entre 55 – 60 %.

100 µL de cada amostra foi injetada no sistema de HPLC utilizando como fase móvel A (água/ácido fórmico 99,9:0,10 v/v) e B (acetonitrila/ácido fórmico 99,9:0,10 v/v) em um fluxo constante de 0,4 mL/min. A coluna Poroshell 120 EC C 18 column 4 6 x 100 mm x 27 micron (*Agilent Technologies*, Palo Alto, EUA) foi mantida a 40 °C.

O gradiente de eluição foi ajustado inicialmente com 80 % do solvente A e seguiu conforme descrito: em 6 min, 50 % do solvente A; entre 8 e 13 min manteve-se constante 5 % do solvente A. O período de reequilíbrio do sistema até estado de eluição inicial (80 % A) seguiu até 18 min.

Os dados foram coletados em modo ESI (+) e ESI (-) com intervalo de massa de 60 – 600 m/z registrados a uma taxa de 3 espectros/s. Gás de secagem (N₂) foi mantido a 300 °C a 10 L/min e pressão de nebulização a 35 psig.

A voltagem do capilar foi ajustada em 4000 V e a voltagem de fragmentação em 120 V. As massas de referências habilitadas foram, respectivamente, 121,0508 para modo positivo e 119,0363 para modo negativo.

Para a eletrocromatografia capilar- EC foi utilizado um equipamento de modelo Agilent CE, equipado com fonte de alta tensão (30 kV), DAD, com controle de temperatura no interior do cartucho por passagem de ar forçado e programa para controle, aquisição e tratamento de dados ChemStation 6.0.

Foi instalado neste equipamento, um sistema de pressurização externa que permite a aplicação de altas pressões (de 2 a 12 bar) em capilares durante as corridas ou pré-tratamentos. Este sistema emprega gás nitrogênio ultrapuro, cuja pressão de saída é controlada por válvula específica (R-86N), indicada e fornecida pela empresa White Martins, contendo um registro da pressão do cilindro e outro da pressão fornecida.

Para o preparo da solução monomérica (SOL): A primeira etapa para a produção das colunas ou Fases Estacionárias é o preparo da solução monomérica através do processo sol-gel (SCHUBERT, 2005).

O reagente empregado como monômero precursor é o PTMS que é misturado com HCl (0,1 mol L⁻¹) na razão de 1/4. A mistura se mantém agitada por 10 minutos em um agitador magnético, com a ocorrência de hidrólise e a condensação do PTMS formando dímeros e trímeros e a liberação de metanol no meio reacional (KATO, 2005).

Em seguida, foi adicionada ao oligômero condensado a mistura do reagente porogênico (Tolueno) 8 mL, que solubiliza os reagentes e tem o papel de servir como modelador dos mesos e macroporos, e o fotoiniciador, óxido de fenil-bis (2,4,6-trimetilbenzoil)-fosfina (FMBF) 0,55 g previamente misturados durante cinco minutos em um agitador magnético.

Pré-tratamento do capilar: A finalidade do pré-tratamento da superfície interna do capilar de sílica é aumentar a concentração de grupos silanóis em sua parede interna, o que representa o principal sítio de ligações e permite que a fase estacionária criada esteja mais fortemente ligada ao suporte. O tratamento empregado seguiu a metodologia apresentada no trabalho de Vaz, (2008), que consistiu na passagem de fluxo de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol L⁻¹ para ativação da sílica (-Si-O-Si-).

Em seguida, por HCl 0,12 mol.L⁻¹ para remoção de excesso de NaOH, onde íons Na⁺ são substituídos por íons H⁺, formando-se grupos (Si-O-H) chamados de grupos silanóis, por um período de 30 minutos cada um. Por fim, foram executados a limpeza, flush com metanol- (MeOH) e flush com passagem de ar por mais 30 minutos para assepsia e retirada de água do material, seguidos por secagem do material com ar pressurizado através do dispositivo manual a alta pressurização (DMPA), por um tempo igual a 30 minutos (RIBEIRO, 2015).

Os outros procedimentos realizados foram: 1) Preenchimento da coluna capilar: Com o auxílio do dispositivo DMAP a vácuo foi inserido a solução monomérica denominada de sol. A injeção do sol pode ser feita por sucção do líquido contido em seu recipiente diretamente para o tubo capilar. O procedimento fez com que ocorra a formação dos poros e a posteriori, o polímero que forma a FE, depois de inserido no capilar e exposto a luz ultravioleta em uma câmara de fotopolimerização por 20 minutos. O polímero formado apresentou características apolares, devido à característica da fase reversa na eletrocromatografia capilar eficiente na separação dos hormônios; 2) Pós-tratamento do capilar de sílica: Por fim, o pós-tratamento foi realizado para remover os resíduos da polimerização, assim como, lavar os poros da FE e consiste em fazer percolar por 5 minutos metanol com o auxílio também do DMAP. Depois desta etapa a coluna se encontra propícia a ser condicionada e testada no equipamento de EC.

Nos quadros é possível visualizar os parâmetros analisados em cada ponto do Rio com os Valores máximos permissíveis das características físicas e organolépticas e químicas da água potável.

Quadro 2 - Dados brutos dos Parâmetros físico-químicos analisados

Coleta 1 (Inverno)	pH	*Cor	**Turbidez	***Fenol	***Fosfato	***Cr(VI)	****Temperatura
Ponto 1	6,75	29,0	1,82	*****	*****	*****	20
Ponto 2	6,45	22,9	3,11	*****	*****	*****	24
Ponto 3	6,84	23,4	2,03	*****	*****	*****	25
Ponto 4	6,84	23,4	2,03	*****	*****	*****	22
Coleta 2 (Inverno)	pH	Cor	Turbidez	Fenol	Fosfato	Cr(VI)	Temperatura
Ponto 1	7,09	28,5	5,83	0,31	0,1	0,07	22
Ponto 2	6,86	49,5	3,96	0,29	0,2	0,05	24
Ponto 3	6,80	78,1	7,99	0,38	1,1	0,09	25
Ponto 4	6,99	24,5	7,98	0,28	0,2	0,07	22
Coleta 3 (Primavera)	pH	Cor	Turbidez	Fenol	Fosfato	Cr(VI)	Temperatura
Ponto 1	7,11	72,7	18,0	0,31	1,6	0,11	22
Ponto 2	6,65	77,9	6,60	0,34	1,3	0,08	24
Ponto 3	7,22	59,3	7,70	0,30	0,5	0,07	25
Ponto 4	7,03	68,5	7,98	0,39	1,2	0,12	22
Coleta 4 (Primavera)	pH	Cor	Turbidez	Fenol	Fosfato	Cr(VI)	Temperatura
Ponto 1	7,10	72,7	15,0	0,32	1,3	0,10	23
Ponto 2	6,63	78,0	5,60	0,37	1,0	0,05	25
Ponto 3	7,23	59,0	7,90	0,33	0,9	0,09	24
Ponto 4	7,00	67,0	7,65	0,30	1,0	0,10	22
Coleta 5 (Verão)	pH	Cor	Turbidez	Fenol	Fosfato	Cr(VI)	Temperatura
Ponto 1	7,13	72,7	17,0	0,30	1,5	0,09	22
Ponto 2	6,65	58,0	5,60	0,35	1,2	0,07	25
Ponto 3	7,25	69,0	7,90	0,38	0,7	0,08	25
Ponto 4	7,00	57,0	7,65	0,29	1,0	0,10	23
Coleta 6 (Verão)	pH	Cor	Turbidez	Fenol	Fosfato	Cr(VI)	Temperatura
Ponto 1	7,10	72,7	18,0	0,31	1,0	0,10	24
Ponto 2	6,63	75,0	6,20	0,37	1,0	0,08	25
Ponto 3	7,23	59,0	7,90	0,34	0,5	0,09	24
Ponto 4	6,89	67,0	7,65	0,30	0,8	0,07	23

Coleta 7 (Outono)	pH	Cor	Turbidez	Fenol	Fosfato	Cr(VI)	Temperatura
Ponto 1	6,88	72,7	15,0	0,32	1,3	0,10	23
Ponto 2	6,45	78,0	5,60	0,35	1,0	0,05	25
Ponto 3	6,90	59,0	7,99	0,30	0,7	0,07	24
Ponto 4	7,00	67,0	7,63	0,29	1,0	0,10	23
Coleta 8 (Outono)	pH	Cor	Turbidez	Fenol	Fosfato	Cr(VI)	Temperatura
Ponto 1	7,00	52,7	15,0	0,32	1,3	0,11	22
Ponto 2	6,89	50,0	6,70	0,37	1,2	0,06	25
Ponto 3	7,00	79,0	7,90	0,33	0,8	0,09	24
Ponto 4	6,99	58,0	7,95	0,30	0,9	0,09	23

* **uH**: unidades Hazen ** **NTU**: Unidade de Turbidez Nefelométrica *****mg/L**: Miligrama por litro
******°C**: Celsius *****não realizado

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Quadro 3 - Valores médios e desvio padrão dos Parâmetros físico-químicos analisados.

Variáveis	pH Média ± dp	Cor Média ± dp	Turbidez Média ± dp	Fenol Média ± dp	Fosfato Média ± dp	Cr(VI) Média ± dp	Temperatura Média ± dp
Coleta 1 (Inverno)	6,72 (± 10,97)	24,67 (± 2,89)	2,24 (± 0,58)	0 (± 0)	0 (± 0)	0 (± 0)	22,75 (± 2,21)
Coleta 2 (Inverno)	6,93 (± 0,13)	45,15 (± 24,5)	6,44 (± 1,94)	0,315 (± 0,04)	0,4 (± 0,04)	0,07 (± 0,05)	23,25 (± 1,5)
Coleta 3 (Primavera)	7,0 (± 0,24)	69,6 (± 7,86)	10,07 (± 5,32)	0,335 (± 0,04)	1,15 (± 0,03)	0,09 (± 0,04)	23,25 (± 1,5)
Coleta 4 (Primavera)	6,99 (± 0,25)	69,17 (± 8,13)	9,03 (± 4,10)	0,33 (± 0,02)	1,05 (± 0,02)	0,08 (± 0,01)	23,5 (± 1,29)
Coleta 5 (Verão)	7,00 (± 0,25)	64,17 (± 7,86)	9,53 (± 5,08)	0,33 (± 0,04)	1,1 (± 0,03)	0,08 (± 0,04)	23,75 (± 1,5)
Coleta 6 (Verão)	6,96 (± 0,26)	68,4 (± 7,12)	9,93 (± 5,42)	0,33 (± 0,03)	0,82 (± 0,02)	0,08 (± 0,02)	24 (± 0,81)
Coleta 7 (Outono)	6,80 (± 0,24)	69,17 (± 8,13)	9,05 (± 4,10)	0,31 (± 0,02)	1 (± 0,02)	0,08 (± 0,01)	23,75 (± 0,95)
Coleta 8 (Outono)	6,97 (± 0,05)	59,92 (± 13,14)	9,38 (± 3,78)	0,33 (± 0,02)	1,05 (± 0,02)	0,08 (± 0,01)	23,5 (± 1,29)

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Quadro 4 - Valores máximos permissíveis das características físicas e organolépticas e químicas da água potável.

Parâmetros	Valor Médio Padrão
pH	6,0 a 9,5.
Cor	15 uH
Turbidez	1 uH
Fosfato	0,030 ppm
Cr(VI)	0,05 mg/dl
Temperatura	24 a 25 °C

Fonte: Brasil (2004)

Em comparação dos dados brutos dos resultados obtidos do presente estudo com o quadro 4., ob-

serva-se que o parâmetro “Cor” apresentou valores superiores do valor médio padrão, assim como a turbidez e o fosfato. Todavia, ressalta-se que a análise da água foi realizada de sua forma bruta, ou seja, não ocorreu procedimento de tratamento. Como as coletas foram realizadas e avaliadas em diferentes momentos, a sazonalidade pluviométrica, bem como as diferentes estações do ano podem ter ocasionado as variações nos resultados.

No presente estudo, através do quadro 2., observa-se que os parâmetros físico químicos variam conforme os pontos de amostragem e a temporalidade das estações do ano. Essas alterações podem ocorrer devido a características dos pontos amostrais, onde os pontos 1 ao 3 se caracteriza por ser áreas menos urbanizadas se comparado ao ponto 4, que se localiza no centro urbano de Pirai.

Em todos os parâmetros, os dados possuíram distribuição normal, com isso aceitou-se a hipótese nula de que os dados são homocedásticos, com distribuição de frequência normal sem diferença significativa entre as médias entre os pontos de coleta nas estações do ano a um nível de significância de 5%. Os resultados se mostraram estatisticamente semelhantes entre si e pouco se diferem significativamente.

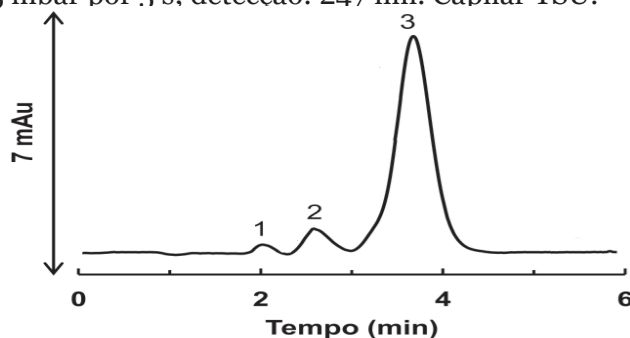
Esses resultados podem ser justificados devido ao fato das estações climáticas serem bem definidas nessa região, onde as estações do ano apresentam características intermediárias durante os momentos do dia para não alterarem significativamente os parâmetros físico-químicos da água onde foi coletada as amostras. Apesar de os parâmetros apresentarem diferença significativa entre as estações, não é observado um padrão entre essas diferenças.

Assim como no presente estudo, Berlanda *et al* (2021) também verificaram em sua pesquisa com o monitoramento da bacia hidrográfica do rio Desquite possíveis alterações nos parâmetros físico-químicos de acordo com as estações do ano. Os parâmetros avaliados por esses autores que se assemelham com a presente pesquisa foram da temperatura e pH. Afim de verificar se houve diferença entre as estações, realizou-se o teste t comparativo de médias, também ao nível de significância 5% e comparadas as médias de cada parâmetro, por estação. Em sua pesquisa, as médias de temperatura não apresentaram diferença significativa nas estações da primavera e do outono, porém diferem nas do inverno e do verão e também entre si. No que se refere ao pH, apenas a média do outono apresentou diferença significativa em relação às demais.

Outro estudo realizado com o objetivo de monitorar e avaliar a qualidade da água em uma bacia hidrográfica e relacionar as alterações da qualidade de água com as estações do ano foi realizado por Fritzsos e Mantovani (2017). Em 7 pontos de coleta, com 33 coletas ao longo de mais de dois anos, os autores observaram com os dados obtidos, as diferenças entre os pontos de coleta e estações do ano utilizando o teste de Kruskal Wallis. Alguns parâmetros se alteraram no verão e no inverno (cor, turbidez) e, na primavera (pH). Os autores concluíram que a alteração desses parâmetros devido às estações do ano pode ter ocorrido devido a precipitações que ocorreram antes da data de coleta, porém, ressalta-se que outros fatores podem ter também influenciado como a influência de edificações próximas aos rios.

Em relação as análises cromatográficas, Através da FEM de construção laboriosa, funcionalizada com metacrioloxipropiltrimetóxisilano- MPTMS foi possível obter uma prévia separação dos padrões de hormônios sexuais femininos em padrões analíticos (Figura 2.).

Figura 2 - Eletrocromatogramas obtidos na injeção de mistura de (1)- estriol 1,20 mmol L⁻¹, (2)- estradiol 1,52 mmol L⁻¹ e (3)- progesterona 1,14 mmol L⁻¹ em metanol. Picos: 1, 2 e 3 - analitos. FM: NH₄Ac 16,7 mmol L⁻¹ (60% v/v) e acetonitrila (40% v/v); volts: -20 kV; temperatura: 20°C; injeção: -25 mbar por 5 s; detecção: 247 nm. Capilar TSU.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Foi possível observar que os hormônios estudados são compostos complexos, com estruturas diferentes e que podem apresentar interações diferenciadas com a Fase Móvel- FM e Fase Estacionária Monolítica- FEM de acordo com os picos representados acima.

O funcionamento da técnica analítica de separação leva em conta vários fatores para sua eficiência na separação como o pH e as interações entre as moléculas, forças intermoleculares, o que pode afetar a ordem de eluição dos analitos. O pH é um importante fator que deve ser levado em consideração, já que os hormônios sexuais estão na sua forma neutra e com isso permite que a interação aconteça somente entre o processo químico e físico da FEM e FM com as formas neutras estruturais dos hormônios analisados.

Com o interesse apenas na observação do funcionamento com a retenção entre FEM e os analitos, foi apresentada a corrida cromatográfica com a mistura de solução padrão de cada esteroide sexual mencionado, o que pode ser confirmada a interação dipolo – induzido- dipolo- induzido, hidrofóbica da FEM e o funcionamento da cromatografia como sendo por sistema de fase reversa, onde o analito com menor caráter de interação de hidrogênio, a progesterona, correspondente ao pico 3, elui por último. Vale destacar que a FEM apresenta funcionalização em sua estrutura por metacrilato como o MPTMS proporcionando caráter apolar. Em comparação entre a corrida cromatográfica do hormônio 1 e 2 a presença de um grupo OH (hidroxila) a mais na estrutura do estradiol pode possibilitar que seja maior o caráter hidrofílico e com isso, maior interação de hidrogênio promovendo menor retenção e eluição mais rápida por interagir mais com a fase móvel aquosa do que com a FEM.

Mesmo com a prévia separação alcançada, necessita-se de mais tempo de pesquisa para a otimização do método utilizado para conseguir a reprodutibilidade e repetibilidade do uso e análise com a FEM produzida. Vale destacar que essa elaboração da fase estacionária aconteceu de acordo com SP. RIBEIRO, 2014 e permite um avanço significativo nessa linha de estudo para grupos de pesquisas que trabalham com eletrocromatografia capilar no Brasil e no mundo. Além disso, pode proporcionar a análise de poluentes emergentes, hormônios sexuais, cada vez mais necessários para o monitoramento e controle de nossos corpos hídricos.

Diante do potencial da FEM nessa separação, demonstrada com padrões analíticos, a posteriori foi realizada análise em amostra real da água coletada nos pontos determinados de estudo da bacia do rio Pirai.

Na corrida eletrocromatográfica com amostras reais, não foi possível afirmar que houve a separação dos hormônios sexuais. Os picos ficaram com baixa nitidez e resolução, não apresentando indício de detecção.

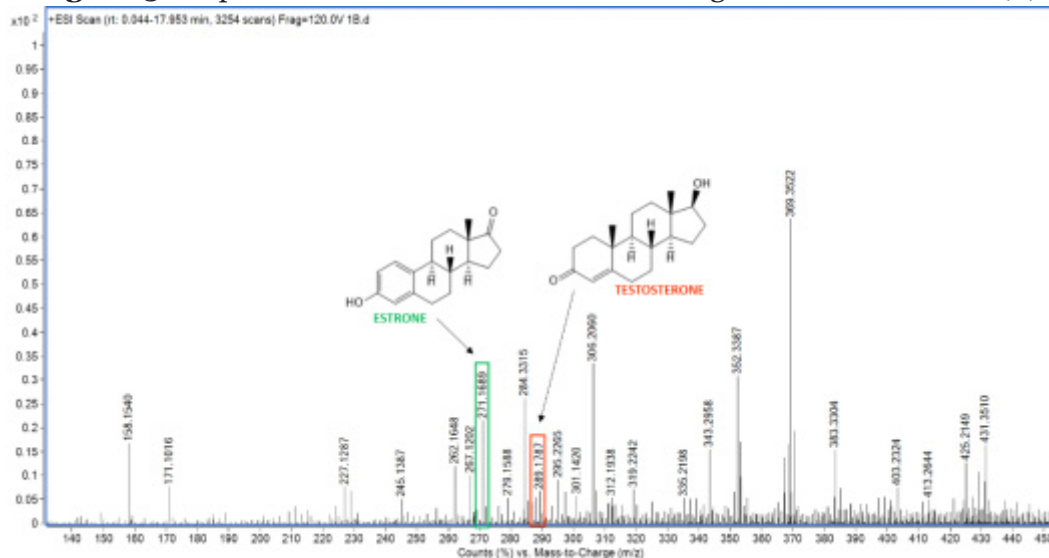
Será necessário elaborar um planejamento de variações dos reagentes utilizados, da temperatura de funcionamento, das soluções tampões e da metodologia de concentração da amostra, assim como da metodologia instrumental de início empregada no equipamento de EC.

Em estudo posterior, pensou-se em observar análises reais através das técnicas de caracterizações mais fundamentadas nas pesquisas científicas para os analitos e que são comuns nas rotinas de laboratórios químicos que trabalham com águas. Nesse sentido, em análise com a espectrometria de massas acoplada à HPLC, pode-se confirmar através da determinação com precisão e exatidão da existência dos hormônios sexuais não detectados pela FEM elaborada nas amostras reais dos pontos de coleta.

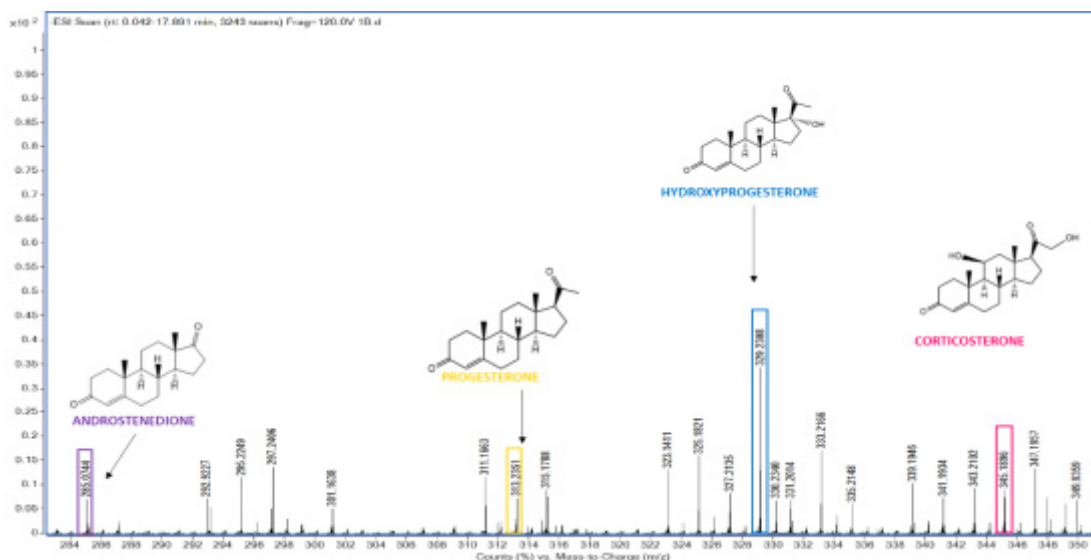
Os resultados gerados foram analisados utilizando o software “*Mass Hunter Qualitative Analysis*” B.10.0 (Agilent Technologies, Palo Alto, EUA). Os espectros de massa total de cada cromatograma foram extraídos e recalibrados de acordo com a massa de referência de cada modo. A identificação de cada sinal de interesse foi feita com base em valores de m/z de referência disponíveis em banco de dados gratuitos: *ChemSpider*, *MassBank* e *NIST Mass Spectrometry Data Center*.

Foram registrados nos espectros totais o cromatograma total (*Total Ion Chromatogram* - TIC) de algumas espécies químicas, classificadas como hormônios esteroides, identificadas a partir da comparação de dados experimentais e teóricos encontrados em bancos de dados especializados (Figuras 8 e 9, Tabela 1).

As figuras 3 e 4 são referentes à análise do espectro da amostra do ponto 1, cujo perfil manteve-se similar às demais amostras de outros pontos. Na tabela 1 pode-se observar os valores experimentais encontrados para a relação de carga-massa referente aos hormônios sexuais detectados.

Figura 3 - Espectro de massas total da amostra 1 registrado no modo ESI (+)

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Figura 4 - Espectro de massas total da amostra 1 registrado no modo ESI (-)

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Tabela 1 - Valores de m/z encontrados experimentalmente

Hormônio	MM ¹⁻³	[M+H] ⁺	[M-H] ⁻
Estrona	270.1619	271.1689	-
Testosterona	288.2089	289.1787	-
Androstenediona	286.1932	-	285.0744
Progesterona	314.2246	-	313.2531
Hidroprogesterona	330.2194	-	329.2308
Corticosterone	346.2144	-	345.1896

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

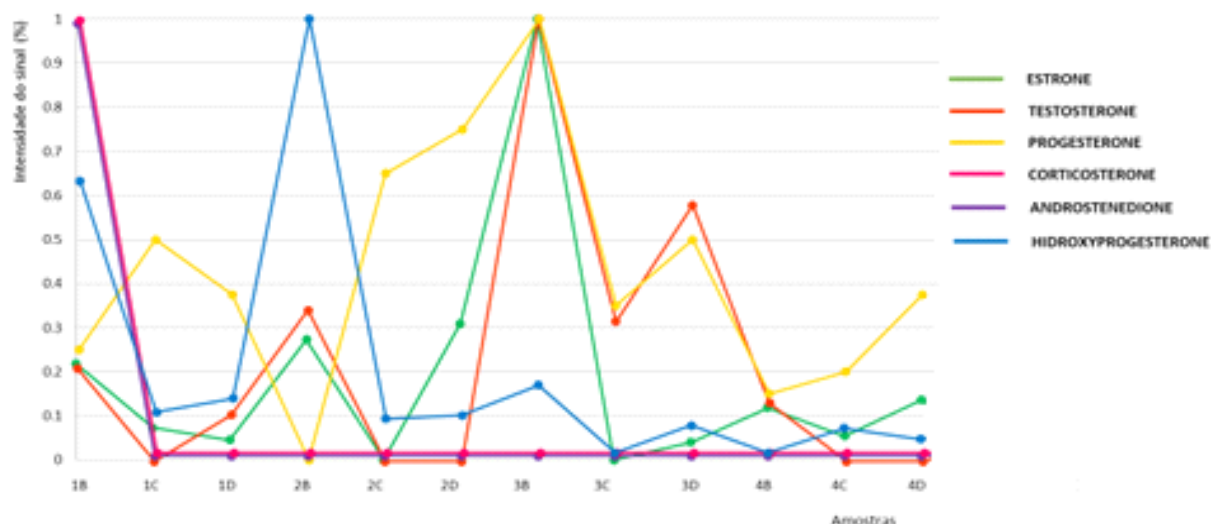
Após identificação, foi feita uma tentativa de avaliar a área do pico referente a cada composto e relacionar comparativamente o valor dessas áreas entre as amostras, com a intenção de monitorar a variação da incidência de cada uma dessas espécies entre as diferentes coletas. No entanto, uma vez que a intensidade dos sinais ainda se encontra muito baixa (próxima a regiões de ruído), não foi possível seguir com essa abordagem.

Alternativamente, foi feita uma análise comparativa das intensidades dos espectros de massas, que nos dá uma noção de quão abundante a espécie está naquela amostra. Destaca-se que essa avaliação comparativa foi feita entre a relação de intensidade de uma mesma espécie entre várias amostras dife-

rentes, uma vez que a intensidade do sinal está relacionada a características intrínsecas das moléculas.

A partir dessa avaliação foi construído um gráfico (Figura 5.) que mostra a variação na intensidade dos sinais de cada uma das espécies descritas na Tabela 1 em cada uma das amostras coletadas.

Figura 5 - Avaliação comparativa da variação de intensidade de sinal de cada composto (identificados por cores) nas diversas amostras.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Como podemos observar na figura 10, houve uma variação das espécies de hormônios encontrados em cada ponto analisado. Os pontos 1B, 2B, 3B e 4B representam o período do outono; os pontos 1C, 2C, 3C e 4C representam o inverno, e os pontos 1D, 2, 3D e 4D representam a primavera. Para esta análise, faltou a obtenção do teste das amostras coletadas no verão, ressaltando a inoperância do equipamento para análise no momento da fase de análise dos dados nesse período e a falta de reagentes e soluções para essas análises de confirmação na espectrometria de massa acoplada à Cromatografia à Líquido.

Pelo exposto na figura 5., ocorreram maiores picos de todos os hormônios nas diferentes estações do ano. Todavia, não podemos com garantia abordar os motivos do aparecimento de picos com maiores intensidades nos pontos e nas épocas determinadas. Serão necessárias novas análises para comparação com esses resultados para então afirmarmos o ocorrido.

CONCLUSÃO

Ressalta-se a importância do desenvolvimento desta pesquisa levando em consideração a necessidade de se verificar a exposição e toxicidade dos poluentes emergentes, onde foi possível observar a presença dos hormônios sexuais femininos nos pontos analisados, demonstrando uma atividade dos mesmos nas regiões onde foram realizadas as coletas, nas quais os mesmos podem acabar retornando para residências sem nenhum sistema de tratamento. Há necessidade de se estudar o comportamento desses compostos emergentes no meio ambiente assim como aprimorar as técnicas analíticas para suas análises, objetivando-se facilitar o monitoramento destas substâncias.

Os resultados do presente estudo para esses parâmetros se mostraram estatisticamente semelhantes entre si e pouco se diferem significativamente pela temporalidade nas estações do ano.

Espera-se que os resultados da recente pesquisa, possam contribuir para a compreensão da evolução e do comportamento dos poluentes emergentes (hormônios) e assim possam subsidiar órgãos gestores para ações de manejo visando à melhoria da qualidade da água tanto da bacia hidrográfica do rio Pirai quanto de outras.

Baseado nessa abordagem sugere-se a continuidade do monitoramento do trecho da pesquisa realizada para complementação das informações pertinentes ao trecho monitorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9897 de junho de 1987 - Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. 1978a.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9898 de junho de 1987 - Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. 1978b.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9896 de agosto de 1993 - Glossário de Poluição das Águas. 1993.

AGEVAP - ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. Relatório Técnico – Bacia do rio Paraíba do Sul – Subsídio às ações de melhoria da gestão, 256p. 2011.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação / Agência Nacional de Águas. – Brasília: ANA, GGES, 2016. 93 p. Disponível em: <<https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/media/2019/06/MudancasClimaticaseRecursosHidricos.pdf>>. Acesso em: 14 de outubro de 2021.

BUCCI, M. M. H. S.; DELGADO, F. E. F.; SANTOS, D.S.; OLIVEIRA, L. F C. Análise de metais, agrotóxicos, parâmetros físico-químicos e microbiológicos nas águas da Represa Dr. João Penido, Juiz de Fora, MG. **Ambiente & Água**, vol. 10, n. 4, p. 804 - 824, 2015.

RICE, E.W.; BAIRD, R.B.; EATON, A.D. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 23rd Edition.2017.

BERLANDA, A.; BAUAM, C.A.; BECEGATO, V.A.; SOUZA, N.C.V.L. Avaliação temporal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Desquite, Santa Catarina. Engenharia Sanitária e Ambiental, vol. 26 n. 1, p. 45 - 51, 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual prático de análise de água. Brasília: Funasa, 2013. 4ª Ed. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf>. Acesso em: 07 de agosto de 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011a. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em: 07 de agosto de 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2032.pdf>>. Acesso em: 04 de agosto de 2021.

CABRAL, E.M.G. Rio Pirai: Mudanças Ambientais e Transformações Socio-Culturais-Curso, Percurso e Transcurso de um Corpo D'Água. 79f. Dissertação (Mestrado) - Serviço Social PUC-Rio, Manaus - AM, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/12941>>. Acesso em: 06 de agosto de 2021.

CHRISTOFARO, C.; LEÃO, M.M.D. Caracterização temporal do arsênio nos cursos d'água da bacia hidrográfica do Rio das Velhas, MG, Brasil, ao longo de uma década (1998-2007). **Revista Ambiente e Água: an Interdisciplinar Journal of Applied Science**, vol. 4, n. 3, p. 54 - 66, 2009.

FRITZSONS, E.; HINDI, E. C.; MANTOVANI, L. E. RIZZI, N.E. As alterações da qualidade da água do rio Capivari com o deflúvio: um instrumento de diagnóstico de qualidade ambiental. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, vol. 8, n. 4, 2003.

GROPPO, J.D. Estudo de tendências nas séries temporais de qualidade de água de rios do estado de São Paulo com diferentes graus de intervenção antrópica. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2005. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-28072005-140119/publico/JulianoGrosso.pdf>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais na sub-bacia do Rio das Velhas em 2009**. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas. 206 p. Mapas. Relatório anual. 2010.

KATO, M.; SAKAI-KATO, K.; TOYO'OKA, T. Silica sol-gel monolithic materials and their use in a variety of applications. **Journal of Separation Science**, vol. 28, p. 1893 - 1908, 2005.

MINITAB, LLC, 2021. *Minitab*, Disponível em: <<https://www.minitab.com>>.

MONTAGNER, C.C.; VIDAL, C.; ACAYABA, R.D. Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do Brasil: cenário atual e aspectos analíticos, ecotoxicológicos e regulatórios. **Revista Química Nova**, vol. 40, n. 9, p. 1094 - 1110, 2017.

PMSB. PIRAÍ. Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Piraí, incluindo a caracterização Municipal, diagnóstico, prognóstico, programas, pesquisas e ações dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Piraí, 2014. Disponível em: <<https://ceivap.org.br/saneamento/pmsb-fluminenses/pmsb-pirai.pdf>>. Acesso em: 06 de agosto de 2021.

RIBEIRO, C.B.M.; SILVA, D.D.; SOARES, J.H.P.; GUEDES, H.A.S. Warning system based on theoretical-experimental study of dispersion of soluble pollutants in rivers. **Engenharia Agrícola**, vol. 31, n. 5, p. 985 - 997, 2011.

SERRICCHIO, C.; CALAES, V.; FORMIGA-JOHNSON, R.M., LIMA, A.J.R.; ANDRA-DE, E.P. Prêmio CAIXA melhores práticas em gestão local 2003-2004: O CEIVAP e a gestão integrada dos recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul. Um relato da prática. Rio de Janeiro: GESTEC/CAIXA, 2005. 127 p. Disponível em: http://www.ceivap.org.br/downloads/Caso_CEIVAP_finalissimo_20ago2005.pdf. Acesso em 15 de fevereiro de 2023.

SCHUBERT, U.; HUSING, N. *Synthesis of inorganic materials*. Wiley: weinheim, 2005.

SP. RIBEIRO. Construção de dispositivos de pressurização e de aquecimento para a preparação e funcionalização de fases estacionárias monolíticas via processo sol-gel. Juiz de Fora, Universidade Federal de Juiz de Fora - MG. Tese de doutorado. 2014.

VAZ, F. A.; CASTRO, P.; MOLINA, C. External polyacrylate-coating as alternative material for preparation of photopolymerized sol-gel monolithic column. **Talanta**, vol. 76, p. 226 - 229, 2008.

VIANA, D.T. **Construção e tratamento do banco de dados de qualidade da água da UHE Nova Ponte**. 48 f. Monografia (Especialização em Saneamento e Meio Ambiente) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: <[monografia_especializa_o_deborah.pdf](#)>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2023

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NA PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ALIMENTOS EM UMA REDE DE SUPERMERCADOS NO MUNICÍPIO DE PARAÍBA DO SUL – RJ

Palavras-chave: Qualidade da Água. Consumo humano. Supermercado.

Luiz Felipe Leal da Cunha Souza. Universidade de Vassouras, Vassouras (RJ), Brasil. Graduado em Nutrição pela Faculdade Arthur Sá Earp Neto (2010) e Farmácia pela Faculdade Vértix Trirriense (2023). Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade de Vassouras - RJ (2023). Especialista em Rotulagem de Alimentos e Bebidas pela Faculdade Focus (2023 - 2024); Microbiologia pela Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora (2018); Marketing de Alimentos, Vendas e Consumo no Âmbito Internacional pelo Instituto Português de Administração e Marketing de Porto - Portugal (2015); Gestão da Qualidade e Segurança dos Alimentos pela Universidade Veiga de Almeida (2014). Área de Atuação: Ciências da Saúde, Ciências Biológicas, Ciências Ambientais.

Sandro Pereira Ribeiro - Possui graduação em Licenciatura Química e Química Industrial pela Universidade de Vassouras - RJ (2006); Mestrado em Química pelo Instituto Militar de Engenharia - IME - RJ (2010); Doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG (2015); Pós- Doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG (2022); Professor do curso de Engenharia Química e do Mestrado em Ciências Ambientais da Univassouras- RJ. Sandro.ribeiro@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

A água potável é de grande importância para o setor de alimentos, influenciando diretamente a qualidade sanitária do produto final. A qualidade faz referência à sua carga microbiológica e às características físico-químicas. Os padrões de qualidade para a água dependem de como ela será aplicada. No caso do setor de alimentos em produção e distribuição, por exemplo, a água deve ter um elevado grau de pureza, por estar em contato com as substâncias manipuladas em qualquer fase do processo e/ou por ser parte integrante do produto final. Caso ocorra uma não conformidade nesse processo, pelo uso de uma água que não seja potável, graves consequências como casos de doenças de origem alimentar (SIMENSATO e BUENO, 2019; MIERZWA e HESPANHOL, 2005).

Um controle de qualidade visa a garantir a produção e comercialização de alimentos seguros. Nos supermercados, é uma ferramenta indispensável em todos os setores, no caso da água, do preparo a distribuição dos alimentos que a utilizem devem implementá-los afim de garantir a qualidade e a inocuidade dos alimentos, evitando assim possíveis riscos sanitários ao consumidor e prejuízos ao estabelecimento (RIOS, 2012; BRASIL, 2006).

Tendo em vista que o Município de Paraíba do Sul consta com uma grande rede de supermercados, contendo duas unidades deste, onde a população geralmente realiza suas compras de alimentos nos maiores mercados das cidades, além de consumir os alimentos ofertados, seja nas lanchonetes disponibilizadas nesses estabelecimentos e/ou refeitórios para consumo de refeições, torna-se relevante identificar se o(s) método(s) físico-químicos aplicados no que diz respeito ao controle de qualidade da água estão sendo eficazes para a identificação de possíveis não conformidades que possam ocasionar agravos a saúde humana, como risco de surtos alimentares.

Pelo exposto, o presente estudo apresenta o objetivo de analisar as condições físico-químicas da água de abastecimento público destinada ao preparo e comercialização de alimentos e ao consumo humano em dois estabelecimentos varejista de alimentos de uma rede de supermercados no Município de Paraíba do Sul - RJ. Através deste estudo espera-se ser possível identificar possíveis não conformidades do tratamento da água que abastece as duas lojas varejistas de alimentos da rede de supermercados de Paraíba do Sul (RJ) e assim desenvolver um plano de melhoria do controle de qualidade da água para as lojas por meio da elaboração de um relatório técnico e a do Manual de Boas Práticas de Fabricação dos Alimentos que envolve a qualidade da água para consumo humano e uso em processos de produção de alimentos.

DESENVOLVIMENTO

O presente estudo foi realizado em dois supermercados de uma rede varejista de alimentos classificados em X e Y; localizados no Município de Paraíba do Sul (RJ). As amostras de água destinadas aos estudos foram coletadas em dias consecutivos no mês de maio do ano de 2021 na torneira do local especificado “Cozinha”, seguindo a metodologia apresentada no Manual da Embrapa de Procedimento de amostragem e análise físico-química de água (EMBRAPA, 2011).

Como primeiro procedimento da fase de coleta foi realizado a identificação das amostras por meio de um quadro impresso em folha A4 utilizado para anotação manual do controle de qualidade da água formulado pelos autores do presente artigo, contendo as informações: Local da coleta; Data de coleta; Torneira; pH; Cloro e Temperatura. A água foi coletada em dois tubos de análise de água de 25 mililitros (ml) cada.

Para análise dos dados foram utilizados um (1) kit de análise de água e um (1) termômetro digital tipo espeto. O kit de análise de pH e cloro da marca “Donatti” apresenta resultados através de cores de referência para os parâmetros na análise. O Kit contém: 01 estojo com instruções de uso; 01 frasco de solução de Vermelho Fenol (23 ml) para Análise de pH; 01 frasco de solução de Orto-Tolidina (23 ml) para Análise de cloro e 01 célula comparadora, onde: para pH da água, faixa de 6.8 a 8.2 e para o cloro, faixa de 0.5 a 5.0. As análises foram realizadas com o produto dentro do prazo de validade estabelecido pelo fabricante. Para análise da temperatura em graus Celsius (°C) foi utilizado termômetro de cozinha culinário digital tipo espeto para alimentos da marca “Tramontina” com medição de -50°C a 300°C. Após cada medição / dia, a água analisada foi descartada.

Os resultados obtidos de cada parâmetro físico-químico foram comparados com as legislações vigentes indicando se a água utilizada no (s) local (ais) do estudo encontra-se dentro dos padrões de qualidade e assim aptas para consumo humano e uso em processos de produção de alimentos (CONAMA, 2011; BRASIL, 2017).

Os dados foram digitados e consolidados em forma de planilha *software Microsoft excel* versão 2007 e para a análise estatística dos dados inseridos em planilha foi utilizado o *software Minitab*, programa este voltado para fins estatísticos.

Sabe-se que a água potável é de grande importância para esse setor de alimentos, influenciando diretamente a qualidade sanitária do produto final, pois a água de abastecimento é incorporada ao produto, sendo assim, um fator de extrema importância para a garantia da sua potabilidade. Sendo assim, ela deve apresentar dois requisitos importantes: qualidade e quantidade. A quantidade deve ser suficiente para desempenhar todas as atividades e a qualidade faz referência à sua carga microbiológica e às características físico-químicas. Em um estabelecimento abastecido por água de rede pública, partimos do princípio de que o tratamento da água já foi devidamente realizado pelo serviço de saneamento básico municipal, cabendo à indústria voltar sua atenção ao sistema de armazenamento e distribuição (tubulação e torneiras) (CUNHA, 2016).

Os padrões de qualidade para a água dependem de como ela será aplicada. No caso do setor de alimentos em produção e distribuição, por exemplo, a água deve ter um elevado grau de pureza, por estar em contato com as substâncias manipuladas em qualquer fase do processo e/ou por ser parte integrante do produto final. Caso ocorra uma não conformidade nesse processo, pelo uso de uma água que não seja potável, graves consequências podem ocorrer na saúde humana, como casos de doenças de origem alimentar. A água pode veicular um elevado número de enfermidades e essa transmissão pode se dar por diferentes mecanismos, sendo o seu consumo, o mais relacionado à qualidade, onde um indivíduo sadio ingere água que contenha componente nocivo à saúde (BRASIL, 2006; MIERZW e HESPANHOL, 2005).

Quanto maior for a eficácia do padrão de potabilidade da água para o consumo humano, maior o nível de confiança nos parâmetros de qualidade monitorados, além de valores máximos permitidos mais rigorosos. Dentre os parâmetros de qualidade da água, pode-se analisar pelos de natureza físico-químico, como os índices de temperatura, pH e cloro. O Manual Prático de Análise da Água da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), destaca o monitoramento desses parâmetros físico-químicos para a água utilizada para consumo humano e produção de insumos. A FUNASA declarou que o produto químico empregado na desinfecção da água é o cloro, e é desejável que após esse processo, este se apresente de forma residual. O controle no uso do cloro é de extrema importância para o acompanhamento da sua dosagem

durante o tratamento de desinfecção. O Valor Máximo Permitido (VMP) de cloro residual permitido é de 2,0 mg/L, valor acima do qual ofereceria riscos à saúde da população. Se uma amostra de **água** apresenta uma concentração de cloro residual livre superior a 5,0 mg/L, ela não atende ao padrão de potabilidade (BRASIL, 2013).

Tabela 1: Análise das medidas de tendência da variável “Cloro” do presente artigo. Paraíba do Sul – RJ. 2021.

Variável	Posto	N	Média	EP Média	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Cloro	X	30	4,7667	0,0785	0,4302	4,0000	5,0000	5,0000
	Y	30	4,7333	0,0821	0,4498	4,0000	5,0000	5,0000

Fonte: Elaborado pelos autores

Pelo exposto na tabela 1, o cloro de ambos os postos (X e Y) possuem um comportamento semelhante no período de tempo avaliado, conforme se infere no desvio-padrão e na média: posto X = 4,76 (\pm 0,078) e posto Y = 4,73 (\pm 0,082). A análise efetuada não apresentou diferença estatística significativa de que as médias sejam diferentes.

Em relação à variável pH, esse fator não traz riscos sanitários. Todavia, alterações de pH podem advir de origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais). O intervalo de pH para águas de abastecimento é pré estabelecido visando reduzir problemas das redes de distribuição, como as incrustações proporcionadas pela alcalinidade excessiva, e corrosão, ocasionada pelas condições de acidez. Portanto, é um parâmetro que deve ser acompanhado para melhorar os processos de tratamento e preservar as tubulações contra corrosões ou entupimentos. A faixa recomendada de pH na água distribuída é de 6,0 a 9,5 (BRASIL, 2013).

Tabela 2: Análise das medidas de tendência da variável “pH” do presente artigo. Paraíba do Sul – RJ. 2021.

Variável	Posto	N	Média	EP Média	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
pH	X	30	7,2867	0,0283	0,1548	7,2000	7,2000	7,6000
	Y	30	7,3200	0,0312	0,1710	7,2000	7,2000	7,6000

Fonte: Elaborado pelos autores

Pelo exposto na tabela 2., o pH de ambos os postos (X e Y) possuem um comportamento semelhante no período de tempo avaliado, conforme se infere no desvio-padrão e na média: posto X = 7,28 (\pm 0,028) e posto Y = 7,32 (\pm 0,031). A análise efetuada não apresentou diferença estatística significativa de que as médias sejam diferentes.

Outra variável da análise da água no que abrange a qualidade física é a temperatura exprime a medida da intensidade de calor, e a sua alteração em um corpo hídrico acontece de forma natural, sendo decorrente das variações sazonais e mudanças climáticas, mas acentuadas elevações de temperatura sugerem o lançamento de despejos industriais. À medida que a temperatura aumenta, a água vai abandonando a estrutura cristalina e assumindo gradativamente a estrutura conhecida como compacta. Isso significa que, com o incremento de temperatura, a água vai se tornando cada vez mais densa. Assim, a densidade absoluta da água aumenta com a temperatura até atingir o valor de 4 °C, para, a partir daí, passar a diminuir com esse aumento. Outro aspecto a ser destacado com relação à densidade da água é o fato de se observarem maiores amplitudes de variação de densidade na faixa de temperaturas mais elevadas. Como exemplo, pode-se citar a diferença de densidade da água entre as temperaturas de 24 e 25 °C, que é 26 vezes maior que a observada entre as temperaturas de 4 e 5 °C (BRASIL, 2013).

Tabela 3: Análise das medidas de tendência da variável “Temperatura (°C)” do presente artigo. Paraíba do Sul – RJ. 2021.

Variável	Posto	N	Média	EP Média	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
pH	X	30	11,033	0,273	1,497	10,000	10,000	14,000
	Y	30	11,067	0,279	1,530	10,000	10,000	14,000

Fonte: Elaborado pelos autores

Pelo exposto na tabela 8., a temperatura em °C de ambos os postos (X e Y) possui um comportamento semelhante no período de tempo avaliado, conforme se infere no desvio-padrão e na média: posto X = 11,03 (\pm 0,273) e posto Y = 11,06 (\pm 0,279). A análise efetuada não apresentou diferença estatística significativa de que as médias sejam diferentes.

Em comparação dos resultados obtidos do presente artigo com a tabela 5., que foram artigos incluídos que realizaram análise do controle da qualidade da água que envolvem ETA's e/ou estabelecimentos comerciais de alimentos que são abastecidos por água dessas Estações, observa-se que o parâmetro pH foi o que foi avaliado em todos os estudos e que a média entre encontra-se dentro dos parâmetros estabelecidos (BRASIL, 2013).

Como a variável “temperatura (°C)” é parâmetro para densidade, e esse, não interfere diretamente como fator de qualidade final da água para consumo humano (BRASIL, 2013).

O parâmetro “cloro” é de importância para avaliação de toxicidade, porém os artigos apresentaram outros parâmetros físico-químicos que podem substituir esse parâmetro.

Verificando os resultados apresentados anteriormente, quando comparado com a legislação vigente de qualidade da água, dos 3 parâmetros avaliados no presente estudo, o parâmetro “Cloro” apresentou maiores resultados para níveis de não conformidades (5 g/ml).

CONCLUSÃO

Pelas análises efetuadas, não existem diferenças estatísticas significativas de que as médias sejam diferentes dos parâmetros físico-químicos analisados dos postos X e Y. Todavia, quando se acrescenta a questão da “qualidade da água” para consumo humano, o parâmetro “Cloro” apresentou em ambos os postos níveis de não conformidade. O presente estudo visa contribuir para melhorias no controle de qualidade da água utilizada no local da recente pesquisa que envolva a produção e a distribuição dos alimentos no estabelecimento, assim como produzir dados e informações importantes que possa gerar relatórios técnicos e a elaboração do Manual de Boas Práticas de Fabricação de Alimentos para o controle de qualidade da água. Com isso, espera-se contribuir para a definição e a (re) orientação de ações deste setor e, conseqüentemente, a prevenção de agravos relacionados com a água utilizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde.** Brasília, 28 set. 2017. Disponível em: <<https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>>. Acesso em: 12 de junho de 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretrizes Metodológicas: elaboração de revisão sistemática e metanálise de ensaios clínicos randomizados.** Brasília. 2012. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_metodologicas_elaboracao_sistematica.pdf>. Acesso em: 18 de julho de 2021.

BRASIL. FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual Prático de Análise da Água.** 4ª Edição, Brasília. 2013. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf>. Acesso em: 18 de julho de 2021.

BRASIL. FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Secretaria de Vigilância em Saúde.** Brasília. 2006. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf>. Acesso em: 11 de junho de 2021.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 430 de 13/05/2011. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.** Brasília, 17 mar. 2005. Disponível em: <<https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=114770>>. Acesso em: 12 de março de 2021.

COSTA, R.O. **Tratamento de água cinza visando o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar.** NASCIMENTO, José Jefferson da Silva; MEDRONHO, Ricardo de Andrade. 2021. 85 f. Tese (Pós-Graduação em Engenharia de Processos) - Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2021.

CUNHA, H.V.F. **Qual a importância da água na indústria de alimentos?** *Food Safety Brazil.* Segurança de Alimentos, São Paulo, 01 maio. 2016. Disponível em: <<https://foodsafetybrazil.org/importancia-da-agua-na-industria-de-alimentos>>. Acesso em 11 de março de 2021

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Documento 232:** Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. Colombo, agosto. 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultima-versao.pdf>>. Acesso em: 13 de março de 2021.

MIERZWA, J.C.; HESPANHOL, I. **Água na Indústria:** Uso Racional e Reúso. 1ª Ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2005.

NASCIMENTO, D.O.; SILVA, T.G. **Gestão de água em um supermercado no bairro do pinheiro em Maceió - AL.** LIMA, Victor Vasconcelos Carnaúba. 2020. 20 f. Monografia (Bacharel em Nutrição), Centro Universitário de Tiradentes – UNIT/AL. Tiradentes, 2020.

OLIVEIRA, J.V.L.; SILVA, N.C.; SILVA, D.H.; CUNHA, A.B.O.C.; *et al.* Boas práticas para comercialização de alimentos prontos para o consumo em mercados públicos do Recife - PE. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 5, p. 1-10, 2021.

RIOS, T.C.. **Boas Práticas em Supermercados e na Central de Armazenamento e Distribuição**. TONDO, Eduardo César. 2012. 57 f. Monografia (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Porto Alegre, 2012.

RODRIGUES, António Paulino; RAMÍREZ-SÁNCHEZ; Miguel Y.; SILVA, Rodrigo Florêncio da. A Qualidade da água para o consumo humano nas unidades sanitárias do distrito municipal da Katembe (Moçambique). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, São Paulo, v. 8, n. 4., p. 46-56, 2020.

SANTOS, G.B. **Alterações sensorial, microbiológica e físico-química de Camarões (*Litopenaeus Vannamei*) inteiros e processados armazenados em gelo**. SOUSA, Oscarina Viana de; MENEZES, Francisca Gleire Rodrigues de; 2020. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2020.

SIMENSATO, Leandro Augusto; BUENO, Silvia Messias. **Importância da Qualidade da Água na Indústria de Alimentos**. São Paulo, 01 out. 2019. Disponível em: <<http://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista-cientifica/article/view/204/181>>. Acesso em: 13 de março de 2021.

SOUSA, Luciana Cavalcante de. **Análise da qualidade da água de abastecimento da sede do município de Morada Nova/CE**. 2021. 56 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará. Benfca, 2021.

STEPANIACK, Luana; BARANOSKI, Keli Cristina Wegermann; SORANSO, Cancelier; SCHMITZ, Edineia Paula; STARIKOFF, Karina Ramirez. Avaliação da qualidade da água utilizada na produção de alimentos. **Revista Ciência em Extensão**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 198 - 208, 2021.

TAVARES, Rosangela Gomes; GUSMÃO, Amanda Cristina Santos; SILVA, Rafaela de Sá Oliveira; SILVA, Geisa Freiras do Monte; *et al.* Alteração físico-química da água para consumo humano após uso de filtros domésticos. **Revista GEAMA, Scientific Journal of Environmental Sciences and Biotechnology**, Recife, v. 6, n. 1, p. 58 - 63, 2020.

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: PRODUÇÃO DE BIODIESEL NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Palavras chave- Educação Científica; Escola Pública; 3R's

Jacqueson Martins Lima - Discente do Programa de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras;

Renan Rodrigues Moreira da Silva- Especialização em Educação Ambiental. Mestrando em Ciências Ambientais pela Universidade de Vassouras (RJ); Técnico em Química e Licenciado em Pedagogia; Bolsista de treinamento e capacitação técnica PESAGRO/FAPERJ.

Saulo Paschoaletto de Andrade- Universidade Federal do Rio de Janeiro – Consórcio CEDERJ; Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro – SEEDUC; Licenciado em Ciências Biológicas; Tecnólogo em Gestão Ambiental; Especialista em Saúde Ambiental; Especialista em Saúde Pública; Mestre em Ensino de Biologia. Professor da Educação Básica, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (SEEDUC); Professor de Educação Científica (SEEDUC); Tutor da graduação no curso de Ciências Biológicas (UFRJ/CEDERJ); Coordenador da Vigilância em Saúde Ambiental na Prefeitura de Três Rios – RJ.

Sandro Pereira Ribeiro - Possui graduação em Licenciatura Química e Química Industrial pela Universidade de Vassouras - RJ (2006); Mestrado em Química pelo Instituto Militar de Engenharia - IME - RJ (2010); Doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG (2015); Pós- Doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG (2022); Professor do curso de Engenharia Química da Universidade de Vassouras-RJ; Professor do Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras-RJ. sandro.ribeiro@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

O reaproveitamento de lixos poluentes é um assunto pontual e de grande relevância no atual cenário geopolítico. A reciclagem é o fator que mais deveria ser entendida, e praticada, na sociedade, principalmente no ensino formal, ainda mais quando se tratar de produtos poluentes.

Nesse contexto surgiu a necessidade de buscar alternativas para instruir e orientar os alunos, de uma determinada comunidade escolar, sobre a facilidade em reutilizar certos tipos de materiais e substâncias potencialmente tóxicas ao ambiente.

Essa escola está localizada na região serrana fluminense, num distrito constituído de uma população carente em termos de oportunidades sociais, científicas e culturais, porém com afluência de interesse em desenvolver pesquisas científicas que contribuam com a melhoria na qualidade de vida das pessoas.

De acordo com Morin (2002), existe uma criatividade intrínseca provedora da construção do futuro, quando o assunto envolve a proposta dos 3Rs – Reduzir, Reaproveitar e Reciclar, gera o desafio na adequação de materiais necessários para elaboração de experimentos, já que na realidade escolar há falta desses recursos materiais e financeiros.

Sendo assim, despontou a proposta da contribuição ambiental - impulsionada pelo ensino das disciplinas obrigatórias de Química para o ensino médio da rede estadual de educação - voltada para a produção de biodiesel e sabão a partir do óleo reciclado de fritura. O óleo usado em fritura é um produto muito valioso de uso rotineiro que é indevidamente descartado e reutilizado de maneira incorreta (Rabelo, 2001).

Uma alternativa para a reciclagem desse óleo é a de produção de sabão, através de reações de saponificação com bases e álcoois como catalisadores. Outra opção é a de transformação em biocombustível, biodiesel, por transesterificação catalisadas com bases inorgânicas (Fangrui & Milford, 1999).

Esse tipo de combustível tem se apresentado como um potencial promissor, em diversas partes do mundo, devido a uma lista variada de fatores, tais como a necessidade da substituição de combustíveis fósseis por fontes energéticas biodegradáveis e a poluição e a escassez das fontes oriundas do

petróleo (Gerpen, 2005).

Nesse contexto emergiu a necessidade da contribuição e conscientização ambiental, impulsionada pelo desenvolvimento de uma metodologia científica baseada na adequação do ensino prático nas disciplinas obrigatórias de Química, do currículo mínimo do terceiro bimestre. Com isso, a obtenção do biodiesel e sabão pode corroborar com o aprendizado e a integração dos alunos de ensino médio com a pesquisa e a prática científica.

DESENVOLVIMENTO

Mediante isso, as reflexões com mediações, reciclagens, adequações dos aparatos e capacitações através de ensinamentos e palestras para os alunos, assim como a comunidade, podem permitir uma visão melhor de futuro e do planeta que almejam viver.

Os óleos vegetais, oriundos do uso em frituras, normalmente, não têm um destino ecologicamente adequado e podem ser aproveitados na produção de biocombustíveis e sabões, o que representa uma contribuição tanto para a questão econômica como a questão social, educacional e ambiental (Demirbas, 2008).

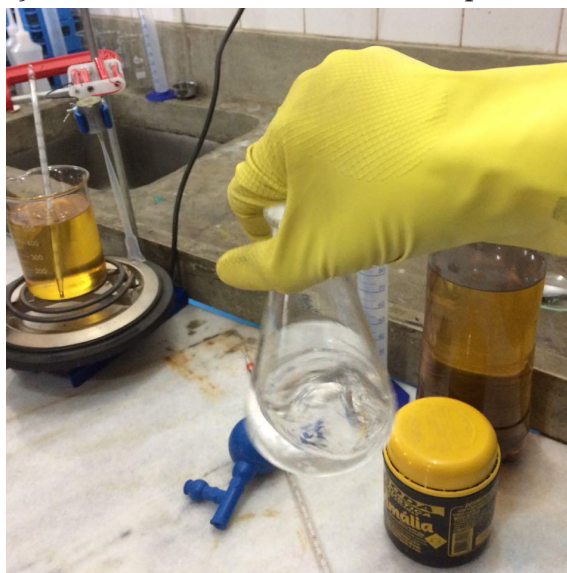
Ambientalmente, destaca-se a menor emissão de gases do efeito estufa (GEE) pelo biodiesel, o que melhora a qualidade do ar urbano (Brasil, 2014). Contudo, o maior benefício ambiental é o descarte consciente que deixaria de ser despejado nos ralos e enviado aos lixões, para ser coletado e transformado em combustível, assim como em sabão.

Imagem 1: Painel, horizontal, na quadra da escola, sobre o biodiesel



Pelo lado econômico, a produção é de baixo custo e pode corresponder a uma economia significativa, já que o biodiesel pode ser misturado ao diesel comum e ser usado no abastecimento dos geradores e nos meios de transportes.

Imagem 2: Produção de biodiesel no laboratório “improvisado” da escola



No aspecto social, além da contribuição para um desenvolvimento sustentável do planeta, pode ocorrer a possibilidade de ingresso no mercado de trabalho por pessoas desempregadas, já que é possível, no futuro, a formação de cooperativa de catadores e venda do óleo. Também é possível em termos de manutenção e contribuição para a saúde com a instrução educacional transmitida sobre o malefício do uso contínuo e rotineiro do óleo de fritura.

Imagem 3: Captação de óleo de fritura usado



Na parte educacional, é possível abordar a teoria na prática dos conteúdos exigidos no currículo mínimo estadual da SEEDUC de Química, assim como na interdisciplinaridade com a Biologia. Desta maneira, é possível trabalhar com experimentações no ensino de Química (Introdução à Química, métodos de separação, soluções e preparo de soluções, ligações químicas, tabela periódica, propriedades físicas e químicas, funções inorgânicas e orgânicas, reações de esterificação e transesterificação, cinética e termoquímica, concentração, solubilidade, isomeria, classificação de carbonos e cadeia carbônica).

Na área da Biologia podemos inserir os conhecimentos sobre biomoléculas, ecologia, teias e cadeias alimentares, relações ecológicas, ações antrópicas no ambiente natural, e poluição (Fogaça, 2018).

Contudo, também, podemos reaproveitar alguns materiais para os adequá-los em etapas fundamentais dos experimentos, tais como: filtração do óleo de fritura com bagaço de cana, decantação do biodiesel com o uso de garrafa pet como funil, agitador mecânico com motor de brinquedos eletrônicos, Hélice de agitação com o uso de pipetas de Pasteur de plástico adaptadas, fôrmas de sabão com copos descartáveis e caixas de leite.

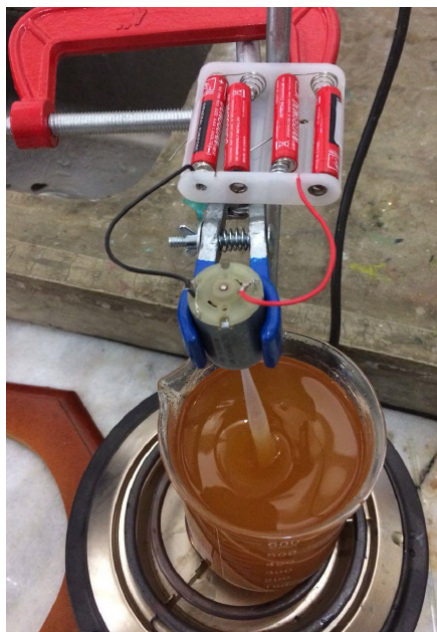


Imagem 4: Reaproveitamento de garrafa PET, pipeta de Pasteur e motor a pilha para a produção de biodiesel e sabão

O principal objetivo foi intercalar os conteúdos teóricos do currículo mínimo de Química e Biologia, com

o ensino prático da produção de sabão e biodiesel, a partir do óleo de fritura, para sensibilizar e capacitar os estudantes na transmissão do conhecimento adquirido para a sua comunidade, promovendo o censo crítico sobre a adequação de equipamentos para a experimentações científicas, assim como a educação e conscientização ambiental através da reciclagem, geração de energia limpa e reaproveitamento de materiais.

Em relação aos recursos necessários, como a proposta envolvia os 3Rs, os materiais foram doados pelos próprios estudantes, uma vez que se tratava de materiais de descarte, como o óleo de fritura usado; as garrafas PET, o motor de carrinho a pilha, serragem e copo descartável. O catalisador foi adquirido pelo professor e os demais equipamentos e materiais tinham na escola.

Com a necessidade de promover o interesse dos alunos sobre a proposta, e aprofundar o debate sobre o tema, deu-se início a pesquisa bibliográfica, no início do segundo bimestre, sobre a reciclagem do óleo de fritura para a produção de sabão e biodiesel. Com essa pesquisa foi possível envolvê-los no assunto e ampliar o repertório informacional.

Para a produção do sabão foi trabalhado a importância do uso de equipamentos de segurança, uma vez que foi utilizado o hidróxido de sódio - uma base forte corrosiva. Na sequência foi abordado o conteúdo de Química envolvendo o sabão, relacionando assuntos de solubilidade, polaridade, basicidade, acidez e reação de saponificação.

Desta forma, procedeu-se com parte prática, com as misturas dos ingredientes na devida proporção, e sequência: 5g de hidróxido de sódio diluídos em 10ml de água, com 5ml de álcool e 40ml de óleo de fritura. Em seguida foi realizada a mistura de todas as substâncias, sob agitação, e dentro de aproximadamente 5 minutos ocorreu a formação do sabão.

Imagem 5: Aspecto do sabão ao final da reação de saponificação



Para o processo de obtenção do biodiesel, os estudantes utilizaram como referência os procedimentos descritos por Sato (2016). A síntese do biodiesel iniciou com o processo de filtração do óleo, com o uso alternativo do bagaço da cana de açúcar. Nesse momento foi possível envolver o conteúdo de propriedades físicas e separação de misturas.

Imagem 6: Etapa de filtração



Após a filtração, procedeu-se com o aquecimento e agitação do óleo, para retirar resíduos de água, - etapa de secagem - elevando a temperatura em torno de 100°C por 10 minutos. Paralelamente, foi preparado uma mistura com Metanol e Hidróxido de Sódio, e os conteúdos sobre soluções, substâncias, misturas, ligações químicas, tabela periódica, termoquímica e funções orgânicas e inorgânicas foram discutidos com os estudantes.

O óleo foi resfriado à 40°C e misturado com a solução catalisadora (Metanol + Hidróxido de Sódio), sob agitação e manutenção da temperatura para a formação do biodiesel. O tempo de reação foi de aproximadamente, uma hora, sendo verificada, visualmente, a conversão completa de ésteres pelo escurecimento brusco da solução, seguida de retorno da coloração inicial.

Após esse tempo, o produto da reação foi depositado no decantador - elaborado com garrafa pet, torneira e suporte de madeira de reaproveitamento - por um período de vinte e quatro horas, para que ocorra a separação da glicerina com o biodiesel.

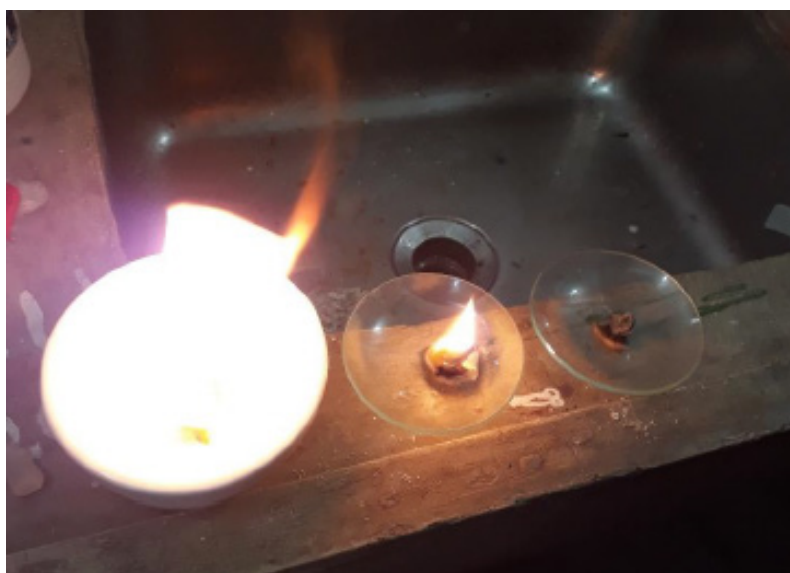
Imagem 7: Início do processo de decantação



Após esse processo, é retirada a glicerina, que está localizada na parte de baixo do decantador, e o biodiesel é lavado, com água e cloreto de sódio, para eliminar resíduos de glicerina e álcool. Essa etapa de lavagem é importante para se obter um produto mais puro.

Ao final do processo, o combustível foi caracterizado por testes de pH e queima.

Imagem 8: Comparação entre a queima do biodiesel e o óleo de fritura no algodão. Esquerda: biodiesel; Direita: óleo de fritura.



CONCLUSÃO

O trabalho demonstrou a viabilidade da produção de biodiesel e sabão a partir do óleo de fritura usado, integrando práticas educacionais de Química e Biologia com a conscientização ambiental e o desenvolvimento sustentável.

A metodologia, utilizando materiais reciclados e adaptando equipamentos simples, mostrou-se eficaz para abordar conceitos teóricos de forma prática e interdisciplinar.

A produção de biodiesel e sabão a partir do óleo usado comprovou seu potencial para minimizar o impacto ambiental do descarte inadequado, além de oferecer uma alternativa para a geração de renda e a conscientização da comunidade.

A experiência também se destacou como ferramenta pedagógica, estimulando o interesse dos alunos pela ciência e promovendo a reflexão sobre a importância da reciclagem e do reaproveitamento de materiais.

O estudo reforça o potencial de práticas educativas que aliam teoria e prática na resolução de problemas reais, contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes e engajados com a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Benefícios ambientais da produção e do uso do biodiesel**. Brasília: MAPA/ACS [2014]. Disponível em: <https://repositorio-dspace.agricultura.gov.br/bitstream/1/1388/1/BR2014004024.pdf>. Acesso em 26 nov. 2024;

DEMIRBAS, A. Biodiesel. A Realistic Fuel Alternative for Diesel Engines. **Springer London**. 2008. 208 p.;

FANGRUI, M.; MILFORD, A. H. Biodiesel production: a review.

Bioresource Technology, University of Nebraska, v. 70, n.1, p.1-15, out.1999;

FOGAÇA, J. R. V. **Reciclagem de óleo de cozinha usado**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/reciclagem-oleo-cozinha-usado.htm>. Acesso em 29 de novembro de 2024;

GERPEN, J. V. Biodiesel processing and production. **Fuel Processing Technology**, v. 86, n.10, p.1097-1107, jun. 2005;

MORIN, E. **A religação dos saberes: O desafio do século XXI**. 2^a. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil LTDA, 2002;

RABELO, I. D.; **Estudo de desempenho de combustíveis convencionais associados a Biodiesel obtido pela transesterificação de óleo usado em fritura**, Curitiba, Programa de Pós-graduação em Tecnologia, CEFET-PR, 2001, Dissertação de Mestrado;

SATO, R. T.; STROPPIA, P. H. F.; SILVA, A. D.; OLIVEIRA, M. A. L. Fast gc-fid method for monitoring acidic and basic catalytic transesterification reactions in vegetable oils to methyl ester biodiesel preparation. **Química Nova**, v. 39, n. 3, p. 352–355, abr. 2016.

NUTRIÇÃO E SUSTENTABILIDADE: UM ENCONTRO DE SABORES E SABERES NO VALE VERDEJANTE

Palavras-chave: nutrição, sucos e sustentabilidade.

Alice Maria Cardoso Barreto (UNIVASSOURAS) – Nutricionista graduada pela Universidade Federal de Viçosa, especialista em Nutrição Clínica pelo programa de residência em Nutrição Clínica FEPECS/ESCS e Mestre em Nutrição Humana pelo Curso de Pós-Graduação em Nutrição Humana da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (UnB/DF). Atuação nas áreas de nutrição clínica e comportamento alimentar.

André Luiz Vasconcellos Vargas (UNIVASSOURAS) – Biólogo graduado em Bacharelado pela Universidade Severino Sombra (2006) e Licenciatura Plena pela Universidade de Franca (2018), Mestre em Tecnologia Ambiental pela Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda da Universidade Federal Fluminense (EEIMVR-UFF) (2016) e Doutorando em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (PPGCTA-UFRRJ). Atualmente é professor de disciplinas básicas dos cursos de Nutrição e Bacharelado em Educação Física na Univassouras.

Tassiana A. Bassin Ucha Campos (UNIVASSOURAS) – Nutricionista com Pós-graduação em MBA de Gestão de Qualidade em UAN (UBM) e Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos (UFRRJ) – Atuação nas áreas dos alimentos: Controle de qualidade, Análise sensorial e Tecnologia e Inovação.

Luciana de Souza Marques – Mestrado em Ciências Aplicadas em Saúde pela Universidade Severino Sombra (2019), Pós graduada em Comportamento Alimentar e Coaching Nutricional pela Faculdade Educamais (2022), Nutrição e Nefrologia pelo Instituto Cristina Martins (2022), e Terapia Nutricional e Nutrição Clínica pela Universidade Anhembí Morumbi (2017). Graduada em Nutrição pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci - Blumenau/SC (2010). Experiência há mais de 9 anos na Área hospitalar (clínica e cozinha (UAN)) com ênfase em terapia nutricional, principalmente nos seguintes temas: Terapia nutricional enteral, idosos, terapia intensiva, nutrição clínica e nutrição infantil. Atuando nos atendimentos aos pacientes e na orientação e capacitações com a equipe da cozinha, atuando também nesse período como Membro da Equipe Multidisciplinar de Terapia Nutricional. Atendimentos das áreas clínica, cirúrgica, oncologia e na hemodiálise. E há 6 anos atuando na área hospitalar materno infantil, nos atendimentos e participando de grupos de apoio a puérpera e palestras para gestantes e nutrízes. Atualmente sou gestora do curso de Nutrição na Universidade de Vassouras (Campus Vassouras) e docente ministrando a disciplina de Técnica Dietética no curso de Nutrição da Universidade de Vassouras. coordnutricao@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

O curso de Nutrição da UNIVASSOURAS participou de uma prática que envolveu uma experiência única e enriquecedora, onde a nutrição e a sustentabilidade se entrelaçaram de maneira harmônica e significativa. Durante uma ação de reflorestamento no Vale Verdejante, em Andrade Costa, Vassouras – RJ, tivemos a oportunidade de contribuir com a Oficina de Frutas e Folhas de Sucos Naturais, da Ação de Extensão “Raízes do Futuro”, oferecendo sucos naturais para os participantes da atividade.

Essa ação contou com a presença de crianças, jovens e idosos, e se transformou em um momento de aprendizado e troca, tanto sobre os benefícios das frutas regionais para a saúde quanto sobre a importância de cuidar do meio ambiente.

A proposta não era apenas restaurar o ecossistema local, mas também promover o bem-estar físico dos participantes, reforçando a ideia de que o cuidado com a natureza está intrinsicamente ligado ao cuidado com o nosso corpo. Ao compartilhar esse relato, esperamos destacar a importância da integração entre as práticas ambientais e de saúde, mostrando como pequenas atitudes podem gerar grandes impactos na construção de um futuro mais saudável e sustentável.

DESENVOLVIMENTO

A partir do convite realizado pela Pró-Reitoria de Saúde da Univassouras, iniciamos o planejamento

das atividades para a ação comunitária “Raízes do Futuro”. O evento, centrado na recuperação e preservação ambiental, também buscou promover o bem-estar dos participantes. Nesse contexto, elaboramos estratégias que unissem saúde, nutrição e sustentabilidade, decidindo oferecer sucos naturais de frutas típicas da região durante uma caminhada ecológica, como forma de fornecer hidratação e reposição de nutrientes. Com o objetivo de alinhar sabor e valor nutricional, selecionamos frutas locais, como acerola, caju, abacaxi e goiaba.

A acerola, rica em vitamina C, contém entre 1000 e 1677 mg por 100 g, quantidade que supera em mais de 20 vezes a presente em uma laranja. Além disso, é uma excelente fonte de flavonoides e carotenoides com ação antioxidante (ASSUNÇÃO; MERCADANTE, 2003).

O caju, com 219 mg de vitamina C por 100 g, também é rico em minerais como potássio e magnésio, além de compostos fenólicos que conferem propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (NASCI-MENTO et al., 2014).

O abacaxi, por sua vez, destaca-se pela presença da bromelina, uma enzima com propriedades digestivas e anti-inflamatórias, além de fornecer 47,8 mg de vitamina C por 100 mg é uma boa fonte de manganês (PAPOUTSIS et al., 2017).

Já a goiaba oferece 228 mg de vitamina C por 100 g, mais que o dobro da quantidade recomendada diariamente. É também rica em fibras, que promovem a saúde intestinal, e antioxidantes, como licopeno e betacaroteno (BARRETO et al., 2020).

Com a equipe formada por professores, nutricionistas e biólogo, acreditamos que a iniciativa, embora simples, teve um impacto significativo, contribuindo para a promoção da saúde e para o sucesso do evento como um todo. Durante o dia da ação, organizamos um ponto estratégico para oferecer os sucos naturais aos participantes. Além de fornecer hidratação e energia, os sucos desenvolvidos para a promoção da saúde de maneira prática e sustentável. A integração entre natureza e nutrição marcou esse encontro, mostrando como a alimentação pode ser um ato de cuidado e bem-estar.

Com a escolha de frutas frescas e nutritivas, fortalecemos a conexão entre saúde e sustentabilidade, destacando a importância de pequenos gestos para alcançar grandes resultados.

O evento contou com a participação de uma diversidade de pessoas: crianças, jovens e idosos, cada um com suas expectativas e necessidades. Para as crianças, o momento de degustar o suco de acerola foi uma verdadeira festa. Elas estavam empolgadas com a combinação das cores vibrantes das frutas e as histórias sobre como cada uma contribuía para a saúde do corpo. O sabor doce e refrescante de cada bebida trouxe sorrisos e momentos de alegria, além de um aprendizado sobre o poder das frutas frescas.

Para os jovens e adultos, especialmente aqueles envolvidos diretamente nas atividades de reflorestamento, os sucos eram um combustível natural para manter a energia e a disposição ao longo do dia. Alguns comentaram sobre o sabor inesperado do caju, enquanto outros discutiam as vantagens de consumir alimentos frescos da região. O contato com o que é cultivado localmente foi um lembrete importante de como a alimentação saudável pode estar alinhada com práticas sustentáveis, como o reflorestamento.

Os idosos, por sua vez, mostraram grande apreço pela leveza e os benefícios dos sucos, especialmente o abacaxi, que muitos associaram a memórias de suas infâncias. Para eles, a ação representou não só um gesto de cuidado com o meio ambiente, mas também um momento de reconexão com a terra e com os sabores tradicionais da região.

Enquanto os sucos eram servidos e as pessoas se reuniam em torno da mesa, era visível a interação entre gerações, trocando experiências sobre os cuidados com a saúde e o respeito à natureza.

O evento não era apenas sobre plantar árvores, mas sobre semear consciência, tanto ecológica quanto nutricional. A nutrição, ao lado do ato de reflorestar, se tornou uma metáfora poderosa: assim como as árvores, nossos corpos também precisam de cuidado e atenção para florescer.

Foi um dia de aprendizado e de celebração do que a natureza nos oferece, mostrando que a sustentabilidade não se limita ao plantio de árvores, mas também se estende ao cuidado com a saúde e ao cultivo de um futuro mais equilibrado para todos.

As escolhas das frutas para a educação ambiental

“O desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos” (BRASIL, 1999) é um dos objetivos fundamentais da educação ambiental. As escolhas

das frutas foram pensadas considerando o contexto ambiental, a disponibilidade local, os nutrientes contidos e a aceitabilidade.

Para a proposta, preocupamo-nos com frutas de espécies nativas da Mata Atlântica, bioma brasileiro no qual se encontra o Vale Verdejante, ou que fossem espécies introduzidas, porém, bem adaptadas e naturalizadas ao ecossistema local. Mais interessante, seria, inclusive, que os sucos fossem preparados com frutos coletados na própria unidade. Como isso mostrou-se impraticável, optamos por utilizar polpas de frutas comercializadas. Apenas o hortelã utilizado, foi coletado na própria unidade.

No entanto, um dos participantes do evento, durante a caminhada para a área de reflorestamento, coletou um mamão e nos trouxe uma metade para fazermos um suco ele. Criamos um suco de mamão com acerola e hortelã. Esse foi um exemplo de como é importante aproximarmos a prática para o ambiente local, tornando a comunidade ativa na execução da atividade.

Sobre os frutos e suas origens, consideramos:

Goiaba (*Psidium guajava* L.): nativa, ocorrendo desde o México até o Sul do Brasil (EMBRAPA, 2023).

Abacaxi (*Ananas comosus* L.): nativa, originária do sul da América do Sul, compreendendo o nordeste da Argentina e do Paraguai, o centro-oeste, sul e sudeste do Brasil (SOUZA et al, 2017)

Caju (*Anacardium occidentale* L.): nativa do nordeste brasileiro (EMBRAPA, 2016).

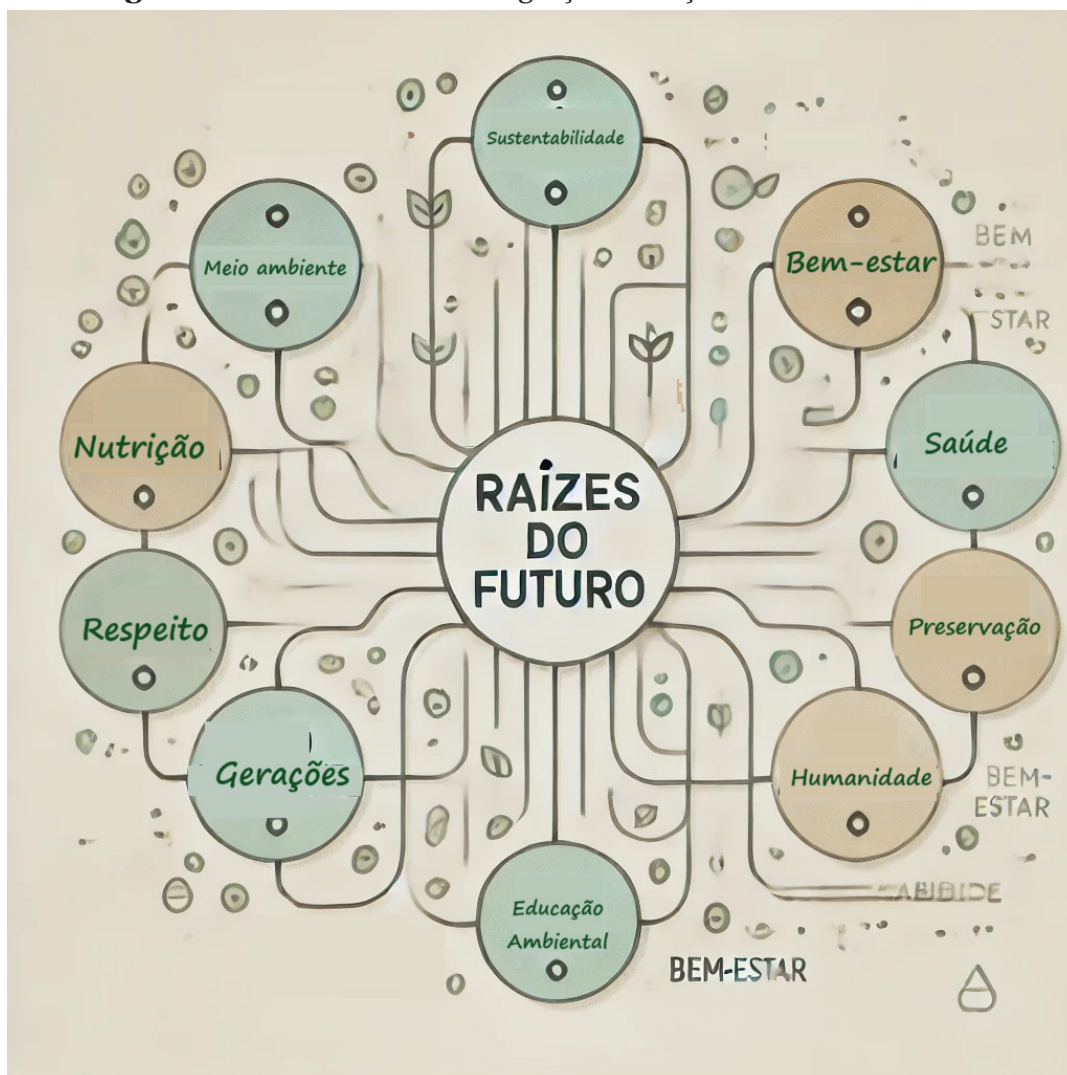
Acerola (*Malpighia puniceifolia* L.): exótica naturalizada, originada da América Central (EMBRAPA, 2024).



CONCLUSÃO

A ação “Raízes do Futuro” exemplificou como práticas simples podem integrar saúde e sustentabilidade, promovendo o bem-estar físico e ambiental. A utilização de frutas regionais para preparar sucos nutritivos não apenas beneficiou os participantes com hidratação e nutrientes essenciais, mas também reforçou a conexão com os recursos naturais locais. Este evento destacou a importância de pequenas atitudes, como o consumo consciente e a educação ambiental, na construção de um futuro mais saudável e equilibrado. Ao unir gerações e incentivar o cuidado mútuo entre as pessoas e a natureza, ficou evidente que a sustentabilidade transcende o reflorestamento, tornando-se uma prática essencial para o cuidado integral com a vida.

Figura: Raízes do Futuro – Integração Nutrição e Meio Ambiente



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSUNÇÃO, Ricardo B.; MERCADANTE, Adriana Z. **Carotenoides e ácido ascórbico do cajueiro** (*Anacardium occidentale* L.): efeitos geográficos e de variedade. *Food Chemistry* , v. 81, n. 4, p. 495-502, 2003.

BARRETO, Graziela PM; et al. **Aspectos nutricionais e funcionais da goiaba** (*Psidium guajava* L.) para a saúde humana: Uma visão geral. *Current Nutrition & Food Science* , v. 16, n. 2, p. 101-112, 2020.

BRASIL. LEI No 9.795: **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Brasília, DF: Presidência da República, [1999]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm. Acesso em: 02 dez. 2023.

EMBRAPA. **Acerola**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/acerola>. Acesso em: 02 dez 2024.

EMBRAPA. Brasil em 50 alimentos. 2023. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1153340/1/Brasil-em-50-alimentos-Goiaba.pdf>. Acesso em: 02 dez 2024.

EMBRAPA. **Sistema de produção do caju**. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1052862/sistema-de-producao-do-caju>. Acesso em: 02 dez. 2024.

NASCIMENTO, Thiago G.; et al. **Compostos fenólicos da própolis brasileira com atividades farmacológicas**. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* , v. 2014, Article ID 479140, 2014.

PAPOUTSIS, Konstantinos et al. Bromelaína: **Uma enzima natural, dietética, com aplicações biomédicas versáteis**. *Journal of the Science of Food and Agriculture* , v. 97, n. 7, p. 2011-2020, 2017.

SOUZA, Fernanda Vidigal Duarte; SOUZA, Everton Hilo de; PÁDUA, Tullio Raphael Pereira de; FERREIRA, Francisco Ricardo. **Abacaxi: Ananas comosus**. Procisur, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1095063/abacaxizeiros-ananas-spp-cultivados-e-silvestres>. Acesso em: 02 dez 2024.

QUÍMICA COMPUTACIONAL NO ESTUDO DE SISTEMAS BASEADOS EM GRAFENO PARA A CAPTURA DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

Palavras-chave: Dióxido de carbono, Grafeno, Simulações computacionais.

Júlio de Paula Campbell Oliveira – Licenciado em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e Mestrando em Ciências pelo PPG-ProdBio da UFRJ.

Gabriel de Souza Martins: Licenciando em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Diego Fernando da Silva Paschoal - Bacharel, Licenciado e Doutor em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Professor Adjunto de Físico-Química do Instituto Multidisciplinar de Química do Centro Multidisciplinar UFRJ-Macaé da Universidade Federal do Rio de Janeiro. diegofspaschoal@macae.ufrj.br

INTRODUÇÃO

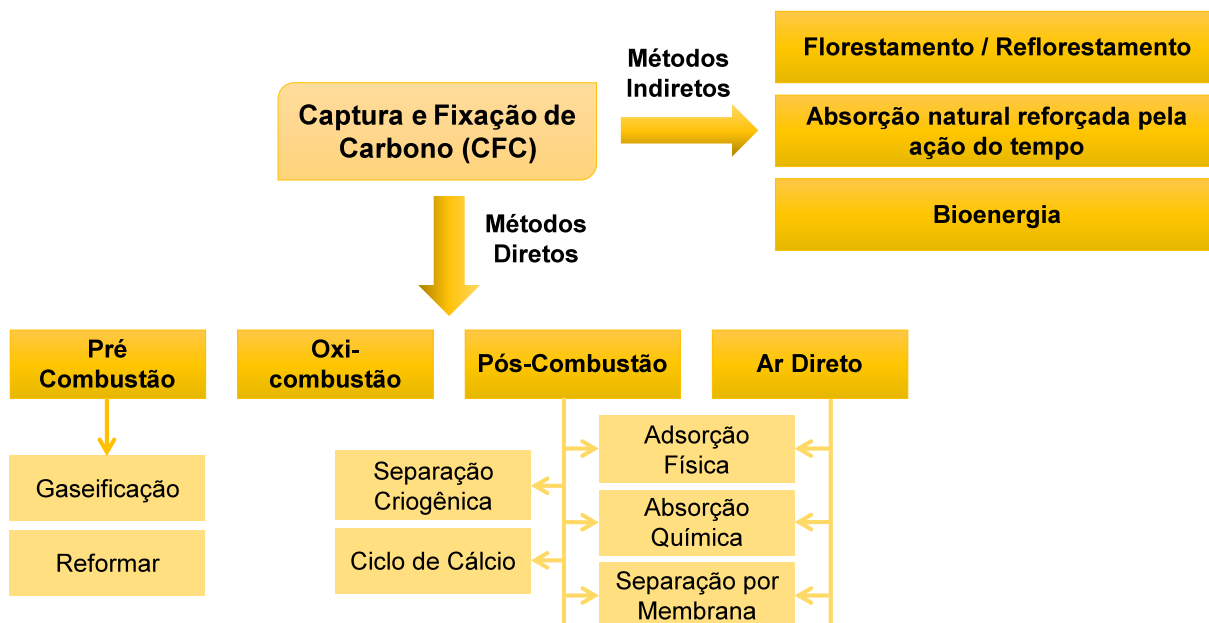
Em 2015, a ONU (Organização das Nações Unidas) divulgou a Agenda 2030 e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), onde um dos objetivos é o combate às mudanças climáticas e seus impactos (ODS 13). O combate às mudanças climáticas é fundamental para controlar o aumento da temperatura no planeta e suas consequências, como a acidificação dos oceanos, perturbações em ecossistemas, fenômenos meteorológicos extremos, derretimento de geleiras etc. (Veluturla; Singh; Fatima, 2024).

Atualmente, uma das principais fontes que contribuem para ocorrência desse fenômeno é a emissão de gases do efeito estufa, sendo o principal contribuinte o gás dióxido de carbono (CO₂) (Veluturla; Singh; Fatima, 2024). Em 2021, cerca de 3,6 bilhões de toneladas de CO₂ foram emitidos (Zhang *et al.*, 2024) tendo como fonte primária a combustão de combustíveis fósseis (He *et al.*, 2024; Veluturla; Singh; Fatima, 2024; Zhang *et al.*, 2024). Assim, fontes de energia renováveis, tais como energia solar e eólica, são alternativas empregadas para redução da emissão de CO₂ e outros gases nocivos (Veluturla; Singh; Fatima, 2024). Entretanto, essas tecnologias não podem ser a única solução devido as limitações para sua implementação (Azarpour *et al.*, 2013; Sorayani Bafqi *et al.*, 2024). Assim, o desenvolvimento de tecnologias capazes de remover CO₂ da atmosfera são fundamentais para mitigação dos efeitos climáticos (Soo *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2024) e contribuem para alcançar os objetivos propostos na ODS 13.

Os métodos para captura de CO₂ são classificados em diretos e indiretos e incluem absorção química, adsorção física, dentre outros (Figura 1) (Soo *et al.*, 2024; Sorayani Bafqi *et al.*, 2024). Nos métodos indiretos, o CO₂ capturado pelos sistemas de captura (florestamento, biomassa etc.) é consumido, além de ser um potencial método para armazenamento e uso de CO₂, enquanto em métodos diretos, o CO₂ é extraído diretamente da atmosfera ou de emissores de gases. Os sistemas de captura de CO₂ baseados nos métodos diretos incluem o uso de diferentes materiais como solventes a base de grupos amino, líquidos iônicos, polímeros, materiais a base de carbono, dentre outros (Nwabueze; Leggett, 2024). Dentre os materiais baseados em carbono destaca-se o uso do grafeno.

O grafeno, um alótropo do carbono, é um nanomaterial que apresenta inúmeras aplicações devido às suas propriedades ópticas, elétricas, térmicas e mecânicas (Sorayani Bafqi *et al.*, 2024; Yu *et al.*, 2024). Ele tem se destacado como sorvente sólido em sistemas para captura de CO₂ (Armano; Agnello, 2019; Chuah *et al.*, 2021), especialmente na forma de camadas de nanografeno com poros e/ou defeitos estruturais que potencializam a captura de CO₂. Além disso, óxidos de grafeno e grafeno funcionalizado com grupos químicos específicos também têm demonstrado um aumento significativo na capacidade de adsorção de CO₂ (Chakraborty; Saha; Saha, 2023). Assim, o CO₂ capturado das emissões pode ser usado como matéria-prima para a fabricação do grafeno, tal comportamento é ambientalmente sustentável e inovador em ciência de materiais (Soo *et al.*, 2024; Sorayani Bafqi *et al.*, 2024).

Figura 1. Métodos para captura e fixação de CO₂.

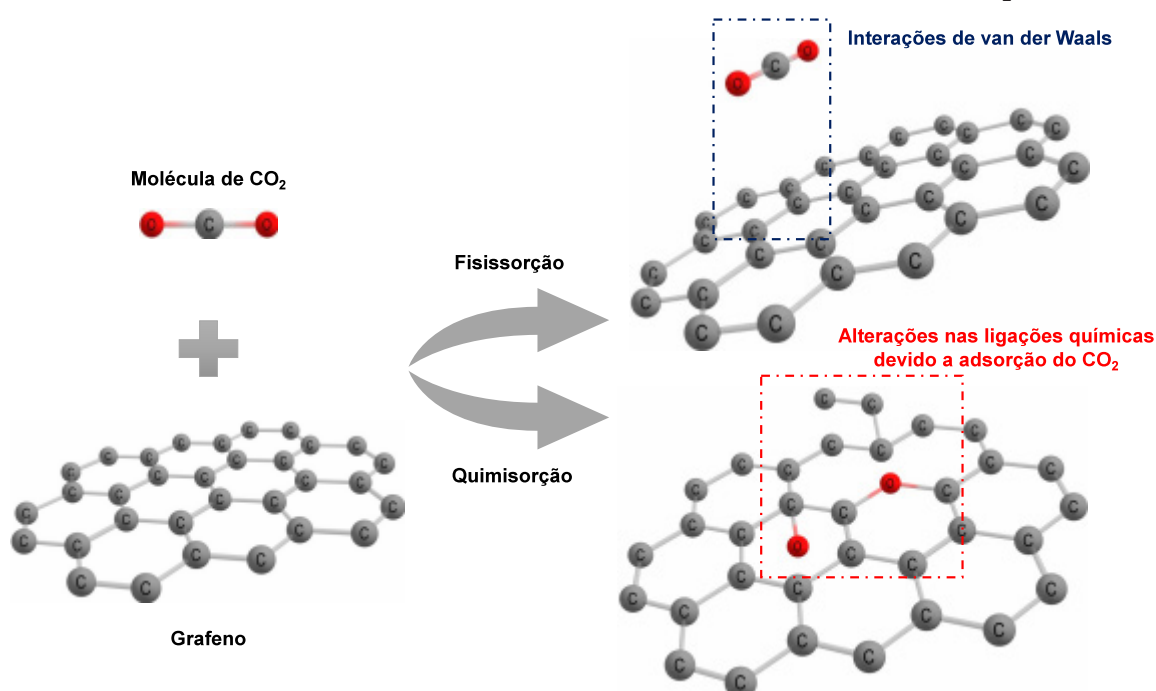


Fonte: Elaborada pelos autores.

A adsorção do CO₂, por nanomateriais baseados em grafeno, pode ocorrer através do processo de fisissorção (predominante) ou quimissorção (Figura 2). No processo de fisissorção ocorre a interação da molécula de CO₂ com poros, área superficial e grupos funcionais do grafeno através de interações de van der Waals. Por outro lado, na quimissorção, sistemas grafeno/CO₂, que sofreram fisissorção, são estabilizados pela formação de ligações químicas que alteram a estrutura do grafeno formando grupos carbonil ou carboxila (Chakraborty; Saha; Saha, 2023).

Atualmente, existe um número elevado de potenciais materiais para uso em sistemas de captura de CO₂, porém, existe uma grande dificuldade na realização de experimentos envolvendo esses materiais. Assim, simulações computacionais são fundamentais para orientar no estudo e auxiliar no design de novos materiais (Tian; Dai; Jiang, 2016), sendo capazes de auxiliar no estudo da estrutura, energia, parâmetros termodinâmicos etc. de sistemas estáticos e dinâmicos (Du, 2016; Tian; Dai; Jiang, 2016).

Figura 2. Mecanismo de fisissorção e quimissorção no processo de adsorção do CO₂ por grafeno.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Apesar das vantagens associadas ao uso das simulações computacionais, diferentes desafios são encontrados, dentre eles o alto custo computacional no uso de métodos pós-Hartree-Fock, que apresentam resultados precisos na descrição de interações de van der Waals (Tian; Dai; Jiang, 2016). Assim, o uso da Teoria do Funcional da Densidade (DFT, do inglês *Density Functional Theory*) é uma alternativa para superar as desvantagens relacionadas ao custo computacional. Entretanto, o uso desse método acarreta dificuldades para a descrição dos efeitos de interação de dispersão no cálculo preciso do gap de energia e alinhamento da banda eletrônica, além do cálculo de estados excitados e na reprodução de sistemas com um número elevado de átomos (Du, 2016; Wei; Yang, 2019). Com relação ao número elevado de átomos, esse desafio pode ser superado usando os métodos de Dinâmica Molecular ou Monte Carlo, porém, essas abordagens são altamente dependentes dos parâmetros dos campos de força empregados nas simulações (Tan; Tahini; Smith, 2017).

A partir disso, o objetivo principal deste estudo é apresentar uma revisão dos protocolos computacionais usados para simulação de sistemas de captura de CO₂ baseados em grafeno, particularmente, visando enfatizar os métodos aplicados nos cálculos de propriedades eletrônicas, e auxiliar na aceleração do processo de desenvolvimento de novos materiais.

DESENVOLVIMENTO

Métodos computacionais que reproduzem adequadamente sistemas de captura de CO₂ baseados em grafeno são fundamentais para diminuição do tempo e de recursos usados por pesquisadores. Assim, foi realizada uma revisão integrativa da literatura usando as estratégias propostas por Oermann e Katthleen (2021) visando apresentar os modelos computacionais usadas para o cálculo de propriedades de sistemas de captura de CO₂ por meio de grafeno, óxido de grafeno, grafeno funcionalizado e grafeno dopado com partículas metálicas. Para o estudo foram selecionadas as bases de dados *Web of Science* e *CAS SciFinder* acessadas pelo portal periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Os artigos selecionados foram incluídos usando como parâmetro o conjunto de palavras-chave: *Graphene, Carbon Dioxide, Capture e Computational*. Na etapa seguinte, foram excluídos os artigos de revisão, experimentais, de retratação e aqueles que não abordam o tópico objeto desse estudo. Foram excluídos também os artigos que não se tinha acesso por meio do portal periódicos CAPES.

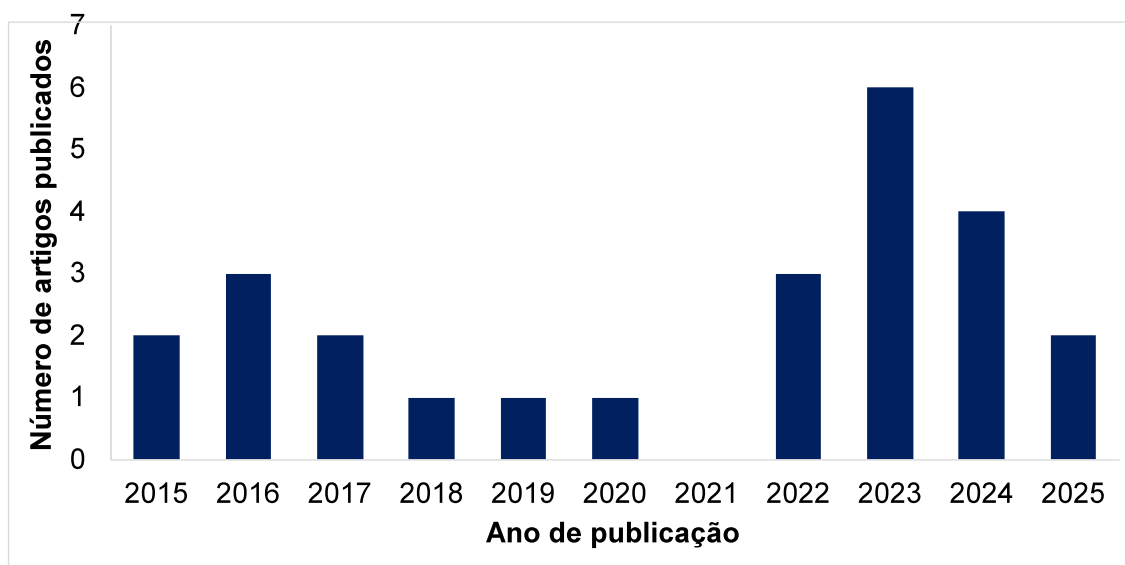
A partir dos artigos selecionados foram elencadas as propriedades avaliadas para o estudo das interações entre o CO₂ e o sistema de grafeno e os modelos computacionais usados para sua obtenção. Além disso, foi realizada uma avaliação dos métodos empregados visando identificar as características fundamentais dos modelos computacionais para a realização das simulações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os parâmetros de inclusão e exclusão, a busca por artigos que realizam simulações computacionais de sistemas de captura de CO₂ baseado em grafeno foi realizada nas bases dados *Web of Science* e *CAS SciFinder*. Inicialmente, usando os parâmetros de inclusão, foram encontrados 64 artigos na base de dados *Web of Science* e 20 artigos na base de dados *CAS SciFinder*. Após aplicação dos parâmetros de exclusão, um total de 26 artigos foram selecionados para avaliação.

O primeiro artigo, dentre os artigos selecionados para análise, foi publicado em 2015 indicando a atualidade do tema. A avaliação, referente ao ano de publicação dos artigos (Figura 3), mostra uma variação no número de trabalhos publicados e, apesar das flutuações, indica um aumento no número publicações que usam modelos computacionais.

Figura 3. Número de artigos computacionais que estudam sistemas de captura de CO₂ baseados em grafeno de acordo com o ano.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os artigos selecionados descrevem estudos computacionais que visam, principalmente, a avaliação da interação do CO₂ com o sistema de captura analisado. Dentre os sistemas de captura estão sistemas de grafeno, óxido de grafeno, grafeno funcionalizado e grafeno dopado com metais que incluem Ru, Pd, Ag, Pt e Au. Sistemas baseados em grafeno, tais como nitretos de boro, nitreto de carbono etc. foram excluídos desse estudo. Simulações usando a Teoria do Funcional da Densidade (DFT), cálculos numéricos e simulações de dinâmica molecular foram amplamente empregadas.

Os sistemas simulados incluem sistemas de grafeno dopados com silício (Mao *et al.*, 2019) e dióxido de titânio (Fischer; Hankel; Searles, 2015), microestruturas que formam membranas (Jin *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2017; Xu *et al.*, 2024), filmes de grafeno (Gatica; Aljaddani, 2023), modelos híbridos com estruturas orgânicas metálicas (MOFs, do inglês *Metal-Organic Frameworks*) (Zhao *et al.*, 2022), sistemas de difusão e captura de CO₂ por uma membrana de grafeno (Fan *et al.*, 2025).

Os artigos selecionados apresentam estudos estruturais, de frequências vibracionais, de energia eletrônica (como orbitais de fronteira, gap de energia), potencial eletrostático, energias de interações não covalentes, energia de ligação. Também são realizados estudos envolvendo a natureza de ligações hibridizadas por meio de análises de Ligações de Orbitais Naturais (NBO), densidade de estados (DOS) e energia de adsorção, calculada a partir das energias do sistema livre e do sistema combinado com o CO₂. Estudos específicos incluem a interação CO₂/metal em estruturas dopadas, e análises da estabilidade (cálculo da energia livre de Gibbs) e reatividade.

Adicionalmente, são avaliados os mecanismos de redução e quimissorção usando diferentes coordenadas de reação, além de sistemas catalíticos, capacidade de permeação do CO₂ em membranas de grafeno incluindo a avaliação em diferentes temperaturas. Aspectos como seletividade do grafeno em relação a outros gases, como CO, SO₂, N₂ etc., cargas de Mulliken e cálculos de propriedades como dureza, eletro-negatividade e eletrofilicidade, coeficiente de difusão, dentre outras, também são analisadas.

Considerando a variabilidade de sistemas, propriedades e a possibilidade de avaliação dos mecanismos de adsorção, o uso de modelos adequados para as simulações é fundamental. Assim, os principais pontos a serem considerados nas simulações computacionais serão apresentados a seguir.

Correções de dispersão descrevem as interações de atração das forças de van der Waals de um sistema (Grimme *et al.*, 2016). Essas interações são fundamentais para o estudo da interação do CO₂ com os sistemas de grafeno. A maioria dos artigos selecionados para esse estudo que realizam simulações baseadas na DFT usam correções de dispersão, dentre elas as correções D2, D3 e D3(BJ). Nestes estudos são usados os funcionais DFT BLYP, PBE, PW91, M11, B3LYP, PBE0 e ω B97xD.

Todas as funções de bases para átomos leves empregadas nas simulações computacionais, 6-31G(d,p), 6-31+G(d,p), 6-311++G(d,p), def2-SVP e TZP (disponível no pacote computacional ADF), possuem funções difusas (6-31+G(d,p), 6-311++G(d,p)) e de polarização. Essas funções adicionais auxiliam na

descrição da região de valência (funções difusas) e na descrição dos efeitos de polarização da densidade eletrônica (funções de polarização) (Cramer, 2004; Jensen, 2007) sendo fundamentais para descrição das interações dos sistemas CO₂/grafeno. Nos sistemas de grafeno dopados com metais, as funções de base usadas na descrição do sistema eletrônico dos átomos foram os conjuntos LANL2DZ que apresentam funções de polarização e caráter duplo- ζ , conferindo um baixo custo computacional.

Além do uso de funções de base, diferentes protocolos computacionais empregam funções de onda planas, que consistem em conjuntos de base compostos de orbitais atômicos numéricos e aproxima o potencial atômico em termos de pseudopotenciais de conservação de norma de Troullier–Martins, conjunto de bases numéricos duplos totalmente eletrônicos com função de polarização (DNP) e onda aumentada do projetor (PAW). Para esses métodos, o cut-off de energia selecionado variou de 450 a 600 eV e um threshold de convergência variando entre 10⁻⁵ e 10⁻⁸ eV para energia e entre 5x10⁻⁵ e 0,02 eV para força.

Diferentes trabalhos realizaram simulações de dinâmica molecular. Os campos de força empregados foram Dreiding, GAFF, OPLS-AA, UFF. Além disso, Xu e colaboradores (2024) parametrizaram o campo de força calculando os parâmetros dos potenciais intramoleculares no pacote computacional AIREBO. Com o potencial de Lennard-Jones definido apresenta os expoentes 12-6. O controle de temperatura foi realizado usando o termostato de Nosé-Hoover, as demais etapas das simulações de dinâmica molecular foram realizadas usando os ensembles canônicos. Por outro lado, simulações empregando o método de Monte Carlo foram realizadas apenas para simular a absorção do CO₂ em membranas (Jin *et al.*, 2022) e para a obtenção da energia de adsorção de nanoscrolls (Daff *et al.*, 2016), sendo usados os ensembles grand canonical Monte Carlo e campo de força UFF.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização de simulações computacionais é fundamental para acelerar o desenvolvimento das tecnologias de captura de CO₂ baseadas em grafeno. A partir da revisão integrativa efetuada foi possível apresentar um conjunto de métodos essenciais para realização das simulações computacionais desses sistemas. O uso da DFT é uma alternativa de baixo custo computacional, porém é imprescindível o uso de métodos de correção de dispersão. Aliado a isso, a descrição adequada da região de valência é fundamental, com os principais conjuntos de funções de base usados possuindo funções difusas e de polarização. Por outro lado, as simulações de dinâmica molecular, permitem a simulação das condições experimentais, como temperatura e pressão, resultando em uma melhor compreensão da interação do CO₂ como grafeno, e permitindo a obtenção de propriedades dinâmicas.

Logo, a Química Computacional é uma ferramenta valiosa visando o desenho e otimização de materiais à base de grafenos com potencial de captura e armazenamento de CO₂.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer as agências de fomento CAPES (Código de Financiamento 001), FAPERJ (E-26/210.070/2022 – DCTR e SEI-260003/016458/2021, E-26/201.336/2022 – BOLSA, E-26/210.215/2022 e SEI-260003/000707/2022, E-26/200.633/2023 - BOLSA).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMANO, A.; AGNELLO, S. Two-Dimensional Carbon: A Review of Synthesis Methods, and Electronic, Optical, and Vibrational Properties of Single-Layer Graphene. **C**, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 67, 2019.
- AZARPOUR, A. et al. A Review on the Drawbacks of Renewable Energy as a Promising Energy Source of the Future. **Arabian Journal for Science and Engineering**, [s. l.], v. 38, n. 2, p. 317–328, 2013.
- CHAKRABORTY, S.; SAHA, R.; SAHA, S. A critical review on graphene and graphene-based derivatives from natural sources emphasizing on CO₂ adsorption potential. **Environmental Science and Pollution Research**, [s. l.], 2023.
- CHUAH, C. Y. et al. Carbon Molecular Sieve Membranes Comprising Graphene Oxides and Porous Carbon for CO₂/N₂ Separation. **Membranes**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 284, 2021.
- CRAMER, C. J. **Essentials of Computational Chemistry: Theories and Models**. 2nd. ed. New York, NY: John Wiley & Sons, Ltd, 2004.
- DAFF, T. D. et al. Evaluation of carbon nanoscroll materials for post-combustion CO₂ capture. **Carbon**, [s. l.], v. 101, p. 218–225, 2016.
- DU, A. In silico engineering of graphene-based van der Waals heterostructured nanohybrids for electronics and energy applications. **WIREs Computational Molecular Science**, [s. l.], v. 6, n. 5, p. 551–570, 2016.
- FAN, W. et al. Competitive transport and adsorption of CO₂/H₂O in the graphene nano-slit pore: A molecular dynamics simulation study. **Separation and Purification Technology**, [s. l.], v. 353, p. 128394, 2025.
- FISCHER, J. M. T. A.; HANKEL, M.; SEARLES, D. J. Computational Studies of the Interaction of Carbon Dioxide with Graphene-Supported Titanium Dioxide. **The Journal of Physical Chemistry C**, [s. l.], v. 119, n. 52, p. 29044–29051, 2015.
- GATICA, S.; ALJADDANI, H. Computational study of graphene flakes for carbon capture. **Chemical Physics**, [s. l.], v. 574, p. 112046, 2023.
- GRIMME, S. et al. Dispersion-Corrected Mean-Field Electronic Structure Methods. **Chemical Reviews**, [s. l.], v. 116, n. 9, p. 5105–5154, 2016.
- HE, Y. et al. Adsorption and activation, active site and reaction pathway of photocatalytic CO₂ reduction: A review. **Chemical Engineering Journal**, [s. l.], v. 481, p. 148754, 2024.
- JENSEN, F. **Introduction to Computational Chemistry**. 2nd. ed. Chichester: ohn Wiley & Sons, Ltd, 2007.
- JIN, G. et al. Molecular Understanding of the Solid Interface-Induced Microstructures of 1-Hexyl-3-methylimidazo-lium Bis(trifluoromethylsulfonyl)imide in Gas Absorption. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, [s. l.], v. 61, n. 10, p. 3754–3765, 2022.
- MAO, X. et al. Silicon-doped graphene edges: an efficient metal-free catalyst for the reduction of CO₂ into methanol and ethanol. **Catalysis Science & Technology**, [s. l.], v. 9, n. 23, p. 6800–6807, 2019.
- NWABUEZE, Q. A.; LEGGETT, S. Advancements in the Application of CO₂ Capture and Utilization Technologies—A Comprehensive Review. **Fuels**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 508–532, 2024.
- OERMANN, M. H.; KNAFL, K. A. Strategies for completing a successful integrative review. **Nurse Author &**

Editor, [s. l.], v. 31, n. 3–4, p. 65–68, 2021.

SOO, X. Y. D. *et al.* Advancements in CO₂ capture by absorption and adsorption: A comprehensive review. **Journal of CO₂ Utilization**, [s. l.], v. 81, p. 102727, 2024.

SORAYANI BAFQI, M. S. *et al.* Turning CO₂ into sustainable graphene: a comprehensive review of recent synthesis techniques and developments. **Nano Futures**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 022002, 2024.

TAN, X.; TAHINI, H. A.; SMITH, S. C. Computational design of two-dimensional nanomaterials for charge modulated CO₂/H₂ capture and/or storage. **Energy Storage Materials**, [s. l.], v. 8, p. 169–183, 2017.

TIAN, Z.; DAI, S.; JIANG, D. What can molecular simulation do for global warming?. **WIREs Computational Molecular Science**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 173–197, 2016.

VELUTURLA, S.; SINGH, S.; FATIMA, S. A comprehensive review of carbon dioxide sequestration: Exploring diverse methods for effective post combustion CO₂ capture, transport, and storage. **Environmental Engineering Research**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 230452–0, 2024.

WANG, P. *et al.* CO₂/N₂ separation via multilayer nanoslit graphene oxide membranes: Molecular dynamics simulation study. **Computational Materials Science**, [s. l.], v. 140, p. 284–289, 2017.

WEI, Y.; YANG, R. Nanomechanics of graphene. **National Science Review**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 324–348, 2019.

XU, H. *et al.* Molecular dynamics study on transport process of membrane separation for carbon dioxide capture. **Computational Materials Science**, [s. l.], v. 244, p. 113233, 2024.

YU, S. *et al.* Towards Negative Emissions: Hydrothermal Carbonization of Biomass for Sustainable Carbon Materials. **Advanced Materials**, [s. l.], v. 36, n. 18, 2024.

ZHANG, S. *et al.* Recent advances, challenges, and perspectives on carbon capture. **Frontiers of Environmental Science & Engineering**, [s. l.], v. 18, n. 6, p. 75, 2024.

ZHAO, H. *et al.* Insights into the performance of hybrid graphene oxide/MOFs for CO₂ capture at process conditions by molecular simulations. **Chemical Engineering Journal**, [s. l.], v. 449, p. 137884, 2022.

CAPACITAÇÃO DE PROFESSORES COM ENFOQUE NA CIÊNCIA ENVOLVIDA NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL, SABÃO E BIOPLÁSTICO UTILIZANDO ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA

Palavras chave: Interdisciplinaridade; Tecnologias Ambientais; Conservação Ambiental.

Maria Isabel dos Santos Alves – Discente Engenharia Química -Univassouras.

Danyelle Rios- Discente Engenharia Química – Univassouras.

Maria Eduarda Todesco- Discente Engenharia Química – Univassouras.

Sandro Pereira Ribeiro - Possui graduação em Licenciatura Química e Química Industrial pela Universidade de Vassouras - RJ (2006); Mestrado em Química pelo Instituto Militar de Engenharia - IME - RJ (2010); Doutorado e Pós doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG; Professor do curso de Engenharia Química e do Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras- RJ. Sandro.ribeiro@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

Está cada vez mais perceptível os impactos que a poluição causa no planeta, desde o aquecimento exacerbado com derretimento de geleiras, até a extinção de espécies aquáticas e terrestres. Para contribuir de modo a atenuar esses impactos, é cada vez mais necessário o desenvolvimento de tecnologias pautadas na reciclagem e no reaproveitamento de resíduos. Nesse contexto, o uso de óleo residual de fritura na produção de biodiesel e sabão é apresentado como uma alternativa sustentável e tecnológica.

A produção de diesel é feita a partir de combustíveis fósseis, ou seja, uma fonte não renovável e que provoca a liberação de gases de efeito estufa em sua queima. Já na produção de biodiesel através de óleo de fritura reciclado, é possível reutiliza um material que seria descartado para a obtenção de um produto com valor agregado e de origem sustentável (ASTM, 2014; VERAS, 2018; DUFEK, 2010). Diante do grande volume de óleo de cozinha que é diariamente descartado de forma inadequada, chegando aos rios e comprometendo a biodiversidade dos rios, é imprescindível a sua disposição correta.

Além do caráter sustentável desse processo, é possível gerar renda através da venda tanto do óleo usado quanto do biodiesel. Já existem no Brasil empresas que comprem esse material para a produção de biodiesel, o que é um incentivo para a reciclagem por parte da população dos municípios (ROSA, 2007; Ministério da Educação, 1999; BRASIL, 1999).

Para que a ciência e os ideias de desenvolvimento sustentável se difundam cada vez mais, é imprescindível que as informações sejam difundidas de modo a criar uma nova cultura baseada nos conceitos de produção com reutilização de matéria prima, reciclagem e reuso de resíduos, economia circular e igualdade social. Nesse cenário, a educação é o caminho para que todos possam desenvolver e aplicar esses ideais tanto com ações cotidianas como separar resíduos para reciclagem até o desenvolvimento de produtos e pesquisas com foco na preservação ambiental.

A fim de atingir os objetivos citados, foi realizado na Universidade de Vassouras, a capacitação de professores da rede municipal sobre a ciência envolvida na produção de biodiesel, sabão e bioplástico através de explanações teóricas e atividades práticas. Assim, esses professores se tornam multiplicadores e podem proporcionar aos alunos o aprendizado na prática de forma mais atrativa.

DESENVOLVIMENTO

A capacitação dos professores foi iniciada com a pesquisa bibliográfica tanto dos processos de produção quanto do cenário econômico e dos impactos ambientais provocados pelo descarte incorreto de óleo de fritura e o uso de combustíveis fósseis para embasar a explanação teórica. Em seguida, foram desenvolvidos instrumentos alternativos que podem ser confeccionados e utilizados nas escolas para o ensino prático dos processos, mesmo nos casos em que não houver uma infraestrutura com aparatos de

laboratório convencionais.

Na capacitação foi abordado com os professores em encontros remotos e presenciais, todo o conteúdo que envolve a produção de biodiesel e seu impacto econômico, social e ambiental. Em cada etapa foi relacionado o que pode ser explorado dentro da Base Nacional de Currículo Mínimo com relação ao reaproveitamento do óleo de fritura.

A primeira etapa é a correta armazenagem do óleo de fritura, que desse ser feita em embalagens limpas, como garrafas PET lavadas, para que não ocorra contaminação com produtos que possam reagir e impedir a posterior formação de biodiesel. Em seguida, o óleo deve passar por um tratamento inicial para remoção de água e impurezas sólidas, o que irá garantir a qualidade do produto e subprodutos a serem obtidos.

Esse processo é realizado através de filtração simples com papel de filtro ou em filtro multicamadas (pedra, areia), por exemplo. Nesta etapa, são abordados os processos de separação de mistura sólido-líquido no caso da filtração e líquido-líquido no caso da remoção de água por aquecimento, ou seja, uma destilação simples sem a recuperação de água. Também podem ser explorados conceitos de interações intermoleculares, polaridade e tipos de mistura. Através dessas relações, é possível criar uma dinâmica mais interessante para os alunos e que irá potencializar o aprendizado e instigar a curiosidade deles.

Nesta etapa também foram apresentados filtros construídos com garrafas PET e papel de filtro, produtos que podem ser encontrados com facilidade e podem ser utilizados pelos professores para replicar a experiência com os alunos.

Após o tratamento, será iniciada a etapa de reação através da adição dos reagentes em condições ideais. Em laboratório, a síntese é realizada em um béquer em uma placa de agitação e aquecimento, porém esses itens podem ser substituídos por um agitador improvisado com um motor de carrinho de brinquedo e uma placa de aquecimento de alimentos. Para o controle de temperatura pode ser utilizado um termômetro e deve ser garantido que a temperatura esteja por volta de 65°C. Ao óleo tratado na temperatura ideal deve ser adicionado o álcool (etanol ou metanol) e o catalizador, hidróxido de sódio (soda cáustica).

Vale ressaltar que essas atividades devem ser realizadas com segurança através do uso de EPIs como óculos de proteção, luva e jaleco, de modo a evitar a ocorrência de acidentes.

Durante a reação é possível observar uma mudança na coloração e, após duas horas, o conteúdo do recipiente pode ser vertido para um funil de decantação para a separação de fases.

A síntese pode ser explorada pelos professores para o ensino de química orgânica, reações orgânicas, catalizadores, condições ótimas, entre outros itens.

A etapa separação de fases pode ser realizada em um decantador de garrafa PET e seu objetivo é separar a glicerina, sub produto, do biodiesel que será utilizada na produção de bioplástico. Como a primeira é mais densa, se depositará no fundo e o biodiesel ficará por cima. O biodiesel obtido ainda precisará passar por etapas de purificação e análises para garantir sua qualidade quando o objetivo for a aplicação como biocombustível. Porém, para o processo de ensino-aprendizagem, esta experiência pode enriquecer as aulas e proporcionar aos alunos a visão prática dos conceitos que veem em aula (SANTOS, 2016; FOGAÇA, 2018; DARWICHE, 2001).

Outro produto que pode ser obtido com uso de óleo de fritura é o sabão. Esse processo foi realizado junto com os professores, que puderam experimentar a ciência na prática além de poderem replicar com seus alunos.

Diferente do processo do biodiesel, a produção de sabão é mais rápida e exige menos habilidade dadas as condições reacionais. Para esta produção foi adicionado em um recipiente o óleo tratado, hidróxido de sódio, água e etanol. Após alguns minutos de agitação foi possível observar a formação do sabão sólido.

Este deve ser deixado por alguns dias para a remoção do hidróxido excedente visto que é um produto tóxico e não deve ser usado para o corpo e sim para limpezas de chão, por exemplo.

Esse processo pode ser realizado com os alunos de forma mais lúdica dada a possibilidade de utilização de corantes e forma diferentes e a rapidez de formação do sabão. Além disso, podem ser abordados pelos professores itens como química orgânica, reações orgânicas, polaridade, entre outros.

Como na maioria dos processos, é comum a formação de subprodutos e estes geralmente são descartados. Porém é de suma importância que sejam desenvolvidas tecnologias que proporcionem seu reuso ou reciclagem. No caso do biodiesel, a glicerina utilizada pode ser utilizada para a produção de bioplástico.

Foi apresentado aos professores o panorama atual dos plásticos e a poluição gerada por eles, além de

serem em sua maioria obtidos de matérias-primas não renováveis.

A todo momento foi enfatizado a importância de difundir com os alunos os impactos gerados pelo consumo inconsciente e os malefícios causados pelo uso indiscriminado de combustíveis fósseis.

O bioplástico foi produzido junto com as professoras utilizando com base o amido de batata. Para sua obtenção, as batatas foram descascadas e cortadas e colocadas em um liquidificador com água. O material obtido foi colocado em um recipiente transparente onde é possível observar com clareza o depósito de amido que se forma no fundo, ideal para o ensino de separação de misturas, em especial a decantação. Após a remoção da água, foi adicionado vinagre e a glicerina obtida na produção de biodiesel e o sistema foi aquecido e agitado até a obtenção de um produto transparente. Este foi rapidamente vertido para placas para a secagem.

A produção de bioplástico pode ser utilizada para o ensino de síntese, reações orgânicas, separação de misturas, além de itens ambientais como o grande impacto do plástico na poluição dos mares e do solo.

CONCLUSÃO

O processo da capacitação ocorreu ao longo de 2021 com a realização de encontros remotos e presenças na Universidade de Vassouras.

A abordagem teórica foi feita através de explanação oral pelos alunos de Graduação em Engenharia Química e Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Univassouras, além da apresentação do conteúdo em módulos. Já a parte prática foi conduzida pela mesma equipe com a supervisão pelo professor no laboratório da Universidade com a realização dos experimentos como descrito anteriormente.

Ao final dos encontros, foi realizada uma conversa com os professores para obter o feedback da capacitação. O retorno foi positivo com proposta de novos encontros com a equipe e sugestão de realização de visitas dos alunos ao laboratório para terem uma dimensão mais próxima da ciência.

Conclusão

A capacitação ocorreu de modo a proporcionar aos professores novas possibilidades para o ensino de ciência de forma mais prática e interessante para os alunos que poderão relacionar as informações teóricas que recebem em sala com a prática as aplicações reais dos conteúdos.

Os encontros foram conduzidos pelos alunos de Graduação em Engenharia Química e Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Univassouras de forma remota e presencial sempre com foco nos aspectos ambientais, econômicos e sociais dos processos envolvidos na produção e biodiesel, sabão e bioplástico. Além disso, a relação de cada etapa de cada processo com itens do Currículo Mínimo Nacional que agora podem ser abordados de forma mais atrativa para os alunos e estes se tornarão novos multiplicadores do conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM D6751 Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B100) for Middle Distillate Fuels. BRASIL. Resolução ANP nº 45, de 25.8.2014 DOU 26.8.2014.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, Diário Oficial da União 2014. DARWICHE, YVAN RABELO. Dissertação de mestrado. Centro federal de educação do Paraná. Estudos de desempenho de combustíveis convencionais associados a biodiesel obtido pela transesterificação de óleo usado em frituras. 2001.

DUFEK, E.J., BUTTERFIELD, R.O., e FRANKEL, E.N. Esterification and Transesterification of 9(10)-Carboxystearic Acid and Its Methyl Esters. Kinetics Studies. JAOCS.1972; 49:302-306.;BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. . Acesso em 13 de setembro de 2019. 2010;

DARWICHE, YVAN RABELO. Dissertação de mestrado. Centro federal de educação do Paraná. Estudos de desempenho de combustíveis convencionais associados a biodiesel obtido pela transesterificação de óleo usado em frituras. 2001

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. “Óleo de cozinha usado e o meio ambiente”; Brasil Escola. Disponível em: . Acesso em 30 de setembro de 2018.

MORIN, E. A religação dos saberes: O desafio do século XXI, Tradução e notas, Flávia Nascimento – 2ª. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil LTDA, 2002.

RABELO, I. D., Estudo de Desempenho de Combustíveis Convencionais Associados a Biodiesel Obtido pela Transesterificação de óleo Usado em Fritura. Dissertação de Mestrado. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – CEFET - PR 2001.

SANTOS, A. F. Novas perspectivas da glicerina-Síntese de novos nitratos com propriedades farmacológicas e melhoradores de cetano. Disponível em :< http://bdtd.biblioteca.ufpb.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=879> Acesso em: 15 jan. 2011 SATO, R. T. et al. Fast GC–FID method for monitoring acidic and basic catalytic transesterification reactions in vegetable oils to methyl ester biodiesel preparation. Química Nova, v. 39, n. 3, p. 4, 2016.

VERAS, G.; BRITO, A.L.B.; SILVA, A.C.; SILVA, P.; COSTA, G.B.; FÉLIX, L.C.N.; FERNANDES, D.D.S.; FONTES, M.M. Classificação de biodiesel na região do visível. Química Nova, v.35, p.315-318, 2012.

UTILIZAÇÃO DA SÍNTESE DO ÁCIDO ACETILSALICÍLICO E DETERMINAÇÃO QUANTITATIVA COMO INCREMENTO EM DISCIPLINA EXPERIMENTAL DE QUÍMICA ORGÂNICA

Palavras-chave: mecanismo de reação; síntese orgânica e quantificação analítica.

Karine Teixeira Benfica- Discente do curso de engenharia química, Universidade de Vassouras- RJ.

Sandro Pereira Ribeiro - Possui graduação em Licenciatura Química e Química Industrial pela Universidade de Vassouras - RJ (2006); Mestrado em Química pelo Instituto Militar de Engenharia - IME - RJ (2010); Doutorado e Pós doutorado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - MG; Professor do curso de Engenharia Química e do Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras- RJ. Sandro.ribeiro@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

A química orgânica é o âmbito da química dedicado aos estudos dos compostos que possuem carbono em sua composição, a nomenclatura “orgânica”, surgiu, pois, acreditava-se historicamente que os compostos só eram encontrados em organismos vivos, ainda mais devido a importância do carbono para a vida, por tornar possível a formação de diversas cadeias.

O oxigênio e o hidrogênio se unem ao dióxido de carbono para produzir carboidratos.

Alguns dos carboidratos são usados, junto com o nitrogênio, o fósforo e outros elementos, para formar as outras moléculas monoméricas da vida. Estes incluem bases e açúcares para RNA e DNA e aminoácidos para proteínas (Lee, J. D. 1991).

O estudo da química em sua forma geral, por ser vista por muitos estudantes como um campo cismático, dificulta a conexão entre os conceitos fundamentados pelo estudo científico e a sustentação da aprendizagem prática (Jesus, F. P.; *Debates em Educação* 2015, 7, 15). Por isso o ensino de mecanismos de reações, para discentes, representa um obstáculo devido a compartimentação do conhecimento.

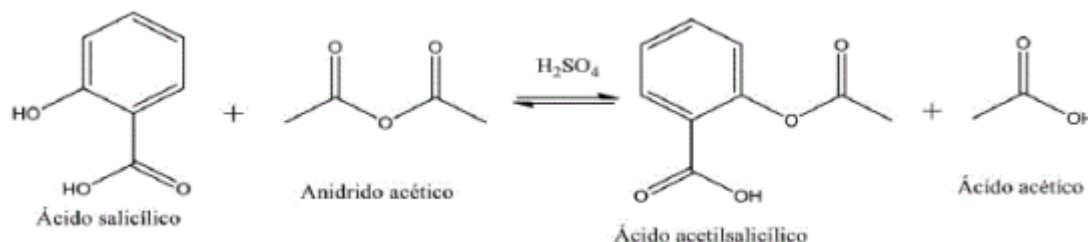
O ensino interdisciplinar diminui as distâncias e facilita a construção do conhecimento, de acordo com Aristóteles “aquele que possui a noção sem a experiência, e conhece o universal ignorando o particular nele contido, se enganará muitas vezes no tratamento” (apud GIORDAN, 1999, p.43).

Sendo assim, o presente trabalho apresenta uma proposta para conduta de ensino, baseado em uma aula experimental sobre a síntese orgânica do ácido acetil salicílico, mecanismos envolvidos na geração do produto e quantificação dele utilizando conceitos de química analítica.

DESENVOLVIMENTO

O entendimento de uma reação de síntese e seu mecanismo, envolve a compreensão relacionada a conceitos em nível molecular e coleção de moléculas. A síntese do ácido acetilsalicílico (AAS), produto que quando obtido de forma pura é apresentado como um pó branco cristalino ou incolor, pouco solúvel em água e solúvel em etanol (MACÊDO, 2010). Características essas que ocorrem devido à diferença de polaridade em relação à água, e similaridade em relação ao etanol. Para obtenção do produto de interesse para fins de demonstrações práticas de síntese em laboratórios, normalmente faz-se uso dos reagentes ácido salicílico e ácido anidrido acético, com catalização ácida pelo ácido sulfúrico (H_2SO_4). A reação pode ser observada na imagem 1.

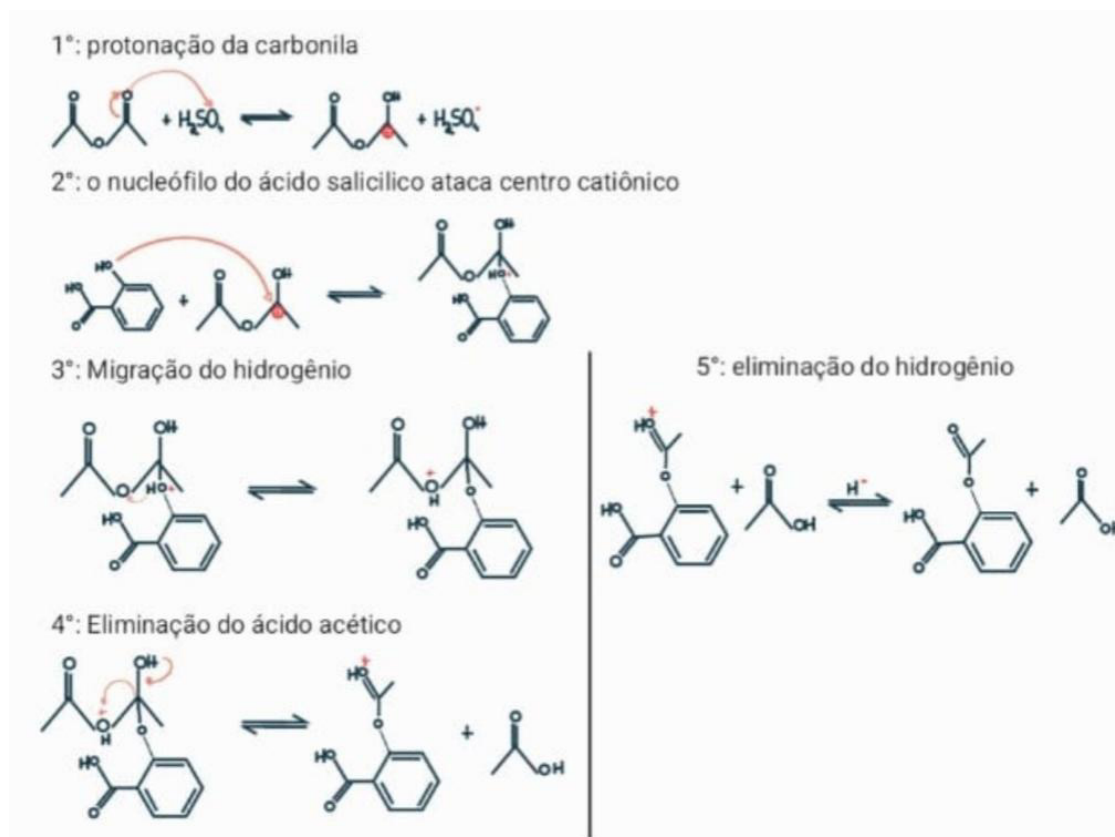
Imagem1: Síntese do Ácido Acetilsalicílico



Fonte: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So187-893X2019000200054

Inicialmente há formação do éster devido ao grupo hidroxila ($-OH$) do ácido salicílico ser substituído pelo grupo acetila ($-COCH_3$) promovendo um rearranjo molecular, este se liga ao oxigênio da hidroxila formando o produto de interesse (Jerry March. e Michael Smith). A imagem 2 demonstra detalhada-mente as etapas envolvidas.

Imagem 2: Mecanismo de formação do AAS

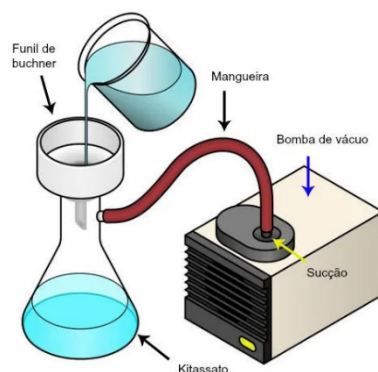


Fonte: próprio autor

PROPOSTA PARA AULA EXPERIMENTAL

Adicionar 3,5 gramas de ácido salicílico ($C_7H_6O_3$) em um balão de fundo chato de 250 ml, em seguida, com uma pipeta, adicionar 6 ml de ácido anidrido acético, inserir o balão em um béquer de 1000 ml contendo água, aquecer com auxílio de uma chapa com agitação, para permitir que a reação ocorra em Banho Maria em torno de $55\text{ }^{\circ}\text{C}$, pode ser utilizado um condensador para permitir refluxo no sistema durante o aquecimento. O tempo para reações orgânicas normalmente são superiores quando comparado a reações inorgânicas, de acordo com a literatura a formação do AAS pode levar até 2 horas, durante a reação deve ser observada a formação de precipitado branco. Depois deve-se aguardar que atinja a temperatura ambiente, seguindo de posterior filtragem com funil de Buchner e bomba à vácuo, como demonstrado na imagem 3, entre a mangueira de saída do Kitassato e a bomba pode-se adicionar um lavador de gases para proteger a bomba. O material deve permanecer no dessecador tempo suficiente para que seja retirada toda umidade.

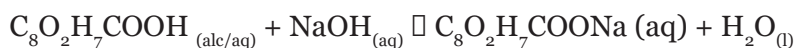
Imagem 3: Sistema de filtração a vácuo



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/filtracao-vacuho.htm>

Para determinação da pureza do produto obtido deve-se utilizar, em métodos de titulometria, bases fortes como hidróxido de sódio (NaOH) ou hidróxido de potássio. (KOH). A utilização de ácido não permitiria eficácia visto que o ácido acetilsalicílico já possui caráter ácido, além de ocasionar a hidrólise ou decomposição devido a reações secundárias indesejáveis.

Conforme citado anteriormente o AAS não possui solubilidade considerável em água, por isso no método de titulação de retorno inicialmente é realizada a dissolução hidroalcóolica e posterior adição de uma solução de NaOH 0,1 mol/L, conforme demonstra a reação a seguir.



Já na titulação clássica não é adicionada a solução de hidróxido diretamente, ela é utilizada como titulante.

A proporção de hidróxido para o ácido acetilsalicílico é de 1:1, logo o número de mols, que representa a quantidade de matéria de uma amostra podendo ser obtido através divisão da massa da amostra pela massa molar da substância, nos ajudará a obter posteriormente a massa do produto de interesse da síntese ao realizar a reação com o hidróxido.

TITULAÇÃO CLÁSSICA

O método utilizado em qualquer âmbito da química quantitativa deve ser seletivo, isto é, permitir determinar o analito particular em misturas ou matrizes sem a interferência de outros componentes, e apresentar linearidade, que são resultados proporcionais à concentração em questão. Métodos de titulação podem apresentar maiores incertezas devido ao ponto de viragem ser determinado de forma visual, por isso faz-se interessante que seja realizado em triplicata.

Para quantificação do AAS a partir da titulação com hidróxido de sódio, deve-se adicionar o sólido em um Erlenmeyer juntamente a 20 ml de água destilada ou deionizada e 20ml de álcool etílico, posteriormente adicionar 3 gotas de fenolftaleína e proceder com a titulação, anotando o volume de hidróxido utilizado até o aparecimento de uma coloração rosada persistente por ao menos 1 minuto.

- O cálculo de massa do produto resultante da síntese pode ser dado da seguinte forma:
- Número de mols de NaOH = 0,1 mol/L x volume de NaOH (em litros) utilizados na titulação.
- Proporção de Hidróxido para o Ácido Acetil Salicílico é 1:1, logo:
- Número de mols de AAS = Número de mols de NaOH
- Sabendo que a massa molar do AAS é 180,2 g/L:
- Massa de AAS na amostra = Número de mols de AAS * 180,2 g/mol.

TITULAÇÃO DE RETORNO

Para esta deve-se adicionar uma massa conhecida do composto, proceder com adição de 20 ml de água e a mesma quantidade de álcool etílico, adicionar 20 ml de solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L padronizada e três gotas de fenolftaleína, proceder com solução titulante de ácido clorídrico 0,1 mol/L, padronizada.

Neste caso o hidróxido de sódio irá reagir com o AAS e como houve adição em excesso, a quantidade

excedente é determinada pela reação de neutralização com o ácido clorídrico. Sendo assim podemos adotar as seguintes relações:

- O número total de mols de hidróxido de sódio = número de mols reagidos + número de mols residual. Número de mols total = concentração da solução (0,1ml/L) \times volume de solução adicionado em litros (0,02).
- Número de mols residual = concentração da solução de HCl (0,1 mol/L) \times volume utilizado na titulação (em litros).
- Número de mols reagido = número de mols total – número de mols residual.

CONCLUSÃO

O ensino utilizando conceitos multidisciplinares permite aos discentes aplicar conhecimentos científicos e aumentar a capacidade de pensar no contexto como um todo, diminuindo a desfragmentação do conhecimento. Atualmente com a ascensão da química verde e necessidade de utilização consciente dos recursos naturais, faz-se necessário que os alunos compreendam a importância de reações com eficiência elevada e consequentemente como realizar os cálculos necessários, por isso além do conhecimento de química orgânica para promoção de reações como o AAS, deve-se aplicar os preceitos de outras disciplinas como química geral e química quantitativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, Nathalia Bozzento; Sangioso, Fábio André; Patoriza, Bruno Dos Santos “**Dificuldades no ensino e na aprendizagem de química orgânica do ensino superior - estudo de caso em duas Universidades Federais**”; Química nova 44 (6), 2021.

Aroucha, C.A.M. (UEMA); Coimbra, V.C.S. (BIONORTE/UFMA); Neto, S.V.C. (UEMA); Silva, I.P. (UEMA).

Lee, J. D. “**Química inorgânica não tão concisa**”. Editora Edgard Blucher, 1991.

Giordan, Marcelo; “**O papel da experimentação no ensino de ciências**”; Química Nova Escola v.1999.

Henrique Eisi Toma, J. D. Lee, Koiti Araki, Reginaldo C. Rocha; Bluncher; 1ª edição; Jesus, F. P.; **Debates em Educação**, 2015.

Matos, Maria Auxiliadora Costa – Análises Volumétricas – **Determinação do teor de ácido acetil salicílico em medicamentos**, 2018.

Pastoriza, B. S.; Sangiogo, F. A.; Bosenbecker, V. K. **Em Reflexões e Debates em Educação Química: ações, inovações e políticas**; Curitiba, 2017.

Santiago, J.C.C.; Gomes, P.W.P.; Muribeca, A.J.B.; Azevedo, W.H.C.; Gomes, P.W.P. “**síntese e determinação do ponto de fusão da aspirina**”, 57º Congresso brasileiro de química, 2017.

Smith, Michael B., March, Jerry. March's; **Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms and structure**; WILEY-INTERSCIENCE A JOHN WILEY & SONS ,6º edition 2007.

OS IMPACTOS DA EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Palavras-chave: Educação, Sustentabilidade e Municípios.

Carolina Gonçalves Matos de Souza - Discente no Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras; Graduada em Direito; Procuradora Geral no Município de Comendador Levy Gasparian;

Cristiane Borborema Chaché – Doutora em Sociologia e Direito pelo Programa de Pós-Graduação em Sociologia e Direito da Universidade Federal Fluminense (PPGSD/UFF) e Docente do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras. cristiane.chache@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável se tornou um dos principais desafios do século XXI, exigindo ações coordenadas que integrem aspectos sociais, econômicos e ambientais. Nesse contexto, a Educação para o Desenvolvimento Sustentável nos municípios emerge como um elemento crucial para a promoção de mudanças estruturais e comportamentais que visam garantir a sustentabilidade local e global. Este capítulo aborda a importância da educação ambiental, os desafios enfrentados, e apresenta estratégias para sua implementação efetiva.

Serão apresentados os desafios enfrentados por educadores e formuladores de políticas públicas na implementação da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, bem como caminhos possíveis para superar essas barreiras.

Buscamos inspirar educadores, gestores e todos os interessados em contribuir para um futuro sustentável. Esperamos mostrar que a educação não é apenas uma ferramenta, mas uma força transformadora essencial para a construção de sociedades mais resilientes e sustentáveis.

DESENVOLVIMENTO

No dia 10 de dezembro de 1948, foi proclamada pela Organização das Nações Unidas (ONU) a Declaração Universal dos Direitos Humanos, que estabelece no artigo 26 que todo ser humano tem direito à instrução, buscando o pleno desenvolvimento da personalidade humana e do fortalecimento do respeito pelos direitos do ser humano e pelas liberdades fundamentais.

Posteriormente, em 1987, foi publicado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU o Relatório Brundtland, onde se disseminou a ideia de desenvolvimento sustentável, oficialmente intitulado “*Nosso Futuro Comum*”, que define:

“O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades.(...) Muitos de nós vivemos além dos recursos ecológicos, por exemplo, em nossos padrões de consumo de energia(...) No mínimo, o desenvolvimento sustentável não deve pôr em risco os sistemas naturais que sustentam a vida na Terra: a atmosfera, as águas, os solos e os seres vivos.(...) Na sua essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, o direcionamento dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e reforçam o atual e futuro potencial para satisfazer as aspirações e necessidades humanas”.

O direito à educação é um direito fundamental disposto nos artigos 205 a 214 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, onde se encontra a previsão que a educação é um direito de todos e dever do Estado e da família, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa e seu preparo para o exercício da cidadania.

Recentemente a ONU criou um conjunto de 17 objetivos globais, como parte da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, chamados de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Todos os setores da sociedade têm um papel na implementação dos ODS como os Governos na criação de políticas públicas, as empresas visando a promoção de práticas sustentáveis e éticas em grande escala e, os indivíduos adotando comportamentos e ações sustentáveis em sua rotina.

O ODS relacionado à educação é o ODS 4, que tem como foco “garantir uma educação inclusiva, equitativa e de qualidade, promovendo oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos”. Este objetivo é central para alcançar os demais ODS, pois a educação empodera indivíduos e comunidades, criando as bases para sociedades mais justas e sustentáveis.

A educação e o desenvolvimento sustentável são o caminho para mudar a maneira pela qual pensamos e agimos para preservar o planeta para as futuras gerações. Se faz necessária a inclusão das principais questões de desenvolvimento sustentável no ensino e na aprendizagem.

Sobre educação para o desenvolvimento sustentável (EDS), Irina Bokova, diretora-geral da UNESCO, destacou que:

“É necessária uma mudança fundamental na maneira como pensamos o papel da educação no desenvolvimento global, porque ela tem um efeito catalizador sobre o bem-estar das pessoas e para o futuro do nosso planeta (...). Agora, mais do que nunca, a educação tem a responsabilidade de se alinhar com os desafios e aspirações do século XXI, e promover os tipos certos de valores e habilidades que irão permitir um crescimento sustentável e inclusivo, e uma convivência pacífica.”

A EDS visa integrar as dimensões social, econômica e ambiental em estratégias educacionais. Trata-se de um objetivo global, todavia devemos fazer uma análise no âmbito local, uma vez que os Municípios assumem um papel crucial pois são os que efetivamente realizam a implementação de soluções e enfrentam os desafios para alcançar os ODS.

A implementação da EDS no âmbito municipal enfrenta diversos desafios, muitas vezes os municípios enfrentam restrições financeiras que dificultam a implementação de programas, ausência de capacitação de educadores, motivações políticas que interrompem projetos de longo prazo, etc.

Em que pese as dificuldades, se faz necessária a implementação de ações buscando uma efetiva educação ambiental. A Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999, dispõe sobre a educação ambiental e conceitua em seu artigo 1º que:

Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

A Lei 9.795/99 instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental incumbindo ao Poder Público definir políticas que incorporem a dimensão ambiental, promovendo a educação em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente.

Mesmo com a incumbência legal, o que verificamos é que é comum a **ausência de implementação de educação ambiental** nos municípios. Em muitas localidades, é possível observar contextos de limitações financeiras, falta de infraestrutura e pouca priorização da temática ambiental. Por consequência ocorrem impactos negativos, como o desconhecimento da população sobre questões ambientais, desperdício de recursos naturais, degradação do meio ambiente e a falta de engajamento nas práticas sustentáveis.

Muitas administrações municipais não enxergam a educação ambiental como uma prioridade, especialmente quando comparada a outras áreas, como saúde, segurança e infraestrutura.

A educação ambiental nas escolas é comprometida pelo fato de que os educadores municipais não têm formação adequada em educação ambiental, o que pode resultar em uma abordagem superficial e ineficaz dos temas ambientais nas escolas.

A falta de integração entre os diferentes órgãos públicos dificulta a criação de programas abrangentes e coordenados de educação ambiental, pois exige a colaboração entre diversos setores da administração

pública, como por exemplo as secretarias de educação, meio ambiente, saúde e urbanismo. Muitas vezes, esses setores funcionam de maneira isolada e sem uma coordenação eficaz.

A ausência de um entendimento claro sobre a importância da educação ambiental e seu papel na promoção de práticas sustentáveis, impossibilita a promoção de mudanças de comportamento na população local, perpetuando hábitos insustentáveis e prejudiciais ao meio ambiente como o descarte inadequado de lixo, desmatamento e consumo excessivo de recursos naturais.

Inicialmente se faz necessária uma sensibilização política, onde lideranças políticas e gestores municipais reconheçam a importância da educação ambiental, inserindo-a como prioridade nas agendas municipais e nas políticas públicas. A criação de centros de formação e apoio pedagógico que ofereçam materiais e recursos para integrar a educação ambiental nos currículos escolares.

A **educação ambiental** nas escolas é fundamental para formar cidadãos conscientes sobre a importância de preservar o meio ambiente e adotar práticas sustentáveis no dia a dia. Ela visa integrar o aprendizado sobre questões ambientais aos currículos escolares, estimulando os alunos a refletirem sobre a importância da preservação ambiental e o entendimento dos problemas ambientais locais e globais, como a poluição, o aquecimento global, a perda da biodiversidade e o uso insustentável dos recursos naturais.

É fundamental a criação de programas de formação continuada para professores e profissionais da educação sobre temas de sustentabilidade e metodologias de ensino de educação ambiental. Podendo estabelecer **colaborações com universidades** para desenvolver materiais didáticos, treinamentos e estudos de impacto ambiental que podem orientar as políticas públicas de educação ambiental.

As **parcerias interinstitucionais** são fundamentais para superar a ausência de **educação ambiental** nos municípios, pois permitem unir esforços de diferentes setores e organizações para implementar ações eficazes e de longo prazo. Desenvolvendo programas educacionais integrados que abordem diferentes dimensões da sustentabilidade, como conservação ambiental, saúde pública, e urbanização sustentável, assegurando uma abordagem holística.

Fomentar **parcerias público-privadas** (PPPs) com empresas locais para que invistam em programas de educação ambiental, não apenas para cumprir responsabilidades sociais corporativas, mas também para contribuir com a sustentabilidade da comunidade.

Ampliar a educação ambiental para além das escolas, envolvendo toda a comunidade em ações educativas, como mutirões de limpeza, oficinas sobre compostagem, plantio de árvores, etc.

CONCLUSÃO

A ausência de implementação de educação ambiental nos municípios pode resultar em um círculo vicioso de degradação ambiental e desinformação. Superar esse desafio exige esforço coordenado entre os diferentes setores da sociedade e o compromisso das lideranças políticas, além da mobilização da população local. Quando bem implementada, a educação ambiental é uma poderosa ferramenta para transformar comportamentos e criar comunidades mais conscientes e sustentáveis.

Ao formar cidadãos críticos e responsáveis, a educação estimula a tomada de decisões éticas e informadas, contribuindo diretamente para a realização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Ao unir o poder público, a sociedade civil, as empresas e as instituições acadêmicas, é possível criar uma rede de apoio e mobilização para enfrentar os desafios ambientais de forma integrada, coordenada e sustentável. Com isso, as políticas e programas de educação ambiental podem se tornar mais abrangentes e eficazes, promovendo uma mudança real nas práticas e atitudes ambientais das comunidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

UNESCO. **Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: objetivos de aprendizagem**, 2017. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252197> Acesso em: 26 nov. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.795 de 1999**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 27 nov. 2024.

METODOLOGIA DE ENSINO DAS DISCIPLINAS DE PRÁTICAS EXTENSIONISTAS ATRELADAS À PRODUÇÃO CIENTÍFICA: UM ESTUDO DE CASO NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVASSOURAS CAMPUS MARICÁ

Palavras chaves: Curricularização da Extensão; Engenharia Civil; Inovação na Construção Civil

Alessandra Alves Fonseca – Mestra e doutoranda em Psicologia pela Universidade Salgado de Oliveira. Possui graduação em Psicologia e Análise de Sistema. Professora na Faculdade de Vassouras e na Universidade Salgado de Oliveira

Dayana Peixoto Parente de Menezes - Bióloga, Pedagoga. Coordenadora-geral acadêmica na Universidade de Vassouras - Campus Maricá e FACMAR - Faculdade de Ciências Médicas de Maricá. Supervisora pedagógica e professora do curso de pós-graduação em Psicopedagogia da Universidade de Vassouras e Coordenadora de Relações Institucionais na Secretaria de Governo da Prefeitura de Maricá. Mestrado profissional em Ciências Ambientais. -

Gustavo José da Costa Gomes - Doutorando em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Coordenador de curso e Professor na Universidade de Vassouras, Campus Maricá no curso de Engenharia civil. Professor na Universidade de Vassouras para os cursos de Engenharia Civil, Engenharia Elétrica, Engenharia Química e Ciências Contábeis. Supervisor e Professor no curso de Especialização (Lato Sensu) em Gestão e Cálculo de Projetos de Engenharia de Estruturas, na Universidade de Vassouras. Membro do Núcleo Docente Estruturante (NDE) do curso de Engenharia Civil da Universidade de Vassouras. Supervisor do Laboratório de Materiais de Construção e Técnicas Construtivas da Universidade de Vassouras.

Leonina Avelino Barroso de Oliveira - Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade de Vassouras Graduada em Direito pelo Centro de Ensino Superior de Valença. Procuradora Institucional da Fundação Educacional Severino Sombra. e Diretora Acadêmica e Membro do Comitê de Ética Institucional da Universidade de Vassouras. Coordenadora Adjunta do Curso de Direito da Universidade de Vassouras, Campus Maricá

Letícia de Souza Gilson da Silva - Advogada, com ênfase em contratos, controladoria, Direito de Família e Direito do Trabalho. Presidente da Comissão de Direito Ambiental da 27ª Subseção da OAB-RJ (Vassouras). Professora no Curso Superior de Tecnologia em Gestão Pública, Tutora nos Cursos Superiores de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Gestão Pública, Gestão de Agronegócios, Gestão Ambiental e Direito, da Universidade de Vassouras. Integrante da Equipe Multidisciplinar da Universidade de Vassouras. Assistente Acadêmico da Universidade de Vassouras. Pós-graduada em Direito Processual Civil pela Universidade Cândido Mendes - UCAM. Graduada em Direito pelo Centro Universitário de Valença - UNIFAA. E-mail: apoio.damc@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

A atividade extensionista tornou-se uma realidade no ensino superior em todo o país a partir da publicação da Lei nº 13.005 de 25 de junho de 2014, por meio da curricularização da extensão. Essa estratégia para o ensino está prevista na Meta 12.7 referente ao Plano Nacional da Educação (PNE), regulamentada pela Resolução nº 7 MEC/CNE/CES em 18 de dezembro de 2018.

Os referidos instrumentos legais estabelecem a obrigatoriedade das atividades de extensão representar, no mínimo, 10% (dez por cento) da carga horária total curricular em cursos de graduação. A Meta 12.7 ainda determina que o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas deve considerar o cumprimento dessa carga horária de extensão, para autorização e reconhecimento de novos cursos bem como a articulação das atividades de extensão, com o ensino e a pesquisa e os docentes que são responsáveis pela orientação de tais atividades (BRASIL, 2018).

A Universidade no Brasil tem acompanhado as transformações ocorridas na sociedade e, tem alcançado o papel de uma instituição de grande importância na sociedade. É responsável por atuar estrategicamente nos processos de formação superior e de inovação tecnológica. Contribui para a produção e

disseminação tanto da ciência quanto da cultura, de modo a mediar a relação entre o mundo social e a ciência (SILVA, 2003).

Deste modo, é necessário que a universidade acompanhe a sociedade, proporcionando o diálogo entre a realidade social e o universo da pesquisa. Assim, a extensão universitária possibilita que os alunos de nível superior tenham acesso a uma formação completa que englobe as questões técnicas, humanas, sociais e éticas, estreitando a relação entre o ambiente e a universidade (GUERREIRO, 2022).

A extensão universitária é uma importante ferramenta para a aplicação dos conhecimentos adquiridos no dia a dia das aulas. Com tal instrumento avaliação o conhecimento teórico que é adquirido dentro da sala de aula e o prático, demonstrando a aplicação da teoria na vida real. Proporciona a vivência prática, que é crucial para a aprendizagem acadêmica.

Nesta vertente, o planejamento acadêmico deve contemplar o diálogo e a colaboração a fim de que as transformações acadêmicas influenciem a formação do estudante. E somente assim, esse estudante poderá aplicar a sua aprendizagem na sociedade, impulsionando importantes mudanças no contexto social (SILVA; VIEIRA; CLARO, 2023).

A extensão universitária é uma prática que existe desde 1871. A Universidade de Cambridge é considerada a primeira a aplicar cursos de extensão em seu programa educacional. Os docentes da universidade levavam os cursos de extensão para diferentes regiões e ramos da sociedade. Essa prática foi aplicada aos cursos de Literatura, Ciências Físicas e Economia Política. A Universidade de Oxford também implantou a extensão universitária, quase que ao mesmo tempo de Cambridge. Em Oxford as atividades visavam promover um movimento social destinado à população carente. Trabalhadores de minas de Northumberland foram beneficiados com cursos de extensão sobre história bem como o centro manufatureiro de Sheffield teve acesso, pela extensão, ao século de Péricles, a tragédia grega foi apresentada para mineiros de carvão em Newcastle e os operários de Hampshire aprenderam sobre astronomia (MIRRA, 2009).

Outros países como Bélgica, Alemanha e Estados Unidos também adotaram a extensão universitária como uma metodologia de ensino. Nos Estados Unidos foi criada a *American Society for the Extension of University Teaching* em 1892 que em parceria com a Universidade de Wisconsin em 1903 colocou os professores trabalhando no governo como *technical experts*. Essa medida proporcionou prestígio e visibilidade para a universidade, dando início ao chamado “Wisconsin Idea”, que foi disseminou a ideia para outros lugares do país pelo presidente da época Theodore Roosevelt (MIRRA, 2009).

No Brasil, a extensão universitária se difunde com a história educacional, pois a preocupação com o ensino e com ações extensionistas sempre existiu. Ainda que acontecessem pouco, esse tipo de movimento se deu em razão do interesse de determinados segmentos da comunidade acadêmica do país. A prática extensionista deve ser considerada historicamente sob a perspectiva do movimento estudantil, o ministério da educação e das instituições de ensino superior (SOUZA, 2000).

Em 1931 a legislação educacional, firmada como o primeiro Estatuto das Universidades Brasileiras, incluiu a extensão como meio de oferecimento de cursos e conferências no âmbito educacional. Em 1968, a Lei nº 5.540 tornou obrigatória a extensão em todas as IES (Instituições de Ensino Superior), ainda que a mesma não tenha se firmado na prática de maneira efetiva (SOUZA, 2000).

O Estatuto das Universidades Brasileiras assegurou a autonomia universitária. Ficou determinado ainda que a universidade tinha como objetivo um ensino eficiente e a estimulação da investigação original, considerado indispensável para o progresso científico. O Decreto 19.851, de 11 de abril de 1931 previu a existência de “cursos de extensão universitária”, cujo objetivo era proporcionar benefícios coletivos, atividades técnicas e científicas nos institutos universitários. Mas foi a reforma Sucupira estipulou a articulação de ensino, pesquisa e extensão. Inicialmente, a extensão era utilizada de maneira assistencialista e utilitária pelo governo como meio de propagação de ideologias (JIMENEZ *et al.*, 2023).

Ainda de acordo com o Decreto 19.851/31, a extensão permitiria a vinculação da sociedade com a universidade. E, que a extensão deveria se constituir como um meio para a difusão do conhecimento filosófico, artístico, literário e científico para beneficiar tanto o indivíduo quanto a coletividade (CUNHA, 2007).

Antes da ocorrência da Reforma Universitária foram promulgados dois decretos. O Decreto-Lei nº 53/1966 e o 252/1967 no intuito de sanar demandas da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 4.024/1961. O primeiro decreto dava destaque à pesquisa nivelando-a com o ensino, sem a previsão de aplicação de atividades de extensão. O segundo decreto abordou a extensão como uma missão educacional, que era papel das universidades, as quais tinham que atender a comunidade oferecendo

curso e serviços e atividade de ensino e de pesquisa. Tanto a LDB quanto os referidos decretos não apresentaram nenhum avanço no que se refere à extensão, tão somente apresentaram resumidamente o que havia sido proposto no Estatuto de 1931 (JIMENEZ *et al.*, 2023).

A Reforma Sucupira instituída a partir da Lei nº 5.540, de 28 de novembro de 1968, criada durante o governo militar. Possibilitou o surgimento da articulação entre ensino e pesquisa. Considerou a extensão como uma forma de curso nas universidades, mas que seria uma medida para proporcionar aos discentes oportunidades para participarem de melhorias para a vida da comunidade e para o desenvolvimento geral (OLIVEIRA, 2017).

Na Constituição da República Federativa do Brasil (CRFB/88) promulgada em 05 de outubro de 1988 está previsto a indissociabilidade do ensino, da pesquisa e da extensão. É uma das formas de fazer com que a universidade contribua com a sociedade, divulgando conhecimento, por meio de um processo interdisciplinar, educativo, cultural, científico e também político que acontece com o intuito de promover a interação da universidade com a sociedade, possibilitando transformações o meio social (SILVA, 2020).

De acordo com a Constituição brasileira, a extensão e sua relação íntima com o ensino e a pesquisa são fundamentais para a universidade. Compreende a última das três dimensões constitutivas da universidade, sendo a última a surgir. Possui natureza interdisciplinar, é realizada fora das salas de aula e está voltada para o atendimento das demandas da sociedade, no que se refere a conhecimento e informação (LANDÓ, 2017).

Enquanto prática que une o fazer universitário com o ensino e a pesquisa, a extensão vem sendo construída ao longo do tempo e se mostrando como um elo fundamental entre o meio acadêmico e a sociedade. Pela extensão, essa relação além dos muros da faculdade promove a democratização da universidade e a difusão de saberes produzidos dentro desse espaço (SILVA, 2020).

Nesta vertente, o presente estudo tem como objetivo demonstrar a importância das atividades de extensão para a disseminação do conhecimento científico e tecnológico produzido dentro das universidades em favor da sociedade em geral, promovendo o seu desenvolvimento. A atividade extensionista é uma maneira eficiente de intervenção da universidade no meio social, no intuito de proporcionar melhorias na comunidade a partir do conhecimento que é gerando dentro das universidades, mas em consonância com as necessidades da sociedade.

Assim, a extensão se trata de um importante mecanismo de desenvolvimento social e econômico impulsionado pelas descobertas realizadas dentro do espaço acadêmico. É a aplicação na prática do conhecimento técnico e científico, proporcionado pela relação entre ensino e pesquisa, que se estende para fora do espaço acadêmico, sendo aplicada na realidade prática que a sociedade vivencia todos os dias.

Para o presente estudo, foi realizada em um primeiro momento uma pesquisa de revisão de literatura com levantamento de dados em bases de pesquisa como *Scielo* e o Portal de Periódicos CAPES. Em seguida foi realizado um estudo de caso sobre o projeto de extensão da Universidade de Vassouras- Campus Maricá do curso de Engenharia Civil, o ENIC. Tendo como objetivo analisar como a prática extensionista é importante a comunidade acadêmica e seus impactos na sociedade.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 O INÍCIO DA EXTENSÃO NO BRASIL: APONTAMENTOS HISTÓRICOS

A inclusão das atividades de extensão no currículo escolar ainda que de maneira incipiente tem raízes históricas no sistema educacional brasileiro. Os primeiros movimentos estudantis da época do Brasil colônia já buscavam atuar em problemas sociais, encontrando soluções para as demandas da época. A Família Real chegou ao Brasil em 1808 e instalou escolas militares, médicas e profissionalizantes, em seguida o ensino superior brasileiro, moldado no formato de cursos profissionalizantes, era também elitista e funcional. Esse formato se perpetuou durante o Império e na República (IMPERATORE; *et al.*, 2015).

De acordo com Souza (2000) movimentos históricos como a Inconfidência Mineira, a Campanha Abolicionista, a Campanha Nacionalista e outros já tinham a participação de estudantes e visavam proporcionar mudanças para a sociedade. Contudo, a participação estudantil durante esse período era momentânea e não algo contínuo (LANDÓ, 2017). O entendimento da aplicabilidade da extensão no sistema universitário deve passar pela esfera do movimento estudantil, o ministério da educação e das próprias

instituições, pois a extensão corresponde a um anseio de determinados segmentos acadêmicos baseado em seus interesses e, inicialmente, não visavam oferecer respostas às questões sociais (SOUZA, 2000).

De acordo com Silva (2020, p. 24)

As práticas de extensão surgiram por volta de 1910, como atividades acessórias aos cursos superiores. [...] a extensão universitária teve início em 1911, na Universidade Popular, a antecessora da Universidade de São Paulo, aplicando o modelo de extensão, surgido nas universidades europeias ainda no século XIX, baseado na oferta de cursos àqueles que estavam fora da universidade. Esses cursos, não procuravam identificar os anseios e necessidades da população, pois eram pensados olhando apenas para a própria universidade, ou seja, a instituição continuava a falar para si mesma. Na década de 1920 foi a vez do modelo americano de extensão universitária ser praticado no Brasil. Algumas universidades passam a prestar serviços de assistência técnica a agricultores. São esses dois modelos de extensão, o da oferta de cursos e o da prestação de serviços que durante um bom tempo serão sinônimos de extensão nas universidades brasileiras. Era muito claro que as ações se baseavam em um viés assistencialista, com a proposição de soluções de curto e médio prazo, que partiam da universidade para a sociedade, sem discutir essas soluções, bem como as necessidades com a sociedade que buscavam atender.

Esse tipo de atividade de extensão tinha como objetivo ser assistencialista. Ou seja, ela não auxiliava a comunidade a criar conhecimento, mas somente buscava impor o conhecimento existente dentro do espaço acadêmico (FERNANDES *et al.*, 2012).

Foi com a Legislação Educacional das Universidades de 1931 que a extensão começou a ganhar espaço no meio acadêmico, ainda que não fosse o suficiente para impactar transformações na sociedade. Na Lei de Diretrizes e Bases da Educação promulgada no ano de 1961 constava a extensão, mas não havia previsão de execução de tais atividades (JIMENEZ *et al.*, 2023).

Até o fim dos anos 1950, a extensão era vista como um meio para divulgar pesquisas e seus resultados, que eram produzidos por um ensino elitista. Assim, os cursos de extensão somente beneficiavam aqueles que frequentavam os cursos das universidades, sendo que quase nunca esse público mudava (GONÇALVES, 2005).

Por volta de 1960, as universidades tinham como atividade base o ensino. Essa realidade começou a mudar em função da industrialização e urbanização do país que exigiam que a universidade adotasse novas ações para então promover a articulação entre o ensino e a pesquisa, por meio de um processo que era educativo, científico e cultural. A esta altura, as instituições não mais eram apenas formadoras de uma elite, mas também começava a influenciar o desenvolvimento do país, de modo a aliar o conhecimento gerado dentro das universidades com a realidade da sociedade (CHALUB *et al.*, 2012).

Inicialmente a Lei de Diretrizes e Bases da Educação promulgada em 1961 limitava a atividade de extensão a oferta de cursos para estudantes e egressos. Nessa época a União Nacional dos Estudantes promovia a extensão de maneira desvinculada das universidades visando a propagação da cultura e a integração entre a universidade e o povo. Desta forma, contava com Centros Populares de Cultura, Centro de Estudos Cinematográficos, Serviço de Extensão Cultura e a UNE Volante, essas entidades atuaram entre 1960 e 1964. A UNE teve papel importante na mudança de conceito da Extensão com suas ações pautadas no compromisso da universidade com as classes mais populares, de modo que atuou na conscientização de direitos dessa parcela da população (IMPERATORE *et al.*, 2015).

Em 1962 foi instituído o primeiro Plano Nacional da Educação pelo Conselho Federal de Educação, que não se tratava de um plano de diretrizes, mas uma norma de rateio orçamentário destinado aos três níveis de ensino (IMPERATORE; *et al.*, 2015). No período entre o Estado Novo e o Golpe Militar de 1964, a participação estudantil nos movimentos era uma realidade. A criação da União Nacional dos Estudantes (UNE) em 1937 é um exemplo claro da intervenção dos estudantes na sociedade, no cenário político e social, destacando a conscientização dos estudantes acerca dos problemas sociais da época (LANDÓ, 2017).

Considerando a perspectiva do Ministério da Educação, nota-se que entre 1920 e 1930, o país teve a sua primeira legislação sobre a Extensão Universitária. A partir de então, a extensão passou a ter maior destaque, mesmo que ainda não fosse suficiente. Mas tal fenômeno impulsionou a identificação e concepção da estrutura do processo extensionista na educação (SOUZA, 2000).

A partir de 1964, o Estado tomou para si a função de coordenar todas as práticas de extensão existentes. Contudo, para o Estado, as atividades de extensão se limitam à prestação de serviços à parcela carente da população. Esse período representou a maior atuação do Estado na extensão universitária (LANDÓ, 2017).

No ano de 1968 foi proposto pela lei nº 5.540 diretrizes para que as universidades se pautassem pelo ensino e pela pesquisa, visando a produção de conhecimento. Mas a sua essência era profissionalizante e distante das atividades de pesquisa. A expansão do ensino superior se deu em função da repressão política, contudo, foi o setor privado que absorveu esse crescimento do ensino superior. Mas, o regime político coibiu o avanço educacional impedindo que a universidade se tornasse crítica e democrática e ainda, reprimiu o pensamento acadêmico (IMPERATORE; *et al.*, 2015).

Em 1980 houve uma ascensão da universidade. Esse momento representou para as universidades passarem a ser vistas como um importante instrumento destinado à transformação social no país. Logo, as instituições de ensino superior, assumiram o protagonismo no país, passando a ser consideradas uma ferramenta de mudanças por meio da extensão, que então, começa a ser tida como um meio capaz de promover essa transformação social (SILVA, 2020).

A partir de 1980, a preocupação com a extensão tornou-se maior e, as atividades deixaram de atender os interesses do Estado. No ano de 1987, foi constituído o Fórum Nacional de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras, em que se assegurou que a articulação entre o ensino, a pesquisa e a extensão são fundamentais para o conhecimento acadêmico. Assim,

A articulação das atividades de ensino, pesquisa e extensão é fundamental no fazer acadêmico, pois quando bem articuladas, conduzem a mudanças significativas nos processos de ensino e de aprendizagem, fundamentando didática e pedagogicamente a formação profissional. O ensino com extensão aponta para o domínio de instrumentos nos quais cada profissão se expressa em seu próprio processo evolutivo (LANDÓ, 2017, p. 7-8).

Assim, após a LDB, a atividade de extensão foi prevista na Reforma Sucupira ou Reforma Consentida. Essa reforma surgiu a partir do movimento de estudantes e professores, tendo repercussões no espectro político despertou no governo federal a necessidade de promover uma reforma universitária. O governo então criou um grupo de trabalho para estudar a eficiência, modernização, flexibilidade administrativa e formação de recursos humanos de alto nível para impulsionar o desenvolvimento do país. Para Fernandes (1975, p. 207) essa reforma “endossou e consolidou a **reforma no papel** do Governo Castelo Branco, implementando-a com instrumentos legais e dotando-a de recursos materiais que pretendem incutir-lhe alguma eficácia prática”.

Mas possibilitou importantes avanços em relação ao Estatuto das Universidades de 1931, como

extinção do regime de cátedra e instituição da carreira do magistério superior, por meio da dedicação exclusiva, o que permitiu o surgimento dos professores pesquisadores; articulação entre ensino e pesquisa; autonomia universitária, liberdade do “livre pensar”; e participação estudantil nos órgãos colegiados (JIMENEZ, 2023, p. 8).

A extensão nessa reforma teve pouca repercussão, avançando pouco em relação ao que já estava previsto tanto no Decreto-lei nº 252/1967 e o Estatuto das Universidades de 1931. Desta forma, a extensão continuou configurada como uma modalidade de cursos oferecidos pela universidade, na Reforma Sucupira. O que mudou foi a dispensa de autorização do Conselho Superior para que a atividade de extensão funcionasse, necessitando apenas da aprovação da universidade (JIMENEZ, 2023).

Um ponto a se observar é que a extensão tinha caráter utilitário, pois conforme o estatuto esse tipo

de atividade deveria proporcionar oportunidades para que os discentes participassem dos programas no intuito de contribuir para melhorias na condição de vida da comunidade e no desenvolvimento geral do país, atendendo as demandas estudantis que impulsionaram a Reforma Sucupira (ROTHEN, 2007).

Ainda de acordo com a Reforma Sucupira ficou estabelecido que universidades e estabelecimentos de ensino superior deveriam estender para a universidade atividades de ensino e resultados de suas pesquisas, na forma de cursos e serviços, para que com isso pudessem impulsionar a geração de conhecimento para a comunidade, que se iniciou na universidade. Desta forma, estabeleceu-se um vínculo importante entre o ensino e a pesquisa, para que ambos pudessem gerar frutos para fora das salas de aula (JIMENEZ *et al.*, 2023).

A Política Nacional de Extensão de 1975 foi fundamental para a ampliação das atividades de extensão. Cursos, serviços, difusão cultural, comunicação de resultados de pesquisas, ações comunitárias com participação de docentes e discentes, a extensão ganhou destaque e impulsionou a valorização do saber popular e, principalmente, reconheceu a troca de saberes que existe entre a universidade e a sociedade (GADOTTI, 2017).

A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, prevista na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 reforça a importância tanto a extensão quanto da universidade para o país. A preocupação com o ensino e as atividades de extensão sempre estiveram, de alguma forma, relacionadas com a educação no país, sobretudo, nas universidades (LANDÓ, 2017).

A produção científica e tecnológica gerada e produzidas dentro do ambiente acadêmico das universidades é essencial para o desenvolvimento e transformação social. De acordo com a LDB, a extensão é tida como um instrumento de difusão de conhecimento que é essencial para a sociedade. A LDB possibilitou que a extensão universitária fosse concebida como uma das finalidades da Universidade, se tornando um instrumento destinado à transformação social e da universidade (GADOTTI, 2017).

2.2. A CURRICULARIZAÇÃO

A curricularização da extensão no ensino brasileiro está amparada legalmente. O Conselho Nacional de Educação (CNE) e o Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras (FORPROEX) elaboraram o arcabouço legal da prática extensionista (OLIVEIRA; TOSTA, 2021).

A Constituição Federal de 1988 estabeleceu a indissociabilidade do ensino-pesquisa-extensão, a LDB/96 coloca a obrigatoriedade da extensão na formação do aluno estando presente no Projeto Pedagógico Curricular (PPC), a Política Nacional de Extensão de 2012 assegura que a extensão tem um importante papel na educação estabelecendo as diretrizes para a extensão, o Plano Nacional de Educação (PNE) 2001-2010 e 2014-2024 bem com a Resolução nº 7/2018 instituem as diretrizes para a extensão e regulamenta a inserção curricular da extensão conforme disposto na estratégia 12.7 da Lei nº 13.005/2014.

A partir do PNE 2001-2010 e 2014-2024 as Instituições de Ensino Superior (IES) deram início aos debates sobre a extensão enquanto atividade curricular presente no PPCs. Em 2001, o PNE promulgado pela Lei nº 10.172 estabeleceu a formalização da extensão nos currículos escolares. A estratégia 23 desta norma instituiu 10% da carga horária para as atividades de extensão. Considerando a previsão constitucional, o tripé ensino-pesquisa-extensão deve figurar como a estrutura das ações universitárias, em que a pesquisa refere-se às ações que devem ser desenvolvidas como meio de fomentar a pesquisa dentro do ambiente acadêmico das universidades, o ensino equivale às atividades que promovem o aprendizado e compreendem as horas de aulas, atividades laboratoriais, de monitoria e outras e a extensão, configura-se como um processo acadêmico que é importante para a formação discente (MOTA *et al.*, 2019).

No ano de 2018 a Resolução CNE/CES (Conselho Nacional de Educação da Câmara de Educação Superior) nº 7 fixou-se como o marco regulatório da extensão na atualidade em todo o país. O objetivo desta norma é estabelecer a extensão como uma parte do currículo escolar em que a extensão tem como obrigação

estabelecer uma relação entre a sociedade e universidade, concebendo a troca de conhecimentos entre as mesmas, a partir das ações desenvolvidas com essa finalidade. O que se pretende é que a instituição ao levar à sociedade o seu conhecimento produzido, que pode ser expresso a partir, por

exemplo, dos serviços oferecidos pelas clínicas-escola, a comunidade compartilhe os seus próprios saberes com aqueles envolvidos na Extensão (MOTA *et al.*, 2019, p. 83).

A implantação da extensão no currículo escolar exige que as instituições de ensino promovam mudanças estruturais para que a extensão se integre à grade curricular. Assim, a extensão se estabelece como um processo interdisciplinar, político educacional, cultural, científico e tecnológico. Essa estrutura deve proporcionar transformações na sociedade, a partir da interação entre a comunidade e a universidade, produzindo e socializando o conhecimento. Compreende, portanto, uma constante articulação entre o ensino e a pesquisa (FIGUEIREDO, 2021).

Assim, a inclusão da extensão no currículo escolar tem proporcionado a formação de profissionais detentores de habilidades em distintas áreas de conhecimento. Além disso, esses estudantes envolvidos na extensão constroem uma visão crítica da sociedade e, atuam buscando meios para solucionar as demandas existentes de modo a contribuir para disponibilização de soluções viáveis para os problemas sociais (SILVA *et al.*, 2024).

A inclusão da extensão no currículo deve se dar por meio de programas e projetos facilitando a interação da universidade com a comunidade bem com a articulação entre as áreas mais amplas e orgânicas. Desta forma, alcança-se a amplitude da extensão (BRASIL, 2018).

Inserir a extensão na atividade escolar tem como pressuposto a interprofissionalidade, a flexibilidade curricular, a formação do estudante, a transformação social e deve considerar a função social da universidade. Tais pressupostos geram um novo olhar para o currículo escolar na graduação (PEREIRA; VITORINI, 2019). A curricularização, portanto, tem natureza epistemológica inter e transdisciplinar. Para Ribeiro *et al.*, (2018, p. 341) a extensão “É processo, é devir, é postura que se tece em sentido sendo, fazendo, vivendo” e, assim apresenta-se como uma atividade formativa, em que é necessário estabelecer um diálogo plural e de respeito.

Nesta seara, a curricularização se firma como uma possibilidade de concretização da indissociabilidade do ensino, da pesquisa e a extensão, por meio da qual os alunos podem experimentar novas formas de geração de conhecimento, ampliando a sua formação, por meio do conhecimento científico e cotidiano que é compartilhado com a comunidade. As paredes da sala de aula não se apresentam mais como limites para a atividade acadêmica, mas amplia o espaço para a constituição de novas formas de fazer e de pensar a formação acadêmica e profissional (RIBEIRO *et al.*, 2018).

2.2 A IMPORTÂNCIA DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA NA EDUCAÇÃO E PARA A SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA

A atividade extensionista no meio acadêmico universitário é capaz de proporcionar a geração de conhecimento fundamental para a promoção de transformações sociais necessárias para o bem da sociedade. A relação intrínseca entre a universidade e a comunidade se estabelece a partir das ações e programas de extensão que são promovidos a partir do espaço acadêmico. Assim, Silva (2020, p. 24-25) reforça que desde o início

As transformações da sociedade brasileira nos anos da década de 1980, como a ascensão dos movimentos sociais e a redemocratização, pressionaram por mudanças profundas em todas as instituições do país. Nesse contexto, a Universidade não poderia mais esperar que sua legitimidade fosse assegurada apenas pela formação de uma elite privilegiada e da produção de um conhecimento também socialmente privilegiado (SANTOS, 2010). Concebida para educar as elites, a Universidade foi chamada a se reinventar. Ela, agora precisa dialogar com outros públicos, que historicamente foram excluídos do ensino superior. Para cumprir essa tarefa, a Universidade necessitava de uma nova concepção de extensão. A extensão que se realizava de forma assistencialista e sem procurar dar respostas aos questionamentos que eram feitos pela sociedade à universidade e até mesmo aos questionamentos que a universidade fazia a si mesma precisava ser superada.

A partir desse período, a universidade se tornou uma mola propulsora para a transformação social no país, por meio do que é produzido no seu espaço acadêmico. A sua capacidade de produzir e gerar conhecimento contribui para a construção de melhorias na qualidade de vida de toda a sociedade (FERNANDES *et al.*, 2012).

A Resolução nº 7 de 2018 do CNE/CES estabeleceu no Capítulo I, artigo 3º que:

A Extensão na Educação Superior Brasileira é a atividade que se integra à matriz curricular e à organização da pesquisa, constituindo-se em processo interdisciplinar, político educacional, cultural, científico, tecnológico, que promove a interação transformadora entre as instituições de ensino superior e os outros setores da sociedade, por meio da produção e da aplicação do conhecimento, em articulação permanente com o ensino e a pesquisa (BRASIL, 2018, p. 2-3).

É por meio da extensão, enquanto atividade formadora de conhecimento, que a universidade consegue responder às demandas da comunidade no seu entorno. As atividades de extensão asseguram, para a universidade, um papel agente atuante que promove soluções para a sociedade em geral. Esse compromisso modifica a realidade social e política de uma nação, por meio de um conhecimento vivo, que é difundido e transformador. O I Encontro Nacional de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras ocorrido em 1987 resultou na seguinte definição da extensão universitária:

O processo educativo, cultural e científico que articula o ensino e a pesquisa de forma indissociável e viabiliza a relação transformadora entre universidade e sociedade. [...] uma via de mão dupla, com trânsito assegurado à comunidade acadêmica, que encontrará na sociedade, a oportunidade de elaboração da práxis de um conhecimento acadêmico. No retorno à universidade, docentes e discentes trarão um aprendizado que, submetido à reflexão teórica, será acrescido àquele conhecimento. Esse fluxo, que estabelece a troca de saberes sistematizados, acadêmico e popular, terá como consequências a produção do conhecimento resultante do confronto com a realidade brasileira e regional, a democratização do conhecimento acadêmico e a participação efetiva da comunidade na atuação da universidade. (FORPROEX, 1987, p. 11).

Nota-se que desde as primeiras concepções da extensão universitária ela é vista como um elemento capaz de proporcionar as transformações necessárias para a sociedade. O conhecimento universitário tem como razão de ser a solução das demandas sociais e, pode impulsionar o desenvolvimento e a transformação social.

A relação construída entre a sociedade e a universidade é fundamental para promoção do conhecimento, Assim, Alves (2014) entendia que esse relacionamento possibilitaria um diálogo entre esses atores, em que o conhecimento se originasse nessa troca entre a universidade e a comunidade. Com isso, seriam produzidos saberes que promoveriam importantes transformações no conhecimento que é produzido dentro da universidade, beneficiando a sociedade, a partir da aproximação do conhecimento científico e tecnológico e a realidade social. Silva (2020, p. 38) acrescenta que

É por meio da compreensão de que a Universidade se insere em um território que apresenta problemas sociais diversos de outros, que o tripé formado por Ensino, Pesquisa e Extensão pode atuar sobre essa realidade e responder aos problemas que o diálogo com os diversos segmentos da sociedade lhe permitirão identificar.

A observação da dinâmica social pela universidade gera pesquisas e estudos que podem proporcionar soluções e respostas para as demandas da comunidade. Assim, a universidade adquire a responsabilidade social universitária, que proporciona que a extensão se torne uma ferramenta de aproximação entre esses atores, a sociedade e a universidade, a fim de que esta interfira e transforme a realidade social (RIBEIRO, 2011).

Assim, Albrecht e Bastos (2020, p. 65) explicam que

a extensão é reconhecida como importante vetor para o diálogo e proposição de ações para diferentes segmentos da sociedade. Atuando como canal de aproximação e oportunização para criação de cursos para formação, aprimoramento, dentre outros, e que consigam, por meio do diálogo, trazer demandas latentes na sociedade para dentro da Universidade, que aproximem e prezem pela indissociabilidade ensino-pesquisa-extensão.

Logo, a extensão é o meio pelo qual a universidade torna-se atuante na sociedade e começa a figurar como um agente de transformações. A responsabilidade social da universidade lhe coloca como um meio de construção de conhecimento. E, é esse conhecimento novo gerado dentro dos ambientes acadêmicos, mas com total observância da realidade social, que atua para a superação da desigualdade e exclusão social (LACERDA; VIEIRA, 2014).

Para Sá *et al.*, (2022, p. 2-3):

Os projetos de extensão são uma ação da universidade que é proporcionado à comunidade o conhecimento adquirido com o ensino e a pesquisa nela desenvolvidos. Esses projetos estão associados à ideia de que o conhecimento gerado pelas instituições de pesquisa pode trazer benefícios à realidade social, não se limitando apenas à formação dos alunos regulares daquela instituição. A extensão é uma das funções sociais da universidade, que é realizada por um conjunto de ações dirigidas à sociedade, diretamente ligadas ao ensino e a pesquisa. Com uma função produtora e socializadora do conhecimento, a extensão visa à intervenção na realidade, possibilitando acordos e ação coletiva entre universidade e população. Objetiva encontrar soluções através das pesquisas básica e aplicada. O estudo deu-se por meio de levantamento bibliográfico e documental.

Nesse íterim, a extensão possibilita a construção de uma relação entre a universidade e os setores da sociedade que se beneficiam dessa ação que coloca o estudante para acoplar a teoria e prática em uma ação que está direcionada para a coletividade. Além de favorecer a sociedade, a extensão amplia a formação acadêmica de cada aluno (SÁ *et al.*, 2022).

2.3. A PRÁTICA EXTENSIONISTA DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE DE VASSOURAS – CAMPUS MARICÁ

Uma proposta das Organizações das Nações Unidas (ONU) que se constitui de um plano global que busca o desenvolvimento sustentável, a Agenda 2030 engloba diversas áreas de estudo visando propor ações de extensão que impactem na sociedade. As universidades são parte importante da Agenda 2030 para a implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (VALLEZ *et al.*, 2022).

As universidades desempenham papel importante na implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, contribuindo para a concretização da Agenda 2030 (VALLEZ *et al.*, 2022). As pesquisas produzidas dentro do campus das universidades é um meio importante para o enfrentamento das demandas globais, sobretudo, de sustentabilidade, despertando o interesse político e científico (LEAL FILHO, 2020).

Na Universidade de Vassouras – Campus Maricá, o curso de Engenharia Civil contém a prática extensionista no currículo escolar como forma de proporcionar aos alunos a possibilidade de compreender as demandas sociais e apresentar soluções que atendam a sociedade visando o bem da coletividade. O PPC do curso estabelece a extensão como uma política institucional impulsionando o ensino e a pesquisa.

Essa política destina-se a estimular nos alunos a inquietação, a dúvida, a provocação para novas ideias e a procura por métodos inovadores para as demandas sociedades. O aluno é incentivando a se comprometer com os problemas da sociedade e, para tanto, contam com uma formação multidisciplinar (PPC, 2020).

A Instituição de Ensino compreende que a formação profissional está vinculada à formação política dos alunos e, para isso, os discentes são provocados a tomar decisões que enfrentem os problemas existentes na sociedade e, com isso tornam-se profissionais que são politicamente responsáveis. Nesse sentido, a extensão faz parte do currículo acadêmico, que é dinâmico e favorece um trabalho docente pautados por valores e princípios que visam promover uma aprendizagem de qualidade e atuante (PPC, 2020).

A Universidade considera que a produção de conhecimento científico é uma tarefa fundamental na educação e, por isso, propõe mecanismos que incentivam e viabilizam o desenvolvimento de pesquisas por toda a comunidade acadêmica, aproximando o ensino e a pesquisa. A produção de conhecimento é necessária para que avanços científicos aconteçam e sejam aplicados na sociedade, impulsionando a transformação social (PPC, 2020).

A prática de extensão é composta por Grupos de Pesquisa e atividades de iniciação científica, cujo intuito é despertar e estimular o pensar científico, criativo e a vocação científica nos discentes. Descobrir potenciais talentos e despertar a visão científica por meio da iniciação científica favorece o desenvolvimento acadêmico dos alunos e, a aliança entre ensino e pesquisa gera uma formação acadêmica ampla (PPC, 2020).

Os docentes são responsáveis por orientar os alunos nos grupos de pesquisa e na iniciação científica e, para tanto, os mesmos são estimulados a se qualificar e se atualizar acerca dos avanços e inovações científicas. Desta forma, o compartilhamento de conhecimento é determinando para a comunidade acadêmica e para um processo de ensino-aprendizagem melhor (PPC, 2020).

O desenvolvimento regional é um dos focos dessa prática extensionista que busca reduzir os desníveis setoriais existentes na comunidade. Assim, a prática extensionista tem como objetivo:

- promover a integração da IES com a Comunidade, atuando prioritariamente junto às comunidades carentes;
- promover eventos culturais, cursos de pequena duração, nas mais diversas áreas do conhecimento, permitindo à comunidade, não só acadêmica, mas à população em geral, formação continuada e atualização, tornando a IES um importante polo de difusão cultural (PPC, 2020, p. 29).

As ações de extensão desenvolvidas destinam-se a propor a integração entre a comunidade acadêmica e local, buscando o desenvolvimento local e considerando a biodiversidade regional. Assim,

A Coordenação de Pós Graduação, Pesquisa e Extensão terá como objetivos: promover a integração da IES com a Comunidade, implantar Projetos de atividades Extensionistas, atuando prioritariamente junto às comunidades carentes, promover eventos culturais, cursos de pequena duração, nas mais diversas áreas do conhecimento, permitindo à comunidade, não só acadêmica, mas à população em geral, constante atualização, tornando a Universidade um importante polo de difusão cultura (PPC, 2020, p. 80).

As atividades de extensão, portanto, compreendem ações socioambientais para a interação entre instituições e organizações do município, que promovem ações socioambientais. Esse projeto de extensão visa, sobretudo, estimular nos discentes o pensamento crítico e autônomo acerca da educação ambiental bem como busca a ampliação do senso crítico-reflexivo na questão socioambiental também na comunidade local, elaborar informativos de educomunicação e exposição de experiências em cada projeto (PPC, 2020).

2.4 A PRÁTICA EXTENSIONISTA NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE DE VASSOURAS – CAMPUS MARICÁ

O Curso de Engenharia Civil comporta no seu currículo escolar a interdisciplinaridade, que engloba as práticas de ensino dinâmicas e atrativas, estimulando o intercâmbio entre as disciplinas do curso. Além disso, fazem parte do componente curricular atividades complementares integradoras e projetos de extensão com ações socioambientais, já que essas dimensões propiciam a comunicação do conhecimento teórico e prático.

O processo de ensino e aprendizagem é permeado pela dinamicidade e pela presença de práticas investigativa que favorecem a geração de conhecimento, essencial para o processo de aprendizagem durante todo o curso. Assim, a pesquisa acadêmica está prevista no componente curricular ao longo do curso, pois além de favorecer a aprendizagem é fundamental para a proposição de soluções para a sociedade. As atividades de ensino, pesquisa e extensão fazem parte da proposta metodológica do curso, pois são os pilares de uma aprendizagem ampla e com qualidade (PPC, 2020).

A curricularização no curso de Engenharia Civil da Universidade de Vassouras – Campus Maricá atende as normas legais, estabelecendo um crédito de 10% no currículo, visando impulsionar qualitativamente a formação os estudantes e proporcionando aos mesmos a produção e aquisição de conhecimento que seja capaz de transformar a realidade vivenciada na sociedade atual. Assim, é possível que o ensino comporte uma ciência integrada, cooperativa e multidisciplinar destinada à resolução de problemas sociais.

Nessa abordagem, a extensão contribui para a articulação entre docentes e discentes para a proposição de soluções para problemas sociais relevantes. As atividades de extensão destinam-se estimular os alunos a encontrarem respostas para o enfrentamento de problemas sociais, favorecendo a ocorrência de transformações positivas para a comunidade (ORTIZ *et al.*, 2024).

A atuação dos docentes na extensão é o meio para modificar a realidade socioeconômica e ambiental do seu meio. Com novas ferramentas propostas pelos alunos, a partir das pesquisas desenvolvidas durante a extensão, pode-se atender as demandas de uma sociedade globalizada, contribuindo para o avanço social.

O atendimento dos objetivos da ODS nas atividades de extensão demonstra a importância da atuação da universidade no cotidiano social. As soluções sustentáveis e viáveis para as comunidades, por sua vez, representam o compromisso dos discentes com a sua participação ativa e ética na sociedade. Além disso, o mercado exige profissionais com uma formação generalista, transdisciplinar e multidisciplinar, capazes de resolver os problemas sociais complexos (ORTIZ *et al.*, 2024).

As metodologias de prática extensionista possibilitam ao discente de Engenharia Civil da Universidade de Vassouras a aquisição de habilidades que lhes permitirão estar mais conectados com os problemas vivenciados pela sociedade. Essa conexão desperta o interesse em reduzir as fragilidades e contribuir para o empoderamento das comunidades. Assim, na prática de extensão, o aluno desenvolve uma visão sistêmica e analítica essencial para sua atuação profissional e ética na sociedade.

2.5. XXI ENIC 2024

O XXI Encontro Nacional de Iniciação Científica (ENIC) da Universidade de Vassouras de 2024, com o tema “Biomassas do Brasil: diversidade, saberes e tecnologias sociais” ocorreu entre 24 e 26 de outubro de 2024. É uma iniciativa da Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação Tecnológica, que é realizado desde 2001.

O encontro promovido no segundo semestre de 2024 contou com a participação de 141 alunos das três turmas do curso de Engenharia Civil. Os discentes desenvolveram pesquisas para a apresentação de um projeto inovador na área da construção civil.

Os trabalhos científicos de alto nível desenvolvidos para o XXI ENIC foram voltados para o campo da construção civil, cuja proposta era encontrar soluções inovadoras para resolver problemas de diversas áreas do Brasil, tendo em vista se tratar de um encontro nacional. Cada projeto desenvolvido teve que atender a temática proposta do evento “Biomassas do Brasil” visava a integração da diversidade, saberes populares e as tecnologias sociais empregadas a favor da sociedade.

A ação é o resultado do projeto de extensão desenvolvido dentro da grade curricular cujo intuito é oferecer aos discentes a oportunidade de participar de um evento com palestras, *workshops* práticos e feiras inovadoras. Os alunos desenvolvem pesquisas que visam propor uma solução para alguma demanda social, dedicam-se a esta pesquisa e apresentam soluções inovadoras, gerando conhecimento que é compartilhado fomentando a geração de conhecimento.

Na edição anterior mais de 700 participantes prestigiaram o evento, 400 trabalhos foram submetidos, 300 pôsteres foram apresentados e houve ainda mais de 20 atividades dinâmicas e interativas durante todo o evento. Esse projeto de extensão é importante para a formação ampla e ética dos discentes do curso de Engenharia Civil, pois lhes possibilita ser um agente promotor e articulador de iniciativas que respondam as demandas sociais.

A troca de saberes entre a universidade e a sociedade impacta na vida das pessoas, é um instrumento de transformação importante que produz resultados positivos para as comunidades do entorno da universidade. A articulação com os locais é capaz de gerar inovação, oportunidades de emprego e renda

impactando na qualidade de vida nas comunidades e no desenvolvimento socioeconômico.

Essa ação educacional enquanto estratégia da universidade é o caminho para impulsionar o desenvolvimento local, promover transformações sociais, auxiliar no cumprimento da Agenda 2030 e, principalmente, ampliar a formação acadêmica dos discentes, por meio de um processo educacional atrativo. Deste modo, os profissionais alcançam tanto uma formação cidadã com uma base humana sólida quanto também conseguem obter excelência em sua atuação profissional, por meio da busca constante por conhecimento, pelo seu espírito empreendedor e capacidade par promover transformações reais, comprometidas com a melhoria da qualidade de vida coletiva.

O desenvolvimento da extensão na universidade é o reflexo do compromisso institucional de formação de profissionais capazes de aplicar o conhecimento técnico na prática. A universidade também entende a necessidade de que os futuros profissionais estejam conectados com as demandas sociais e sejam agentes de transformação. O fortalecimento da relação entre a sociedade e a comunidade, por meio do ENIC possibilita a implantação de ações inovadoras impulsionando o avanço da construção civil.

3. CONCLUSÃO

É preciso considerar que a educação tem a finalidade de profissionalizar, proporcionar a prática científica e de formação da consciência político-social de cada um dos estudantes. E, a extensão assume papel importante nessa tríplice função educacional. A extensão representa, portanto, a atuação da universidade na sociedade, que por meio do estudante e profissional consegue com criatividade e novas iniciativas resolver problemas complexos da sociedade.

Considerando que a extensão é uma atividade inerente ao ensino e à pesquisa, ela deve envolver a sociedade e proporcionar a troca de conhecimentos e saberes, promovendo o intercâmbio entre os saberes acadêmicos e populares.

A extensão configura-se como uma ferramenta educacional que tem a função de promover transformações na sociedade por meio da interação entre o conhecimento produzido dentro da universidade e o conhecimento existente na sabedoria popular presente nas comunidades. O diálogo existente entre a universidade e a comunidade é fundamental para a transformação social.

Viu-se que a prática extensionista na Universidade de Vassouras – Campus Maricá, curso de Engenharia Civil é uma importante iniciativa a favor da geração de conhecimento e da intervenção da universidade na sociedade. O desenvolvimento das atividades de extensão na universidade proporciona a inovação, o intercâmbio de conhecimento, um ensino e aprendizagem com qualidade, soluções para as demandas sociais, senso crítico e de responsabilidade. Esses fatores são fundamentais para a formação profissional de qualidade de cada um dos discentes.

Observou-se que as atividades de extensão refletem o compromisso e a responsabilidade da universidade com a sociedade. A geração de conhecimento a partir da extensão é possível a partir da estreita relação entre comunidade e universidade, possibilitando que os discentes observem a realidade social e atuem superando os problemas sociais.

Uma das vertentes de aplicação da extensão é a dimensão social, com a articulação da pesquisa e da extensão em conjunto com a comunidade local, proporcionando benefícios para essa comunidade. Assim, a extensão assegura que o discente alcance habilidades para propor soluções viáveis e inovadoras para os problemas sociais, impulsionando a transformação socioeconômica.

A conexão dos discentes com a realidade social desperta o interesse na busca por soluções que reduzam as vulnerabilidades e promovam o fortalecimento das comunidades. Além disso, os alunos adquirem uma visão mais sistêmica e analítica para uma atuação ética e comprometida com o desenvolvimento social.

Conclui-se que o intuito dessa prática de extensão denominada ENIC é que os discentes tenham a oportunidade de divulgar suas produções científicas e que participem de pesquisas docentes. Com isso, é possível a construção de soluções e inovações a partir da pesquisa científica, proporcionando a troca de saberes entre a universidade e a sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. **Plano Nacional de Educação** – PNE/Ministério da Educação Brasileira, DF: INEP, 2018. Disponível em: <https://pne.mec.gov.br/>. Acesso em: 15 out. 2024.

_____. **Resolução nº 7 de 2018 do CNE/CES**. Disponível em: <https://abmes.org.br/legislacoes/detalhe/2665>. Acesso em: 15 out. 2024.

ALBRECHT, Evonir; BASTOS, Antonio Sergio Abrahão Monteiro. Extensão e sociedade: diálogos necessários. **Em Extensão**, v. 19, n. 1, p. 54-71, jan.-jun. 2020. 10.14393/REE-v19n12020-53428.

ALVES, Rui. Publish or Perish. **Portuguese Journal of Nephrology & Hypertension**, v. 28, p. 277-279, 2014.

BRASIL. [Constituição 1988]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf. Acesso em: 15 out. 2024

CHALUB, Leila; FRATE, Claudio Albuquerque; VICENTIM, Fabiana Moreira. Inserção social e universidades brasileiras: as melhores práticas. In: **As novas dimensões da universidade: interdisciplinaridade, sustentabilidade e inserção social**. Elimar Pinheiro do Nascimento e Alfredo Pena-Veja (orgs.). Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

CUNHA, Luiz Antônio. **A universidade temporã: o Ensino Superior, da Colônia à Era Vargas**. São Paulo: UNESP, 2007.

FERNANDES, F. **Universidade brasileira: reforma ou revolução?** São Paulo: Alfa-Ômega, 1975.

FERNANDEZ, Marcelo Costa; SILVA, Lucilane Maria Sales da; MACHADO, Ana Larissa Gomes; MOREIRA, Thereza Maria Magalhães. Universidade e a extensão universitária: a visão dos moradores das comunidades circunvizinhas. **Educação em Revista**, v. 28, n. 04, p. 169-194, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-46982012000400007>

FIGUEIREDO, Ivan Vasconcelos. A inserção da Extensão nas práticas, currículos e projetos pedagógicos da educação superior pública brasileira: reflexões tentativas sobre os impactos na formação do estudante na transformação social. **Cadernos de Extensão**. v. 5, p. 9-21, 2021. 10.19180/2447-8180.v5n2021p9-21

FORPROEX. **I Encontro De Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras**. Brasília. Conceito de extensão, institucionalização e financiamento, 1987.

GADOTTI, Moacir. **Extensão Universitária: Pra quê?**. Instituto Paulo Freire, v. 15, p. 1-18, 2017.

GONÇALVES, Maria das Dores Pimentel Nogueira. (Org.). **Políticas de Extensão Universitária Brasileira**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

GUERREIRO, Reinaldo. Algumas reflexões sobre a relevância da pesquisa contábil para a sociedade. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 33, n. 90, p. 1-5, 2022.

IMPERATORE, Simone Loureiro Brum; PEDDE, Valdir; IMPERATORE, Jorge Luis Ribeiro. Curricularizar a extensão ou extensionalizar o currículo? Aportes teóricos e práticas de integração curricular da extensão ante a estratégia 12.7 do PNE. In: **Colóquio Internacional de Gestão Universitária**, Mar del Plata, 2015. Argentina: UNMDP. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/hand->

le/123456789/136064. Acesso em: 20 out. 2024.

JIMENEZ, Michele Oliveira; ANDRADE, Gislaine Buraki de; LEITZKE, Milena Rocha Lourenço; STOECKL, Biana Ptetermann; SOSSMEIER, Kelly Diaiane. A extensão e a universidade brasileira: do estatuto das universidades até a curricularização da extensão. *Revista Educação: Teoria e Prática*, v. 33, n. 66, 2023. 10.18675/1981-8106.v33.n.66.s15304

LACERDA, Wlesca Portella de; VIEIRA, Edson Trajano. A Extensão Universitária e o desenvolvimento regional. In: III Congresso Internacional de ciência, tecnologia e desenvolvimento, Taubaté, 2014. **Anais...** Taubaté: 2014.

LANDÓ, Wanessa Cristina de Lacerda. A extensão universitária como alicerce para a transformação social na área da diversidade: uma análise das contribuições das atividades da universidade estadual de Goiás. In: II Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar, Universidade Estadual de Goiás, 2017.

LEAL FILHO, Walter. Viewpoint: accelerating the implementation of the SDGs. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 21, n. 3, p. 507-511, 2020. DOI 10.1108/IJSHE-01-2020-0011.

MARICÁ. **Projeto Pedagógico Curricular**. Maricá: Universidade de Vassouras, 2020.

MIRRA, Evando. **A ciência que sonha e o verso que investiga**. São Paulo: Editora Papagaio, 2009.

MOTA, Ivan Dias da; TENA, Lucimara Plaza; SÉLLO-KNOERR, Viviane Coelho. O novo marco regulatório da extensão universitária no Brasil: uma contribuição para a política de promoção humana. **Revista Brasileira de Direito**, v. 15, n. 3, p. 79-110, 2019. <https://doi.org/10.18256/2238-0604.2019.v15i3.3845>.

OLIVEIRA, Carla Viviane Novais Cabral de; TOSTA, Marielce de Cássia Ribeiro. Estudo da curricularização da extensão no centro universitário norte do Espírito Santo. **Revista Conexão UEPG**, Ponta Grossa, v. 17, n. 1, p. 1-23, 2021. <https://doi.org/10.5212/Rev.Conexao.v.17.17110.019>.

OLIVEIRA, Terezinha. Reflexões sobre a Reforma Sucupira e as Cartas de D. Dinis: é possível um diálogo da universidade na história?. **Série-Estudos - Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB**, v. 22, n. 46, p. 137-154, 2017. 10.20435/serie-estudos.v22i46.1096.

ORTIZ, Thiago Alberto; SOUZA, Silvia Graciele Hulse de; SILVA, Franciely Ponce da. Ensino, pesquisa e extensão: ações para implementar avanços no desenvolvimento sustentável. **Em Extensão**, p. 52-70, 2024. 10.14393/REE-2024-71670.

PEREIRA, Noemi Ferreira Felisberto; VITORINI, Rosilene Alves. da Silva. Curricularização da extensão: desafio da educação superior. **Interfaces**, v. 7, n. 1, p.19-29, 2019.

RIBEIRO, Mayra Rodrigues Fernandes; DE FREITAS MENDES, Francisco Fabiano; SILVA, Etevaldo Almeida. Curricularização da extensão em prol de uma universidade socialmente referenciada. *Revista Conexão UEPG*, v. 14, n. 3, p. 334-342, 2018. DOI: 10.5212/Ver.Conexao.v.14.i3.0004.

RIBEIRO, Raimundo Maria da Cunha. A extensão universitária como indicativo de responsabilidade social. **Revista Diálogos: pesquisa em extensão universitária**, v. 5, n. 1, p. 81-88, 2011.

ROTHEN, José Carlos. Os bastidores da Reforma Universitária de 1968. *Educ. Soc.*, Campinas, v. 29, n. 103, p. 453-475, 2008.

SÁ; Aparecida Munin De; MONICI, Sandra Cristina Borges; CONCEIÇÃO, Márcio Magera. A importância do projeto de extensão e o impacto que ele tem no processo formativo dos estudantes universitários. **Revista Científica Acertte**, v. 2, n. 3, p. e2365, 2022. 10.47820/acertte.v2i3.65.

SILVA, Enio Waldir da. **Extensão Universitária no Rio Grande do Sul**: concepções e práticas. Porto Alegre. 2003. 282f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Sociologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/3780>. Acesso em: 01 nov. 2024.

SILVA, Luciane Duarte da; VIEIRA, Almir Martins; CLARO, José Alberto Carvalho dos Santos. Avaliação da Extensão Universitária Curricular no Planejamento Docente. **Revista Conexão UEPG**, v. 19, n. 1, p. 1-14, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5212/Rev.Conexao.v.19.21593.007>.

SILVA, Luciane Duarte da; VIEIRA, Almir Martins; TAMBOSI FILHO, Elmo. Curricularização da extensão universitária: indicadores de avaliação para os cursos de administração e contabilidade. **Avaliação**, v. 29, p. 1-30, 2024. <https://doi.org/10.1590/1982-57652024v29id275677>.

SILVA, Wagner Pires da. Extensão Universitária: Um conceito em Construção. **Revista Extensão & Sociedade**, v. 11, n. 2, 2020. DOI: 10.21680/2178-6054.2020v11n2ID22491.

SOUZA, Ana Luiza Lima. **A história da extensão universitária**. Campinas: Alínea, 2000.

VALLEZ, Mari; LOPEZOSA, Calors; PEDRAZA-JIMÉNEZ, Rafael. A study of the Web visibility of the SDGs and the 2030 Agenda on university websites. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, Londres, v. 23, n. 8, p. 41-59, 2022.

VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTAIS AOS EXTREMOS DE INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PARACAMBI/RJ: IMPACTOS E RESPOSTAS NECESSÁRIAS

Palavras-chave: Inundações urbanas, Planejamento Urbano, Ciências Ambientais.

Isabel Jurema Grimm - Pós-doutorado em Gestão Urbana. Doutorado em Meio Ambiente e desenvolvimento. Mestra em Desenvolvimento Regional. Graduada em Turismo e Geografia. Docente da Universidade de Vassouras (RJ) e Universidade Santa Úrsula (RJ)

Ariadne Farias - Doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento. Docente da Universidade de Vassouras (RJ) e Universidade Santa Úrsula (RJ).

Monique da Silva Amaral - Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Iguaçu, Pós-Graduada em Projetos e Licenciamento Ambiental pela Universidade Única de Ipatinga/MG, Mestranda em Ciências Ambientais pela Univassouras e Bolsista de treinamento e capacitação técnica – PESAGRO/FAPERJ – Programa TCT – Apoio ao Desenvolvimento Setor Agropecuário e da Agroindústria do RJ.

Gabriela Lorrane Seixas - Mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade de Vassouras (Univassouras); possui formação em Ciências Biológicas Licenciatura Plena pelo Centro Universitário Geraldo Di Biase (UGB-FERP); pós-graduação Lato Sensu em Ecologia e Biodiversidade pela Universidade Cândido Mendes (UCAM); pós-graduação Lato Sensu em Desenvolvimento Regional e Sustentabilidade pelo Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ).

Maria Bastos Guerra - Graduada em Geografia -USS- Pós-Graduada em Especialista em Conciliação e Mediação-Faculdade Telos de Campinas, FATELOS; Mestranda em Ciências Ambientais pela UNIVASS- Universidade de Vassouras- Professora da Rede Pública- Estado do Rio de Janeiro.

Zélia de Souza Pereira Raguzzoni - Graduada em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Pernambuco UPE, Campus Petrolina PE. Mestranda em Ciências Ambientais- Univassouras. Atua na área de Agricultura e Meio Ambiente na Prefeitura Municipal de Mendes-RJ.

Gilmar Goulart - Engenheiro ambiental graduado pela Universidade de Vassouras. Engenheiro de segurança do trabalho pela UFRJ. Mestrando em Ciências ambientais pela Universidade de Vassouras

Introdução

O consenso científico sobre os impactos das ações antrópicas sobre os ecossistemas e as possíveis correlações com as mudanças ambientais globais, especialmente, as alterações do clima e seus efeitos sobre a economia e sociedade, impulsionaram a comunidade internacional, estados nacionais, instituições supranacionais, empresas e sociedade civil a engajarem-se para reduzir a magnitude do fenômeno (mitigação) e tornarem-se mais resilientes aos efeitos (adaptação) dos eventos climáticos extremos.

Alicerçados na literatura científica, relatórios de avaliação do Painel Intergovernamental para as Mudanças do Clima (IPCC) destacam que não há enganos, o aquecimento do Planeta tem a influência humana, e cada uma das últimas três décadas foi sucessivamente mais quente que qualquer outra desde 1850, quando cientistas começaram a medir a temperatura e o clima da Terra.

De acordo com o IPCC (2021; 2014), limitar os efeitos das mudanças climáticas requerer reduções urgentes das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE).

Decorrente dos eventos hidrológicos extremos, as inundações, têm se intensificado globalmente, causando perdas materiais, afetando gravemente os ecossistemas, e agravando a saúde e a qualidade de vida das populações, sobretudo, em regiões vulneráveis. O uso e a ocupação do solo de forma desordenada, a infraestrutura inadequada e a falta do planejamento urbano agravam os impactos desses eventos.

A vulnerabilidade socioambiental (alta densidade demográfica) associada aos eventos climáticos extremos (altos índices de precipitação), exige uma abordagem multidisciplinar e integrada (Iwana *et al.* 2016; Santos *et al.* 2017), capaz de responder aos desafios contemporâneos das cidades, contribuindo



para reduzir o grau de exposição ao risco de inundação das populações.

A necessidade de construir cidades e territórios resilientes e adaptáveis torna-se fundamental. As cidades, como grandes concentradores populacionais e econômicos, são particularmente vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas. Eventos extremos como inundações, secas e ondas de calor podem causar danos significativos à infraestrutura, à saúde pública e à economia.

Autores como Jacobs (2011) e Lynch (2010), bem como a Política Nacional de Adaptação à Mudança do Clima no Brasil, oferecem fundamentos teóricos e práticos essenciais para entender e enfrentar esses desafios. Jacobs (2011), enfatiza que cidades resilientes são aquelas que promovem a interação social e a coesão comunitária, elementos fundamentais para a adaptação às mudanças climáticas. Por outro lado, Lynch (2010), destaca a importância da percepção e da legibilidade urbana, elementos que podem ser cruciais na criação de espaços que não apenas resistam, mas se adaptem às emergências climáticas.

Articular as práticas educativas com as Ciências Ambientais e as engenharias pode ser uma estratégia importante na proposição de alternativas de soluções aos impactos dos eventos de inundações, de modo a contribuir para a construção de cidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis, conforme trata o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 da ONU, que visa tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Ao investir em conhecimento, em soluções tecnológicas e na participação da sociedade, é possível reduzir os impactos das inundações e construir cidades mais seguras e justas.

Diante disso, este texto explora as dimensões socioambientais das inundações e como o planejamento urbano e as ciências ambientais podem contribuir para o desenvolvimento sustentável e a resiliência comunitária, utilizando como exemplo o caso recente de Paracambi, RJ, em 2024, onde se intensificam os riscos, pois trata-se de um território exposto a múltiplas ameaças socioambientais.

Vulnerabilidade aos eventos de inundação e o planejamento das cidades

Os impactos dos eventos extremos do clima sobre a sociedade, de acordo com Santos et al. (2017), têm origem em diferentes causas, e sua análise deve levar em consideração os contextos cultural, econômico e social de uma população. Definida pela exposição das populações a riscos naturais e pela capacidade limitada de prevenção e resposta aos desastres, Adger (2006), destaca que a vulnerabilidade é determinada por fatores socioeconômicos, como pobreza, educação e acesso à infraestrutura básica.

Mitra *et al.* (2010), apontam que as decisões de planejamento das cidades muitas vezes são tomadas sem considerar adequadamente as projeções dos eventos extremos do clima, resultando em vulnerabilidades crescentes. Corradi (2024) ao analisar a validade do planejamento climático no nível urbano e como ele pode se apresentar conectado com um evento climático como o ocorrido no Rio Grande do Sul em 2024, destaca o papel da cooperação federativa efetiva e eficiente no combate à emergência climática no Brasil. Portanto, é crucial que os planejadores urbanos utilizem dados científicos atualizados e colaborem com especialistas em clima para desenvolver estratégias que realmente atendam às necessidades das comunidades e ao enfrentamento aos riscos de inundação urbana. Corradi (2024, p. 22), enfatiza que as “experiências mostram que uma boa reação deve vir de um planejamento informado na ciência”.

Diversas regiões brasileiras têm sido afetadas nos últimos anos por eventos de inundações. Cerca de três a cada quatro brasileiros, 73% da população; vivem nos municípios mais suscetíveis aos episódios de alagamento, inundação, enxurrada ou deslizamento de terra, representando 1942 municípios, ou seja, 34,9% das cidades brasileiras (Agência Brasil, 2024).

Em Paracambi, a combinação de urbanização desordenada e chuvas intensas gerou deslizamentos e alagamentos que afetaram diretamente milhares de moradores. A situação de Paracambi reflete um padrão comum em regiões vulneráveis, onde a ausência de planejamento urbano e saneamento básico exacerba os riscos (Lemos *et al.*, 2009).

A literatura aponta que as populações mais vulneráveis são frequentemente as mais afetadas pelas emergências climáticas. A inclusão de uma perspectiva de justiça social no planejamento pode garantir que as vozes das comunidades marginalizadas sejam ouvidas e que suas necessidades sejam atendidas.

Entretanto, a implementação de um planejamento urbano adaptativo aos eventos extremos das mudanças climáticas enfrenta diversos desafios, como: (i) a falta de recursos financeiros, pois a adaptação exige investimentos significativos em infraestrutura, tecnologia e educação; (ii) a resistência política, onde a implementação de medidas de adaptação pode entrar em conflito com interesses econômicos e políticos de determinados grupos; (iii) as incertezas e a complexidade das mudanças climáticas dificulta

a previsão dos impactos futuros, tornando o planejamento um exercício desafiador e (iv) a falta de conhecimento técnico dos profissionais do planejamento urbano que ainda não possuem as ferramentas e conhecimentos necessários para lidar com as questões climáticas. Para superar esses desafios, é possível sugerir algumas ações como fortalecer a governança climática, investir em infraestrutura verde, promover a mobilidade sustentável, desenvolver sistemas de alerta precoce e fortalecer a pesquisa e a inovação na área das Ciências Ambientais.

Impactos das Inundações em Paracambi

Paracambi é um município localizado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, situado na Região do Vale do Café, com uma biodiversidade bastante representativa da Mata Atlântica. Possui áreas preservadas, como o Parque Natural Municipal do Curió e a Floresta da Concórdia, que abriga espécies nativas de flora e fauna. O município é cortado por rios como o Rio dos Macacos e o Rio Guandu, sendo o último um importante fonte de abastecimento de água para a região metropolitana do Rio de Janeiro. O clima da região é tropical de altitude, com verões quentes e invernos mais amenos, o que favorece a biodiversidade local (<https://paracambi.rj.gov.br/turismo/>).

Paracambi tem uma população estimada em cerca de 41.375 habitantes (IBGC, 2022). A cidade é composta por uma comunidade mista, com moradores de diferentes origens, que preservam uma convivência marcada pela tranquilidade típica de cidade interiorana. Embora tenha sido historicamente dependente da indústria têxtil, Paracambi está em fase de diversificação econômica. A FAETEC e o Centro Tecnológico ajudam a impulsionar a qualificação profissional e o empreendedorismo. Além disso, o município possui um Distrito Industrial com diversas empresas. Há ainda pequenas propriedades rurais voltadas para a produção de alimentos, como frutas, legumes e leite, são parte significativa da economia local, ainda que em menor escala. O comércio é diversificado, com pequenos estabelecimentos e serviços voltados para as necessidades da população local. Há uma movimentação crescente no turismo ecológico e cultural, o que também favorece o crescimento do setor de serviços.

Em 21 de fevereiro de 2024, algumas localidades do município (Figura 1), foram severamente afetadas por inundações e deslizamento de massa decorrentes de fortes chuvas, uma situação agravada pela urbanização desordenada e infraestrutura ineficiente. Essas vulnerabilidades resultaram em danos materiais e imateriais significativos, comprometendo residências, comércios e a infraestrutura pública, além de expor a população a riscos de saúde, como a proliferação de doenças, bem como traumas psicológico e insegurança coletiva. O evento destacou a vulnerabilidade do município diante de desastres naturais, ressaltando a falta de planejamento urbano adequado e de medidas preventivas para mitigar os impactos negativos gerados por tais eventos.

Figura 1 – Impactos em diversos bairros do município.



Fonte: Os autores, 2024.

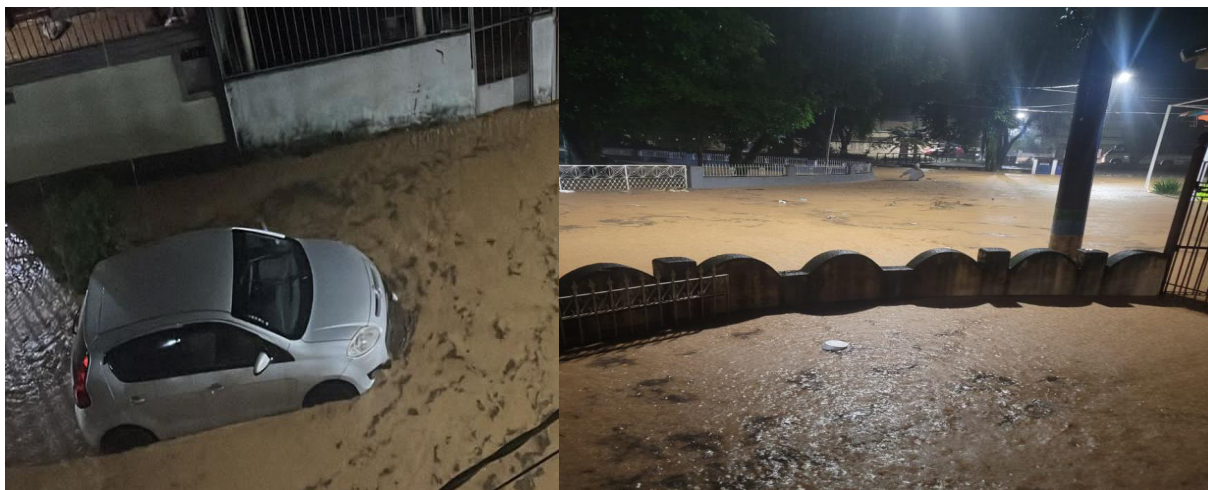
O evento destacou a falta de preparação do município para lidar com desastres climáticos. Com precipitação acumulada de 164 mm em 24 horas, diversas localidades, como BNH de Baixo e Capinheira, sofreram danos significativos. Moradores relataram perdas materiais, problemas de saúde pública, como casos de leptospirose, e traumas psicológicos (TEIXEIRA *et al.*, 2024).

Esses impactos evidenciam a necessidade de integrar práticas de planejamento urbano desvinculada de uma visão tecnocrática, que desconsidera as realidades e necessidades locais, impondo um discurso de autoridade que limita a participação popular e gera exclusão. No caso de Paracambi, alguns indicadores demonstram o processo de gestão de riscos de desastres socioambientais e as estratégias para a construção da resiliência local. Pode-se citar: (i) o Plano de Contingência elaborado e atualizado, com seus respectivos treinamentos e simulações; (ii) o mapeamento de áreas de risco; (iii) um Sistema de alerta (em tratativa com o Governo Federal); (iv) melhoria na infraestrutura (sendo implementadas); e a agilidade nas tomadas de ações respectivas a cada setor público responsável pela gerência do Plano de Contingência. Contudo, na fala dos moradores esses indicadores ao foram suficientes para o atendimento da população frente ao desastre ocorrido no município. Os moradores relataram que não houve medidas de prevenção e resposta, sendo que eles não receberam nenhum tipo de aviso ou suporte antes, durante ou após a enchente. Muitos moradores desconhecem a existência do Plano de Contingência do município ou de qualquer ação que possa sinalizar como proceder em caso de novas ameaças dessa natureza.

O evento ocorrido no município não é o primeiro na região. Novos riscos de inundações com perdas materiais, gastos públicos podem se repetir. No episódio do dia 21 de fevereiro de 2024, alguns pontos devem ser observados coo a demora na resposta de atendimento, a ineficácia na assistência a parcela da população, e a não implementação do Plano de Contingência em todos os bairros de forma efetiva. Com base na experiência vivida no município, os moradores relatam que as autoridades locais, não estavam preparadas, e ao que se pode perceber, seguem sem planejamento para o enfrentamento do risco à inundação.

Na ocasião, foi decretada situação de emergência por causa da chuva forte que atingiu a cidade. Ruas e casas ficaram completamente alagadas em diversos bairros. No bairro BNH de Baixo, o mais atingido, o nível da água chegou a 2 metros de altura, atingindo o teto de diversas casas, lojas e veículos (Figuras 2 e 3).

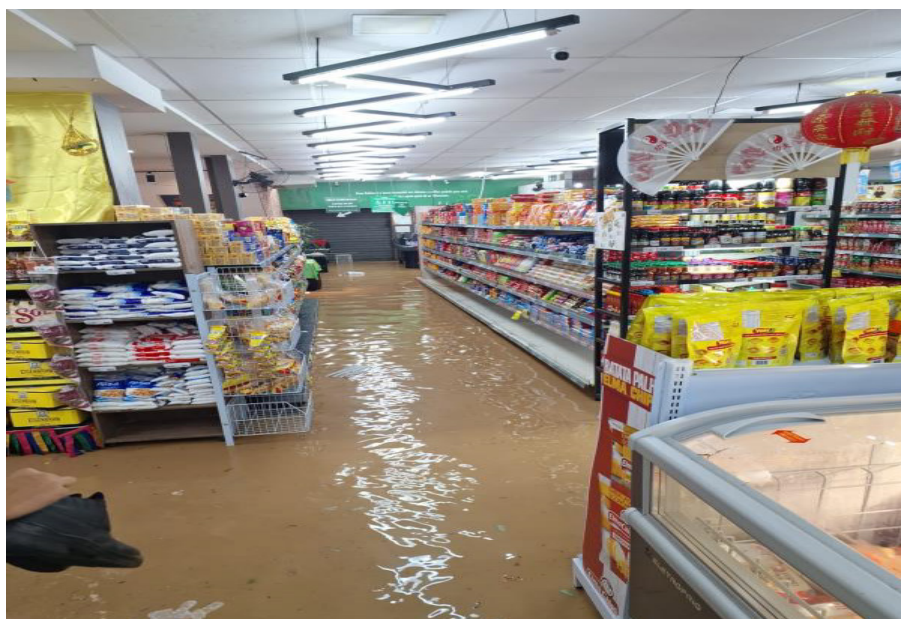
Figura 2 e 3 – Ruas de Paracambi alagadas em 21 de fevereiro de 2024



Fonte: Os autores, 2024.

Moradores e comerciantes (Figura 4) foram afetados e sofreram grandes perdas materiais.

Figura 4 – Comércio local atingindo pela inundação registrada em 21 de fevereiro de 2024



Fonte: Os autores, 2024.

No município, a cultura organizacional é marcada pelo associativismo, onde associações de moradores se mobilizam para apoiar a comunidade durante esses eventos. O empreendedorismo social também é evidente, com iniciativas locais surgindo para fornecer serviços e produtos essenciais nas situações de crise.

Movimentos sociais têm pressionado o poder público por políticas mais eficazes de prevenção e resposta a desastres. Além disso, a religiosidade desempenha um papel essencial, com instituições religiosas oferecendo suporte emocional e material às famílias afetadas, fortalecendo a coesão e a resiliência da comunidade.

A intensificação dos eventos climáticos extremos, como as inundações, tem revelado a crescente vulnerabilidade de diversas comunidades ao redor do mundo. Essa vulnerabilidade é resultado de uma complexa interação de fatores socioambientais, que incluem a urbanização desordenada, a degradação ambiental, as desigualdades sociais e a falta de planejamento urbano adequado.

O fortalecimento das infraestruturas de drenagem, bem como a implementação de sistemas de alerta precoce são medidas fundamentais que ainda carecem de adoção efetiva em muitos municípios brasileiros.

O enfrentamento dos eventos de inundação no município

Diante do cenário que se observou no município de Paracambi, no Rio de Janeiro, surge a necessidade de estudar o impacto socioeconômico, político e ambiental do evento, bem como avaliar as contingências e vulnerabilidades no município, além da vivência e percepção dos moradores sobre o ocorrido e de eventos semelhantes. Além disso, observar as falhas nas políticas públicas de prevenção e gestão de desastres, propondo possíveis soluções para aumentar a resiliência da comunidade e reduzir a exposição ao risco de inundações futuras.

Nesse ponto, sugere algumas ações, não para sanar o problema, mas amenizar os impactos reforçando a resiliência da comunidade:

- Fortalecimento da infraestrutura urbana, como a modernização da rede de drenagem e a limpeza regular de rios e bueiro;
- Revisão do Plano Diretor, proibindo a construção em áreas de risco;
- Descentralização do Plano de Contingências Municipal para atingir todos os bairros;
- Implementação de Sistemas de Alerta precoce, como sirenes, para avisar os moradores com antecedência;
- Realizar exercícios simulados de evacuação em caso de enchentes envolvendo a população;
- Educação comunitária e o fortalecimento de programas de habitação seguros;
- Programas de conscientização sobre os avisos e treinamentos de evacuação;
- Criação da Matriz de Habilidade e Responsabilidade Setorial, tendo por base os Planos de Contingência, facilitando a execução e suporte de auxílio à população e Defesa Civil;

- Verificação periódica da eficiência na execução do Plano de Contingência, por meio do monitoramento de métricas sobre o aumento da resiliência da população frente a tais ocorrências;
- Envolver a população efetivamente nas ações e cronogramas definidos no Plano de Contingências.

As medidas e ações aqui propostas, podem contribuir reduzir os riscos socioambientais associados às inundações no município de Paracambi.

Considerações

A vulnerabilidade socioambiental aos eventos climáticos extremos, como as inundações, exige uma abordagem multidisciplinar e integrada, que considere as inter-relações entre aspectos sociais, econômicos, ambientais e tecnológicos. Essa integração é essencial para identificar os grupos mais expostos e os fatores que amplificam os riscos, como urbanização desordenada, desigualdade social e intensificação no uso e ocupação do solo.

A experiência de Paracambi reforça a necessidade de um planejamento urbano que considere a inclusão social, o fortalecimento comunitário e a prevenção de desastres. Soluções baseadas na ciência e na educação são fundamentais para mitigar os impactos e promover o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADGER, W.N. **Vulnerability**. *Global Environmental Change*, v.16, n.3, p.268-281, 2006.

AGÊNCIA BRASIL. 2024. **Brasil tem 1942 cidades com risco de desastre ambiental**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-05/brasil-tem-1942-cidades-com-risco-de-desastre-ambiental>

CORRADI, Rodrigo. Emergência Climática e Cidades: o caso das cidades do Rio Grande do Sul face à enchente de 2024. **Diálogos Socioambientais**, [S. l.], v. 7, n. 19, p. 18–25, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufabc.edu.br/index.php/dialogossocioambientais/article/view/1066>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/paracambi.html>

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Resumen para responsables de políticas**. In: *Cambio Climático 2014: Bases físicas*. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2021. The Physical Science Base. Working Group, I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Summary for Policymakers*, 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>.

IWAMA, A. Y.; BATISTELLA, M.; DA COSTA FERREIRA, L.; ALVES, D. S.; DA COSTA FERREIRA, L. Risco, vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas: uma abordagem interdisciplinar. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 2, p. 95-118, 2016.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. Tradução de Carlos S. Mendes Rosa. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011. 532 p.

LEMO, R. M. A.; ALVES, A. P. P.; ASSIS, E. G. A.; CÔRTEZ, M. O. R. A. **Dinâmica de enchentes na bacia hidrográfica do Rio dos Macacos, RJ, Brasil**. In: **IX Congresso de Ecologia do Brasil**, 13 a 17 de setembro de 2009, São Lourenço - MG. Anais [...]. São Lourenço: Congresso de Ecologia do Brasil, 2009. p. 1-3.

LYNCH, K.. **A imagem da cidade**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2010. 227 p.

MITRA, D., BHANDERY, C., MUKHOPADHYAY, A., CHANDA, A., HAZRA, S. **Landslide Risk Assessment in Darjeeling Hills Using Multi-criteria Decision Support System: A Bayesian Network Approach**. Disaster Risk Reduction. Springer, Singapore, 2018.

TEIXEIRA, J. M.; MONTEIRO, T. C.; SOUZA, L. H. B. B.; FIGUEIREDO, W. L. D.; BARBOSA, E. M. G.; ARAÚJO, V. S. **Tragédia em Paracambi-RJ: Análise dos impactos das inundações e alagamentos sob a perspectiva da saúde mental, doenças infecciosas, ausência de intervenção socioambiental e saúde pública no cenário antes e após enchente**. In: **Collection of International Topics in Health Sciences**. v. 2, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.56238/sevened2024.016-014>.

SANTOS, M. R. S.; VITORINO, M.V.; PIMENTEL, M.A.S. Vulnerabilidade e mudanças climáticas: análise socioambiental em uma mesorregião da Amazônia. **Revista Ambiente e Água**, v. 12 n. 5.

CONTROLE ALTERNATIVO DA GOMOSE (*Phytophthora nicotianae* VAR. *parasitica*) EM PLANTAS DE ROSA-DO-DESERTO (*Adenium obesum*)

Palavras-chave: Suculenta; Fungo; Doenças.

Albert Santos da Silva - Graduado em Técnico em Meio Ambiente pelo Instituto Federal Goiano - Campus Ceres

Gabrielly Costa Lopes - Graduada em Técnica em Meio Ambiente pelo Instituto Federal Goiano - Campus Ceres

Geovanna Costa Lopes - Graduada em Técnica em Meio Ambiente pelo Instituto Federal Goiano - Campus Ceres.

Fátima Leão Silva - Bacharel em Agronomia pelo Instituto Federal Goiano - Campus Ceres

Jessica Maria Isabel de Jesus - Doutoranda da Universidade de São Paulo, Piracicaba - São Paulo, Brasil.

Igor Araújo de Souza - Docente do Instituto Federal Goiano Campus Ceres, Doutor em Ecologia e Conservação.

Adriana Lau da Silva Martins - Docente do Centro Universitário Geraldo Di Biase – Volta Redonda, RJ, Engenheira química, Doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímico, atua na área de Tratamento de Efluentes e Controle de Qualidade dos Alimentos

Gustavo da Silva Paiva - Diretor das Engenharias do Centro Universitário Geraldo Di Biase – Volta Redonda, RJ, Mestre em Engenharia Mecânica

Anderson de Oliveira Ribeiro - Docente do Centro Universitário Geraldo Di Biase – Volta Redonda, RJ, Mestre em Engenharia de Produção e Doutor em Astronomia

Mônica Lau da Silva Marques - Docente Titular do Instituto Federal Goiano Campus Ceres, Doutora em Agronomia. monica.lau@ifgoiano.edu.br

INTRODUÇÃO

A gomose é causada pelo fungo do gênero *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*, que ataca as mudas em produção e provoca danos irreversíveis, como o apodrecimento do tronco, degradação de raízes e radículas (ANJOS, 2020). Esse fungo está relacionado com podridão do caule e das raízes cítricas, tendo escurecimento e morte de pequenas regiões do caule como sintomas iniciais; e em estado avançado a planta não sobrevive por causa da destruição do floema, que restringe o fluxo de seiva elaborada da copa para o sistema radicular (TIMMER & MENGE, 1988; FEICHTENBERGER, 1990; 2001).

Portanto, este estudo possui o intuito de avaliar como a gomose se comporta no genótipo suscetível EP 11 da rosa do deserto, buscando o tratamento mais eficaz em relação à produtividade e redução de custos para os agricultores.

DESENVOLVIMENTO

Referencial teórico

A espécie *Adenium obesum*, popularmente conhecida como Rosa do Deserto é uma angiosperma pertencente à família *Apocynaceae* e está distribuída em regiões subtropicais, e temperada (Sennblad & Bremer, 2002). As plantas dessa família são muito utilizadas no paisagismo em virtude da presença de ramos espessos com base caulinar dilatada, folhas verde escuras e flores com diversas colorações, o que valoriza seu valor no mercado (ROMAHN, 2012). Algumas das características que tornaram a Rosa do Deserto um sucesso na floricultura nacional, é a facilidade de manejo, manutenção, resistência à seca, ampla variabi-

lidade na forma e coloração das flores, e seu caule espesso denominado caudex que faz lembrar a forma de um bonsai (MCBRIDE, 2012). Sua propagação feita por sementes é a mais utilizada pelos produtores, porém é a menos eficiente, pois tem relação com o fracasso na polinização que é possível a ocorrência de flores estéril masculina e feminina. Esse processo se inicia com a escolha de plantas que apresentam flores masculinas e femininas compatíveis, para garantir a produção de sementes viáveis (MCLAUGHLIN; GAROFALO, 2002), em seguida, é feita a remoção de uma ou duas pétalas da flor receptora para expor as anteras, coletar o pólen e colocá-lo no estigma da muda (COLOMBO *et al.*, 2015; MCLAUGHLIN; GAROFALO, 2002). A propagação por estaquia é mais vantajosa, pois se obtém mudas geneticamente idênticas as plantas mães (COLOMBO *et al.*, 2018), por isso elas devem apresentar bom estado nutricional, fitossanitário, e boas ramificações das raízes. Para se obter as estacas é preciso coletar ramos jovens e saudáveis, após a coleta, as folhas são retiradas e os ramos segmentados em estacas de aproximadamente 12 cm de comprimento (BROWN, 2012).

No Brasil, a comercialização dessa espécie é recente, por isso, sua beleza ornamental vem sendo reconhecida nos últimos anos (COLOMBO, 2018). Nos últimos anos vem sendo observado um aumento crescente na escolha de flores e plantas envasadas, essa escolha pode ser explicada pelas vantagens que essas mudas apresentam como durabilidade, a melhor relação custo benefício e sua praticidade. Nesse sentido, plantas com características de resistência ao estresse hídrico, facilidade de manutenção e de longa durabilidade, como é o caso da Rosa Do Deserto têm se destacado no mercado (VARELLA *et al.*, 2015). As doenças em Rosa do Deserto podem ser causadas por fatores abióticos como temperatura, umidade, e produtos químicos; agentes fitopatogênicos como vírus, bactérias, fungos etc, e insetos pragas, ocasionando danos e perdas quantitativas e qualitativas.

A gomose é causada pelo fungo *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* que ataca a planta em qualquer estágio de crescimento, seja nas raízes ou no caule, causando podridões e lesões nas mudas. As condições que podem favorecer seu desenvolvimento são as altas temperaturas e umidade no solo, práticas culturais realizadas de forma inadequadas que resultem em redução de aeração no solo ou que causem fermentos nas plantas, redução de drenagem e excesso de irrigação (FEICHTENBERGER, 2001, 2020; SIVIERO, 2000).

METODOLOGIA

O experimento foi realizado no município de Ceres, Goiás, no Instituto Federal Goiano Campus Ceres que oferece educação superior, básica e profissional, pluricurricular e multicampi, especializada nas diferentes modalidades de ensino. Segundo a classificação de Köppen-Geiger, Ceres possui clima do tipo A_w quente e semiúmido, com duas estações bem definidas: a estação das chuvas, que vai de novembro a abril, caracterizada por ser um verão quente e chuvoso; e a estação seca, de maio a outubro, caracterizada por ser um inverno ameno e seco, tendo como meses mais frios junho e julho (IBGE, 2018). O município está localizado na latitude de 15°18'28" S e longitude de 49°35'52" W e com área de 214,322 km quadrados (IBGE, 2014).

No Instituto Federal Goiano campus Ceres foi selecionado como local do experimento o antigo viveiro que está desativado. As mudas foram separadas em seis fileiras com 30 cm de espaçamento entre uma e outra, sendo usadas sete repetições em cada tratamento e ficando com o total de 45 mudas (Figura 1). Figura 1 – Mudas de flor do deserto.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Em cada fileira será usado um tratamento diferente, sendo eles:

- T0- água, com 2 mudas de testemunha;
- T1- cravo da índia;
- T2- açafrão;
- T3- canela;
- T4- folha da mamona;
- T5- pimenta;
- T6- urina de vaca.

No laboratório de microbiologia do campus foi feito um meio de cultura batata dextrose ágar (BDA) que será utilizado para ver a estrutura do fungo *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*, e a preparação dos tratamentos que serão aplicados. Começamos fazendo uma regra de três para descobrir quanto seria necessário de BDA, que é um meio tradicionalmente utilizado para o isolamento de fungos e leveduras, com a proporção de 39 g para 1000 ml e só queremos 200 ml, o resultado foi 7,8 g (Figura 2). Foi usada uma balança analítica, que primeiro tem que zerar ela para desconsiderar o peso do frasco, e pesar somente com o BDA (Figura 3).

Figura 2 – Balança analítica.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Figura 3 – BDA pesado na balança analítica.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Com a quantidade necessária em mãos, a solução foi diluída com 200 ml de água destilada usando

uma proveta, e colocada em outro recipiente (Figura 4 e 5).

Figura 4 – Diluição da solução em água destilada.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Figura 5 – Transferência do BDA para o recipiente de vidro.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Após este processo fomos preparar a autoclave para receber o meio de cultura, seguindo os seguintes passos:

1º: Verificar se os “cestos” e o tanque estão limpos (Figura 6);

Figura 6 – Cestos da autoclave.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

2º: Fechar o registro de saída de água;

3º: Observar a cruzeta no fundo do tanque e encher até este nível com água corrente limpa (Figura 7);

Figura 7 – Cruzeta da autoclave.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

4º: Colocar o material no cesto não ultrapassando sua borda superior (Figura 8);

Figura 8 – Colocar as vidrarias na autoclave.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

5º: Fechar a tampa ajustando os manipuladores em sentidos opostos (Figura 9);

Figura 9 – Fechar as válvulas da autoclave.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

- 6º: Abrir a válvula da tampa;
- 7º: Conectar firmemente à tomada;
- 8º: Adicionar a chave em sentido horário para o 'Máx';
- 9º: Verificar a saída de vapor na válvula da tampa e fecha-lá;
- 10º: Verificar o movimento do ponteiro do manômetro até 1ATM e 121°C;
- 11º: Girar a chave para a posição "Médio";
- 12º: Aguardar 20 min a 121°C/1 ATM;
- 13º: Girar a chave para a posição desligar e desconectar a tomada;
- 14º: Aguardar o ponteiro do manômetro retornar a 0°C/o ATM;
- 15º: abrir a válvula da tampa para saída de vapor e aguardar resfriamento;
- 16º: Desajustar os manipuladores, abrir a tampa e retirar o material.

Enquanto esperamos o tempo da autoclave, começamos a limpar de cima para baixo e de dentro para fora a câmara de fluxo laminar vertical com álcool 70%, e após esse processo é ligada a luz ultravioleta por 15 minutos para sanitizar esse local (Figura 10).

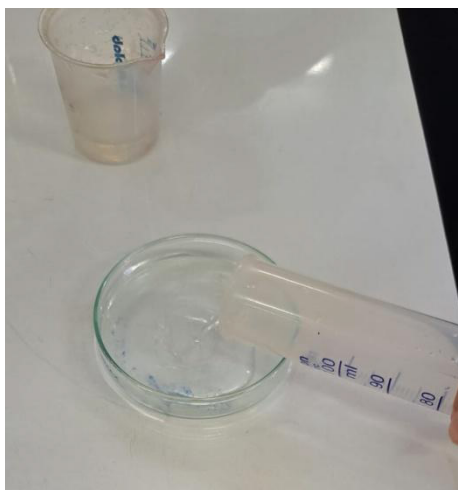
Figura 10 – Câmara de fluxo laminar.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Para desinfetar e isolar o fungo na placa de petri utilizamos hipoclorito, 10 ml de água destilada, e 0,5 de cloro (Figura 11).

Figura 11 – Sanitização da câmara de fluxo laminar.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Depois dos 15 minutos da autoclave, desligamos e esperamos a pressão sair e esfriar. Para fazer o meio de cultura não podemos deixar o líquido ficar muito frio, pois endurece, e nem muito quente porque fica difícil de manusear. Com ele ainda mole desligamos a chama da câmara de fluxo laminar vertical, e ligamos a luz UV para secar o meio de cultura. Já com o líquido mais duro, ligamos a chama novamente para esquentarmos a ponta da pinça, e esterilizá-la (Figura 12).

Figura 12 – Esterilização da pinça.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

A repicagem do fungo é feita por um corte dos fragmentos de tecido nas margens da parte infectada da muda (Figura 13).

Figura 13 – Repicagem do fungo.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Após a repicagem, com o auxílio da pinça pegamos os fragmentos de tecido, e colocamos no meio de cultura (Figura 14). A cada novo fragmento precisa passar a pinça no álcool 70% antes.

Figura 14 – Fragmento do tecido da planta doente.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

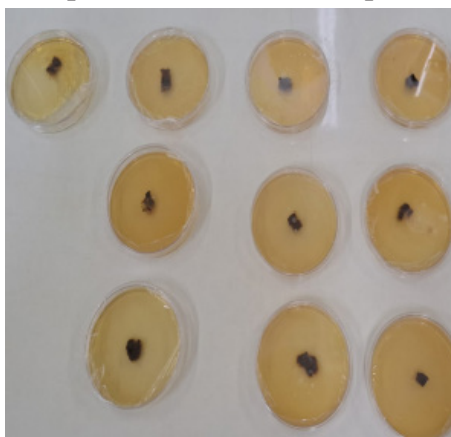
Depois dessa etapa passamos insulfilm em todas as placas de petri (Figura 15 e 16). Foi estimado a cada 8 dias verificar como o fungo estava crescendo, se estiver somente com uma massa branca significa que não houve contaminação, mas se houver outra coloração além da branca, teríamos que repetir o processo até não ter nenhuma contaminação.

Figura 15 – Insulfilm nas placas de Petri.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Figura 16 – As placas com o tecido da planta doente.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Em cada tratamento foram usadas 5 ml de concentração para 1.000 ml de água da torneira (Figura 17):

- T1- 2g de cravo da Índia para 100 ml de água aquecida por 1 minuto;
- T2- 2 colheres de sopa açafrão para 100 ml de água aquecida por 1 minuto;
- T3- 2 colheres de sopa canela para 100 ml de água aquecida por 1 minuto;
- T4- 8 folhas de mamona batidas no liquidificador com 100 ml de água;
- T5- 7 pimentas batidas no liquidificador com 100 ml de água;
- T6- 5 ml de urina de vaca misturada com 100 ml de água.

Figura 17 – Tratamentos em tubo falcão.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Após esse processo, pegamos 5 ml de cada tratamento e colocamos em outro recipiente em que completamos com 1.000 ml de água (Figura 18). A aplicação desses tratamentos será de 15 em 15 dias durante o período de 2 meses.

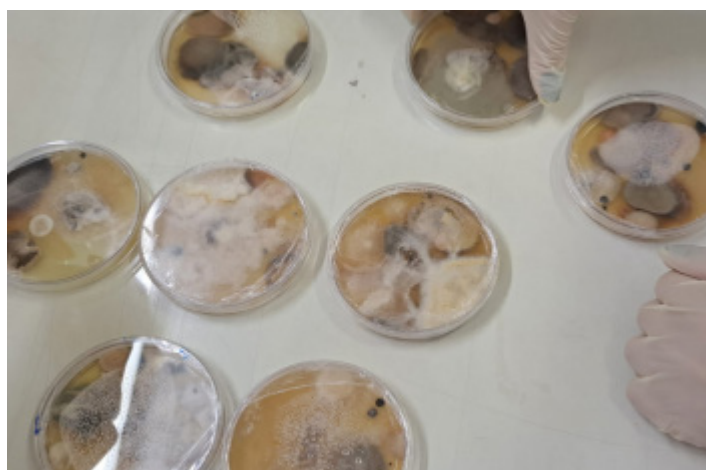
Figura 18 – Os tratamentos prontos em 1000 ml



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

No dia 07 de maio repetimos o processo do meio de cultura porque o fungo teve contaminação (Figura 19).

Figura 19 – Placas de petri contaminadas.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Em vez de usar 7,8 g de potato Dextrose Agar (BDA), usamos 8g dele com 205 ml de água destilada (Figura 20). Figura 20 – BDA no Becker



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Colocamos o recipiente junto com as pinças na autoclave para fazer a descontaminação. Enquanto esperamos, fizemos a limpeza da câmara de fluxo laminar vertical com álcool 70%, e depois ligamos a luz ultravioleta (UV) por 15 minutos. Antes de fazer o meio de cultura limpamos as placas de petri com álcool 70%, e deixamos secar na câmara de fluxo laminar para verter o meio de cultura. Depois de ficar esfriar ligamos a chama para esquentar a ponta da pinça para esterilizá-la (Figura 21).

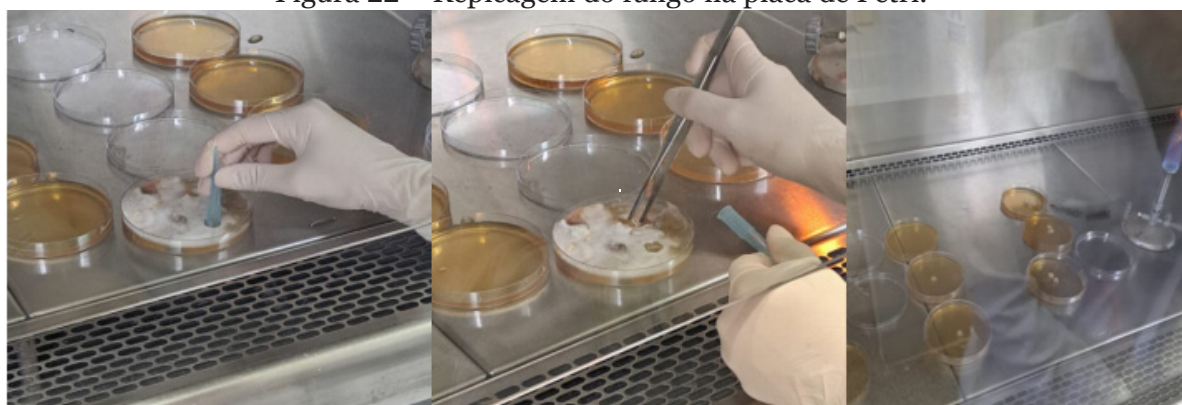
Figura 21 – Meio de cultura vertido nas placas de Petri e esterilização da pinça.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Então escolhemos uma das placas de petri menos contaminada para fazer a repicagem do fungo com ajuda das ponteiros nas novas placas (Figura 22).

Figura 22 – Repicagem do fungo na placa de Petri.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

No dia 20 de abril fizemos a primeira aplicação dos tratamentos com o auxílio de uma bombinha de veneno (Figura 23).

Figura 23 – 1ª aplicação dos tratamentos com o auxílio da bomba caseira.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

No dia 4 de maio, fizemos a segunda aplicação do mesmo jeito da primeira (Figura 24).

Figura 24 – 2ª aplicação dos tratamentos nas plantas.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

No dia 18 de maio foi feita a terceira aplicação dos tratamentos (Figura 25).

Figura 25 – 3ª aplicação dos tratamentos nas plantas.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

No dia 01 de junho fizemos a quarta aplicação dos tratamentos e descartamos as mudas que não apresentaram melhoras (Figura 25).

Figura 26 – 4ª aplicação dos tratamentos e descartes de algumas plantas doentes.

Fonte: Arquivo pessoal (2022).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de extratos naturais de plantas estão sendo cada vez mais usados, em grande parte dos testes com efeito comprovado, para o controle de pragas (GONÇALVES & BLEICHER, 2006). De acordo com os resultados encontrados (Tabela 1), pode-se observar que houve diferença estatística significativa entre os dados coletados, confirmando que os diferentes tratamentos influenciaram na porcentagem de sobrevivência das mudas da rosa do deserto contra a gomose.

Tabela 1: Média da porcentagem da sobrevivência de mudas da rosa-do-deserto atacada com a gomose após a aplicação de métodos alternativos para o controle da doença, Ceres, GO, 2023.

Métodos alternativos	Porcentagem de sobrevivência (%)
Água	0
Cravo-da-índia	57
Açafrão	86
Canela	43
Folha da mamona	71
Pimenta “saco de velho”	100
Urina de vaca	29

Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Os fungos do gênero *Phytophthora* se espalham, principalmente, através do movimento de solo infestado, água, plantas infectadas e material vegetal (Goodwin, 1997; Cahil et al., 2008).

As mudas tratadas com a pimenta saco de velho se sobressaíram das outras com uma porcentagem de 100% de sobrevivência, ou seja, as sete mudas sobreviveram, isto ocorreu porque as espécies de *Capsicum chinense* e suas variedades têm se destacado em atividades biológicas, como antifúngicas, antioxidantes, antidiabéticas, antitumorales, antitrombóticas e anti microbianas (BUITIMEA-CANTUA, 2020; SOSA-MOGUEL, 2017; MENICHINI, 2009). Em nossos estudos obtivemos resultados semelhantes quanto ao controle tanto em ambiente natural como “in vitro” com ação antifúngica para o fungo da gomose.

O segundo tratamento que se destacou foi o de açafrão com porcentagem de 86% de sobrevivência das mudas, ficando com seis delas, sendo comprovado que o *Cúrcuma longa* L. apresenta como princípio ativo a curcumina, composto com ações que possuem elevadas atividades antifúngicas (DORNELLAS, 2016) e antimicrobianas (DORNELLAS, 2016; DIAS, CARDOSO, SOUSA, NASCIMENTO, 2001), sendo observado o mesmo comportamento em nossa pesquisa.

O tratamento usando a folha de mamona apresentou 71% de sobrevivência, ou seja, sobreviveram cinco mudas, e por ser uma planta oleaginosa pertencente à família *Euphorbiaceae* ela apresenta grande importância econômica e social, sendo também conhecida por seus efeitos tóxicos provenientes do alcalóide ricinina, que está presente nas folhas, caule e frutos da planta (OLIVEIRA et al., 2005), sendo que possi-

velmente teve ter inibido o desenvolvimento no viveiro e o crescimento na placa de petri “in vitro” do fungo da gomose em nossos estudos também. As substâncias contidas no cravo-da-índia, sobretudo o eugenol, apresentaram potencial inibitório contra diversos tipos de microrganismos, sejam eles fungos ou bactérias (JESUS, GUSTAVO & TORELLI, JANAINA 2019), porém contra a gomose esse tratamento apresentou nas mudas 57% de sobrevivência, sendo das setes testemunhas sobreviveram quatro, apresentando um comportamento não tão eficiente para este patossistema flor do deserto x gomose.

O tratamento feito com canela apresentou 43% de sobrevivência das mudas, isto é sobreviveram três delas, apesar de não ter sido o mais eficaz contra a doença, a inibição do patógeno pode ser atribuído ao princípio ativo eugenol, sendo o composto principal das folhas que pode chegar a 60 a 70% da composição da planta (LIMA et al., 2005), todavia entre os tratamentos utilizados neste estudo este não foi tão eficiente quanto aos anteriores. A urina de vaca possui compostos antimicrobianos e substâncias indutoras de resistência (GADELHA, R.S.S., CELESTINO R.C.A., SHIMOYA A.), podendo ser uma alternativa natural a agrotóxicos e/ou adubos químicos utilizados na agricultura, que tornam as mudas mais resistentes às pragas e doenças (PESAGRO-RIO, 1992), entretanto, contra a gomose o tratamento só apresentou 29% de sobrevivência, ou seja, das setes mudas tratadas só sobreviveram duas, não sendo eficiente neste estudo em relação aos demais tratamentos anteriores. O uso de duas testemunhas aplicando somente água nas mudas mostrou sobrevivência de 0%, já que elas morreram primeiro que aquelas que foram aplicadas os tratamentos, demonstrando a agressividade desta doença fúngica na flor do deserto.

As mudas tratadas com o cravo-da-índia tiveram uma porcentagem de 57% de sobrevivência, no entanto, era esperado um resultado semelhante ao do estudo de Venturoso (2011), em que o tratamento apresentou elevados níveis de atividade antifúngica. Os resultados obtidos se diferem do estudo citado, devido à resistência do fungo *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* na rosa do deserto e à escassez de estudos relacionados ao tema.

O tratamento com o açafrão teve uma porcentagem de 86% de sobrevivência, resultado semelhante ao do estudo de Dias, Cardoso, Sousa e Nascimento (2014), em que houve a inibição do crescimento do fungo *C. lindemuthianum* em 32% por causa do princípio ativo da curcumina, composto que apresenta elevadas atividades antifúngicas (DORNELLAS, 2016).

López et al. (2005), estudaram a atividade antifúngica dos óleos essenciais do cravo (*E. caryophyllata*) e canela (*C. zeylanicum*) sobre diversos micro-organismos contaminantes de alimentos e observaram que ambos os óleos apresentaram uma excelente ação antibacteriana e antifúngica, porém, contra o fungo da gomose o tratamento feito com canela só inibiu 43% das mudas, não sendo eficiente neste patossistema flor do deserto x gomose.

Os extratos aquosos de folhas da mamona foram efetivos em inibir o fungo do gênero *C. gloeosporioides*, variando entre 18,1 a 81,8%, sendo que maiores percentuais de inibição dependem das concentrações utilizadas (RIBEIRO & BEDENDO, 1999). Esse resultado é semelhante ao encontrado na aplicação do tratamento com folha de mamona contra o fungo *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*, obtendo 71% de sobrevivência das mudas.

Alguns pesquisadores afirmaram que a ação microbiana encontrada no fruto da pimenta saco de velho (*C. chinense*) possui alto potencial contra fungos fitopatogênicos, o que é uma forte evidência de que a espécie é promissora na agricultura (SANTOS, 2020; MOGUEL-SALAZAR, 2011). Esse potencial é visto neste estudo, em que o tratamento feito com a pimenta inibiu 100% o fungo da gomose.

De acordo com Ramos et al. (2008), a urina de vaca possui grande concentração de sais que podem originar um potencial osmótico que diminui o processo germinativo das mudas. Porém o estudo feito por JUNIOR et al (2015), obteve resultados negativos quanto ao uso da urina de vaca para a quebra de dormência em sementes de girassol, sendo semelhante aos resultados encontrados neste estudo, em que a taxa de sobrevivência das mudas de rosa do deserto foi de 29%.

CONCLUSÕES

O T5 (pimenta saco de velho) teve maior inibição da gomose na flor do deserto tanto “in vitro” como em viveiro a céu aberto, sendo a opção mais viável para se combater esse fungo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, Ulisses. Gomose dos citros: saiba como proteger a plantação. Ascom Senar Alagoas, Alagoas, 5 de maio. de 2020. Disponível em: <<https://cnabrazil.org.br/noticias/gomose-dos-citros-saiba-como-protoger-a-plantacao>>. Acesso em: 29 de maio. de 2023.

COLOMBO RC, et. al. *Adenium obesum* as a new potted flower: growth management. Ornamental Horticulture. 2018; 24 (3): 197-205.

COLOMBO, Ronan Carlos et al. *Adenium obesum* como nova flor de vaso: manejo cultural. Ornamental Horticulture, v. 24, p. 197-205, 2018. Disponível em: http://old.scielo.br/scielo.php?pid=S2447536X2018000300197&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 01 jun. de 2023.

COSTA JUNIOR, Rômulo Gonçalves; PALHANO, Vinicius de Oliveira; MATOS, Flávia Araújo; NASCIMENTO, Jackeline Matos; GORDIN, Caroline Libonato; HEID, Diego Menani. Efeito da Urina de Vaca Sobre o Desenvolvimento de Sementes de Girassol (*Helianthus annuus* L.). **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 9, n. 4, feb. 2015. ISSN2236-7934. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/16402>. Acesso em 17 de set. de 2023.

DA SILVA SANTANA, Ana Paula et al. Germinação de sementes de rosas do deserto (*Adenium obesum*) em diferentes substratos Seedling germination of desert rose (*Adenium obesum*) in different substrates. Brazilian Journal of Development, v. 8, n. 4, p. 32488-32495, 2022. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/47282/0>. Acesso em: 14 de abril de 2023.

DE JESUS, Gustavo; TORELI, Janaína Diná. Efeitos Antimicrobianos dos Extratos de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry Aplicados à Saúde, Indústria e Agricultura. Atas de Saúde Ambiental -ASA (ISSN 2357-7614) v. 7, p. 113–113, 2019. Disponível em: <<https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ASA/article/view/1988>>. Acesso em: 27 set. 2023.

DIAS, L. P.; CARDOSO, J. R.; SOUSA, A. L.; NASCIMENTO, V. L. V. Bioatividade do extrato aquoso do açafrão (*Curcuma longa* L) sobre o crescimento de fungos fitopatógenos. Hig. aliment; v. 28, n. 238/239, p. 137-141, nov.-dez. 2014. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-92612>. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

DIAS, L. P.; CARDOSO, J. R.; SOUSA, A. L.; NASCIMENTO, V. L. V. Bioatividade do extrato aquoso do açafrão (*Curcuma longa* L) sobre o crescimento de fungos fitopatógenos. Hig. aliment; v. 28, n. 238/239, p. 137-141, nov.dez.2014. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-92612>. Acesso em: 05 set. 2023.

DORNELLAS, F. C. Atividade antifúngica de *Cúrcuma longa* L. (Zingiberaceae) contra fungos deteriorantes em pães. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná (UTFPR). Campo Mourão, 2016.

FEICHTENBERGER, E. Gomose de *Phytophthora* dos Citros: importância, etiologia, ecologia, epidemiologia e manejo. In: 53º Curso de Habilitação de Responsáveis Técnicos para Emissão de CFO/ CFCO, 2020. Campinas: MAPA, CDA/SAA, IB/APTA/SAA, 2020, 15p.

GADELHA, R.S.S., CELESTINO R.C.A., SHIMOYA A. Efeito da urina de vaca na produtividade do abacaxi. Pesq. Agropec. Desenvolv. Sustent. 1:91 -95, 2002. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3652/3/Disserta%c3%a7%c3%a3o_Sandrinny%20Toigo.pdf. Acesso em 27 de set. de 2023.

GONÇALVES, M. E. de; BLEICHER, E. Uso de extratos aquosos de nim e azadiractina via sistema radi-

cular para o controle de mosca-branca em meloeiro. Revista Ciência Agronômica, v. 37, n. 2, p. 182-187, 2006.

Goodwin, S B. 1997. Genética populacional de *Phytophthora* Fitopatologia, 87: 462–473.

Graham, J.; & Feichtenberger, doenças de E. Citrus phytophthora: Desafios e sucessos de manejo. Journal of Citrus Pathology , Boston, v 2(1), 2015.

Lennette, E.H.; Balows, A.; Hausler, W.J; Shadpmy, H.J. – Manual of clinical Microbiology. American Society for Microbiology, Washington, D.C.,1985.

LIMA, M. P.; ZOGHBI, M. G. B.; ANDRADE, E. H. A.; SILVA, T. M. D.; FERNANDES, C. S. Constituintes voláteis das folhas e dos galhos de *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). Acta Amazonica, v.35, n.3 p.363-366, 2005.

LÓPEZ, P; SÁNCHEZ C; BATLLE R, et al. Solid- and vapor-phase antimicrobial activities of six essential oils: susceptibility of selected foodborne bacterial and fungal strains. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.53, n.17, p.6939-6946, 2005.

MCBRIDE, K. M. The effect of cultural practices on growth, flowering, and rooting of *Adenium obesum*. 2012. 116 f. Thesis (Master of Science) – University of Florida, 2012.

MOGUEL-SALAZAR, F., BRITO-ARGÁEZ, L., DÍAZ-BRITO, M., ISLAS-FLORES, I. 2011. A review of a promising therapeutic and agronomical alternative: antimicrobial peptides from *Capsicum* sp. Afr. J. Biotechnol., 10: 19918-19928.

O MUNICÍPIO DE CERES. SEMMAS CERES, CERES, C2018. Disponível em: <<https://semmas.ceres.go.gov.br/semmas/o-municipio-de-ceres/>>. Acesso em 14 de abril de 2023.

OLIVEIRA, I.P.; SANTOS, K.J.G.; BELTRÃO, N.E.M.; ARAÚJO, A.A.; OLIVEIRA, L.C. Potenciais da mamona (*Ricinus communis* L.) na Região Centro-Oeste Brasileira. Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos, v. 1, p.104 -130, 2005.

PONTE, J.J. da. Histórico das pesquisas sobre a utilização da manipueira (extrato líquido asraízes) como defensivo agrícola. Fitopatologia Venezuelana, Maracay, v.5, n.2, p.2-5,1992.

RAMOS, N.P.; NOVO, M.C.S.S.; UNGARO, M.R.G.; LAGO, A.A.; MARIN, G.C. Efeito da vinhaça no desenvolvimento inicial de girassol, mamona e amendoim em casa de vegetação. Bragantia, v.67, n.3, p.685-692, 2008.

RIBEIRO, L.F.; BEDENDO, I.P. Efeito inibitório de extratos vegetais sobre *Colletotrichum gleosporioides* – agente causal da podridão de frutos de mamoeiro. Scientia Agricola, v.56, p.1267-1271, 1999.

ROMAHN, VALERIO. Enciclopédia ilustrada das plantas & flores: suculentas, samambaias e aquáticas. Editora Europa, 2012.

SANTOS, L.A., TAVEIRA, G.B., SILVA, M.S., GEBARA, R.S., PEREIRA, L.S., PERALES, J., TEIXEIRA FERREIRA, A., MELLO, E.O., CARVALHO, A.O., RODRIGUES, R., GOMES, V.M. 2020. Antimicrobial peptides from *Capsicum chinense* fruits: agronomic alternatives against phytopathogenic fungi. Biosci. Rep., 40: BSR20200950.

SENNBLAD, B., BREMER, B. (2002). Classification of Apocynaceae s.l. according to a new approach combining Linnaean and phylogenetic taxonomy. Systematic Biology Journal, vol.51 (3), 389-409.

Timmer & Menge, 1988; Feichtenberger, 1990; 2001. Resistência de Clones e Híbridos de Porta-Enxertos de Citros à Gomose de Tronco Causada por *Phytophthora parasitica*. Scielo, Campinas-SP, 30 de jul. de 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/fb/a/6VT7gSdC9X7mgqSzt97QJwv/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 15 de abril de 2023.

VARELLA, T. L.; SILVA, G. M.; CRUZ, K. Z. M.; MIKOVSKI, A. I.; NUNES, J. R. S; CARVALHO, I. F.; SILVA, M. L. In vitro germination of desert rose varieties. *Ornamental Horticulture*, v. 21, n. 2, p. 227-234, 2015. Disponível em: Manejo de doenças e pragas em rosa-do-deserto.pdf (ufmg.br). Acesso em: 28 de set. de 2023.

VARELLA, T. M. et al. In vitro germination of desert rose varieties. *Ornamental Horticulture*, v. 1, n. 2, p. 227-234, 2015. Disponível em: <https://ornamentalthorticulture.emnuvens.com.br/rbho/article/download/676/582>. Acesso em: 01 jun. de 2023.

VENTUROSUO LR, BACCHI LMA, GAVASSONI WL, CONUS LA, PONTIM BCA, BERGAMIN AC. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. *Summa phytopathol* [Internet]. 2011Jan;37(1):18–23. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-54052011000100003>. Acesso em 28 de set. de 2023.

VERONA, L. A. F., PACHECO, A. C., & HUANG, G. F. (2023). Gomose dos citros no Oeste Catarinense. *Agropecuária Catarinense*, 12(3), 17–19. Disponível em; <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1634>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

EFEITO DA URINA DE VACA NA QUEBRA DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE PINHA (*ANNONA SQUAMOSA* L.): UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A AGRICULTURA FAMILIAR

Palavras-chaves: Quebra de dormência; Pinha; Urina de vaca.

Erick Vitor Parreira Neto - Graduando em Técnico em Meio Ambiente pelo Instituto Federal Goiano - Campus Ceres.

Jehan Carlos Barbosa Pereira - Graduando em Técnico em Meio Ambiente pelo Instituto Federal Goiano - Campus Ceres.

Fátima Leão Silva - Bacharel em Agronomia pelo Instituto Federal Goiano - Campus Ceres

Washington Nunes da Silva - Bacharel em Agronomia pelo Instituto Federal Goiano - Campus Ceres

Jessica Maria Isabel de Jesus - Doutoranda da Universidade de São Paulo, Piracicaba - São Paulo, Brasil

Igor Araújo de Souza - Docente do Instituto Federal Goiano Campus Ceres, Doutor em Ecologia e Conservação

Adriana Lau da Silva Martins - Docente do Centro Universitário Geraldo Di Biase, Engenheira química, Doutorado em Tecnologia de Processos químicos e Bioquímico, atua na área de Tratamento de Efluentes e Controle de Qualidade dos Alimentos

Gustavo da Silva Paiva - Diretor das Engenharias do Centro Universitário Geraldo Di Biase – Volta Redonda, RJ, Mestre em Engenharia Mecânica

Anderson de Oliveira Ribeiro - Docente do Centro Universitário Geraldo Di Biase – Volta Redonda, RJ, Mestre em Engenharia de Produção e Doutor em Astronomia

Mônica Lau da Silva Marques - Docente Titular do Instituto Federal Goiano Campus Ceres, Doutora em agronomia. monica.lau@ifgoiano.edu.br

1. INTRODUÇÃO

As plantas pertencentes à família Annonaceae abrange um conjunto de frutíferas tendo em vista a notoriedade na economia mundial, compreendendo cerca de 132 gêneros e em torno de 2.500 espécies (KAVATI., 1992), apresentam plantas lenhosas, de porte arbóreo ou arbustivo. Destaca-se o gênero *Annona*, que agrupa as principais espécies cultivadas e tem grande importância no comércio mundial, exemplo da pinha, ata ou fruta do conde (*Annona squamosa* L.), a graviola (*Annona muricata* L.) e a cherimóia (*Annona cherimólia* Mill) (DONADIO, 1997). As espécies de *Annona*, popularmente conhecidas como pinha, ata, cherimólia, marolo, fruta de conde, pinha-azedo, graviola e condessa, tem-se origem na América Central, provavelmente da região das Antilhas, considerada um dos principais representantes da família cultivadas em regiões tropicais e subtropicais. A *Annona squamosa* L. é conhecida como fruta-do-conde, pinha ou ata, introduzida no Brasil no século XVII, pelo Conde de Miranda, o que explica o nome “fruta - do - conde” (KAVATI et al., 1992).

No Brasil, a pinheira foi introduzida no Estado da Bahia, e se destacando em vários Estados da região Nordeste, possuindo uma área cultivada em torno de 10.000 ha. As comercializações dos frutos são voltadas para a extração da polpa para sucos e para consumos *in natura* (DONADIO., 1997; ARAÚJO et al., 1999). O Brasil é um grande produtor de frutas tropicais e subtropicais. Dentre tropicais destaca-se a pinha (*Annona squamosa* L.), ou ata, onde toda a produção basicamente destinada ao consumo *in natura* (KAVATI., 1992). Entretanto, a pinha é uma frutífera com elevado potencial de cultivo, porém não apontam um bom desenvolvimento de mudas, levando em consideração a dificuldade de germinação

devido à dormência apresentada em suas sementes (OLIVEIRA et al., 2012).

As sementes apresentam substâncias que inibem a germinação, tendo tegumento resistente e impermeável, dificultando a germinação. Na produção de mudas o substrato tem grande influência na germinação e evolução. Conforme RAMOS et al. (2002), um dos papéis do substrato é proporcionar condições adequadas à germinação. Entre as orientações ecológicas para agricultura sustentável, inclui a adubação com compostos orgânicos não prejudiciais ao meio ambiente (MALAVOLTA et al., 2002). Assim como o esterco bovino é bastante utilizado e seus efeitos podem ser melhorados através da fertirrigação com a utilização de compostos alternativos, tais como a urina de vaca, que agem como complemento natural à adubação (TLUMASKI et al., 2009; FERREIRA et al., 2010).

A bovinocultura é comum nas propriedades familiares, auxiliando no consumo próprio e complementando a renda familiar dos produtores rurais. A urina de vaca possui um grande valor nutricional para o desenvolvimento das plantas, portanto, ainda é pouco utilizada pelos agricultores devido à pouca compreensão obtida. Sua utilização não é prejudicial à saúde dos agricultores e consumidores, consistindo em apenas acréscimos de água para sua utilização (PAULA et al., 2013).

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Referencial teórico

A pinheira (*Annona squamosa* L.) é uma frutífera originária das terras baixas da América Central e das Antilhas. Seu cultivo tem se alastrado por quase todos os continentes. O fruto é conhecido por diversos nomes, como “sugar apple” em Inglês, “rinon” em Espanhol, já no Brasil é conhecida como pinha, ata ou fruta – do – Conde. Foi introduzida no Brasil em meados do século XVII, no Estado da Bahia, pelo Conde Miranda, o que explica o nome “fruta – do – conde” (KAVATI et al., 1992).

A pinheira tem características de árvores de porte baixo, média de 4 a 6 m de altura. As folhas apresentam uma cor verde brilhante, lanceoladas. As flores são compostas por três pétalas amareladas e três sépalas. O fruto é definido como um sicarpo com forma arredondada, de cor esverdeada, possuindo carpelos achatados na parte exterior, nos quais se originam as sementes. A polpa tem aspecto carnuda de coloração branca, porém apresenta muitas sementes aderidas a polpa (CORDEIRO., 2000).

É cultivada comercialmente no Brasil pelos Estados da Bahia e Alagoas sendo os maiores produtores do País. O fruto chama atenção pelo seu excelente sabor adocicado, agradando o paladar dos consumidores (BRAGA SOBRINHO et al., 2012).

A graviola (*Annona muricata* L.) é originária da América Central e ao norte da América do Sul. Possuindo diversos nomes em determinado lugares de cultivo, como “soursop” em Inglês, “guannabano” em Espanhol, e “corosol” em francês. Introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVI, tendo o Estado da Bahia como o maior produtor, comercializando e exportando para diversos países (BRAGA SOBRINHO., 2014).

A graviola tem características de árvores de alto porte, alto e ereto, atingindo em média de 4 a 8 metros de altura quando adultas. O que se destaca das outras annona são suas flores no formato de pirâmide na forma inicial do “capulo”, inicialmente de coloração verde-escuro e verde mais claro próximo à abertura das pétalas (antese).

O fruto na forma de baga ou sicarpo possui espículas semelhantes a espinhos carnosos, moles e recheados. O peso do fruto pode variar entre 300g a 10 kg. A polpa tem aspecto muito suco, tendo um sabor aromatizado e adocicado com uma breve acidez (PINTO., 1995; SILVA., 1995).

A cherimóia (*Annona cherimólia* Mill) é nativa das Cordilheiras dos Andes, cultivada comercialmente em países da Europa, ao sul dos EUA, em vários países da América Central e do Sul, países de clima tropical e subtropical. Possuindo diferentes nomes, como “cherimoya” em Inglês, “cherimole” em espanhol.

O fruto possui uma coloração amarelada avermelhada, polpa branca arenosa, sementes soltas da polpa, fruta doce e saborosa. Cultivada em pequena escala e tendo excelência no alto valor de comercialização (BRAGA SOBRINHO., 2014).

A atemoeira (*Annona x atemoya*) é nativa das regiões Andinas de diversos países da América do Sul. É considerado um híbrido, resultado de um cruzamento entre fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.) e a cherimóia (*Annona cherimólia* Mill). Introduzida no Brasil na década 1980, adaptando ao clima tropical

é subtropical. No Brasil, a comercialização se concentra nas regiões do Sudeste e Sul.

A atemoia tem características semelhantes à fruta-do-conde, com a casca rugosa e pontiaguda, de polpa branca e com poucas sementes. Muito importante na comercialização devido ao seu sabor, uma combinação de excelentes características da ata associada à cherimóia, possuindo preferência entre os consumidores. Outros pontos positivos que a atemoia apresenta é seu maior tempo de armazenamento pós-colheita, com ausência de rachaduras e um sabor excelente (BRAGA SOBRINHO., 2014).

2.2 Propagação

A propagação das *Anonáceas* pode ser feita de maneira sexuada, realizada através do cultivo das sementes e assexuada, obtida através da enxertia (PEREIRA et al., 2011).

Propagação Sexuada (sementes)

A propagação através do cultivo das sementes se aplica na intenção da produção de mudas. Pequenos pomares são constituídos de plantas de pé franco (propagação por semente). Essa maneira de propagação obtém pomares muito desuniformes em virtude da variabilidade genética entre as plantas. Essa variabilidade genética garante a biodiversidade da espécie (GAMA; MANICA., 1994).

A dormência da semente é um dos problemas encontrados em relação à sua propagação por via sexuada. Por isso, recomenda-se semear em um período não muito longo depois da coleta da semente para evitar a perda do poder germinativo. Antes de semeá-las, devem ser postas para secar à sombra e só então colocadas para germinar quando a temperatura não estiver baixa, pois esta favorece a dormência das sementes (GAMA; MANICA., 1994).

Propagação Assexuada (enxertia)

De maneira geral, a enxertia é a união dos tecidos de duas plantas que crescem como uma só, normalmente aplicada às plantas de diferentes espécies, tendo como a finalidade de dar suporte à planta, no fornecimento de água e nutrientes e fazendo uma adaptação da planta em condições climáticas e do solo em diferentes regiões (PEREIRA et al., 2011).

São consideradas duas plantas: o cavalo ou porta-enxerto que é a planta que dá o suporte ao sistema radicular assegurando a nutrição; e o cavaleiro ou enxerto que é a planta que se quer reproduzir, que forma a copa e frutifica, sendo responsável pela absorção da luz do sol e do carbono do ar para transformação da seiva bruta em seiva elaborada, essencial à vida da planta (ARAÚJO et al., 1999) (Figura 5).

Figura 5. Propagação sexuada e assexuada das espécies Annonaceae.

Propagação

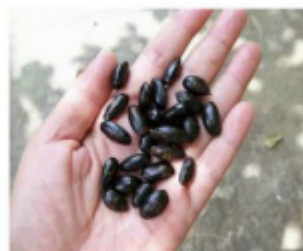
- Assexuada: Enxertia e estaquia
- Sexuada: Sementes
- Emergência:

Pinha – 10 à 27 dias pós semeadura, Cherimolia – 30 à 45 dias

- Por enxertia:

Condessa x Graviola = 50/53%

Pinha x Pinha = 100%



Fonte: Cordeiro (2000)

2.3 Germinação

As sementes da família das Annonaceae são ortodoxas, possuindo uma vantagem no seu tempo de armazenamento prolongado, tendo em vista, a baixa resistência ao ataque de fungos e bactérias, ocasionando brocas e doenças (GAMA; MANICA., 1994).

As sementes das Annonaceae apresentam uma germinação lenta e desuniforme, ocasionado pelo baixo desenvolvimento do embrião. Além dos fatores fisiológicos que inibe a germinação das sementes, tem-se a dormência física. Dentre os fatores físicos, encontra-se a alta taxa de impermeabilidade da casca da semente devido à densidade do tegumento, dificultando a entrada de ar e impedindo a expansão do crescimento do embrião (MANICA., 1997).

Existem vários métodos propostos pelos pesquisadores para a superação de dormência em sementes e durante a germinação das plantas da família Annonaceae, dentre elas tem a estratificação, tratamento com choque térmico, o tratamento utilizando doses de urina de vaca diluídas em certas quantidades de água quanto na superação da dormência, quanto na utilização como fertilizante orgânico que contribui para o processo germinativo.

Pesquisas vêm sendo estudadas em relação à utilização de urina de vaca diluída em porcentagens de água urina de vaca em tratamentos para superar a dormência e na fertilização, realizados e comprovando com eficácia. Devido à composição química contida na urina, possuindo múltiplos nutrientes, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, manganês, boro, cobre, sódio, cloro, cobalto e molibdênio e detendo o ácido indolacético, que é um hormônio natural de crescimento de plantas (PE-SAGRO, 2001).

Segundo a pesquisa realizada por SILVA et al (2018), demonstrou que o tratamento para superação da dormência contendo doses de urina de vaca obteve um índice de 92,5% da taxa de germinação, provando a eficácia do tratamento. Estudo feito por Cesar et al (2007), demonstrou em seus resultados uma alta no desenvolvimento das mudas do pepino. Em alface, a aplicação no solo de solução de urina de vaca na concentração proporcionou acréscimo de 10,3% na massa da matéria fresca das plantas (VÉRAS et al., 2014).

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de pesquisa

Trata-se de uma revisão bibliográfica com delineamento exploratório-descritivo de caráter qualitativo. Segundo Marconi & Lakatos (2017), Analisando dois trabalhos com relação ao tema de estudo, de pesquisas, monografias, teses e artigos via internet. Versa-se de uma leitura atenta e sistemática que se faz várias anotações e fichamentos que servirão à fundamentação teórica do estudo.

Foram compilados os dados e organizados por meio do Word, gráficos e tabelas feitas pelo Excel, para facilitar a comparação entre os resultados apresentados na revisão de literatura dos artigos estudados relacionados com urina de vaca e com a germinação das sementes das Annonaceae, desde a quebra de dormência quanto o processo de germinação.

Os artigos pesquisados e avaliados são referências semelhantes aos tratamentos de quebra de dormência com a utilização de urina de vaca que pretendíamos utilizar, e os prováveis resultados que esperávamos se a pesquisa fosse realizada em campo. Não sendo possível realizar o trabalho de pesquisa em campo devido a pandemia relacionada ao COVID-19.

Influência da urina na superação de dormência em sementes de graviola (*Annona muricata* L.)

As sementes apontam dormência, que são substâncias que inibe a germinação, tendo tegumento resistente e impermeável, dificultando o seu processo germinativo. Quando isso ocorre é porque não decorreu nenhum tratamento cauteloso de quebra de dormência, para advir uma germinação aprazível. Estudos comprovam a utilização da urina de vaca como um meio convencional em tratamentos em sementes da família das Annonaceae para ocorrer a superação da dormência (LEMOS et al., 1987).

Foi avaliado cautelosamente trabalho realizado por Silva et al (2018) com apoio do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, o qual utilizou-se doses de urina de vaca diluídas em porcentagens de água no tratamento em sementes da graviola (*Annona muricata* L.) como um agente de escarificação química.

Realizando seis tratamentos dissemelhantes com 4 repetições de 10 sementes, como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Tratamentos para quebra de dormência utilizados.

Métodos para quebra de dormência	Tratamentos
T1 - 10 % de concentração de urina	Imersão em 100 ml de água com 10% urina por 24h
T2 - 20 % de concentração de urina	Imersão em 100 ml de água com 20% urina por 24h
T3 - 30 % de concentração de urina	Imersão em 100 ml de água com 30% urina por 24h.
T4 - 40 % de concentração de urina	Imersão em 100 ml de água com 0% urina por 24h.
T5 - Água a temperatura ambiente	Imersão em água a temperatura ambiente por 24h.

Fonte: Próprio Autor.

A avaliação consistiu na realização de medições de suas plântulas semanalmente após 20 dias de seu determinado cultivo, cuja medição foi calculada pela fórmula da taxa germinação TG

$= (N \cdot 100) / 40$, em que N é o número de sementes germinadas.

3.2 Aplicação da urina de vaca como um fertilizante orgânico em plantas de pinha (*Annona squamosa* L.)

A produção de *Anonáceas* com frutos de qualidade e em grande quantidade depende diretamente de balanceada nutrição das plantas, desde a sua fase inicial de formação até a fase produtiva (PEREIRA et al., 2011).

Foi avaliado bem discriminado a exemplo do estudo realizado por Andrade et al (2015) realizado na Universidade Estadual da Paraíba. Consistiu em ponderar tratamentos de irrigação, empregando múltiplas dosagens de urinas de vaca diluídas a 1% de água, aplicadas via solo. Iniciando-se a partir de 21 dias após sua emergência (DAE). O estudo consistiu em cinco fertirrigação com doses de urina: (D1= 0 ml, D2= 40 ml, D3= 60 ml, D4= 80 ml e D5= 100 ml).

A avaliação foi efetivada após 60 dias, as mudas foram coletadas e avaliadas as seguintes variáveis: peso verde e seco da raiz, o total de todo seu peso verde (caule, folha e raiz), a quantidade de água presente na planta. Resultados que foram obtidos através da expressão:

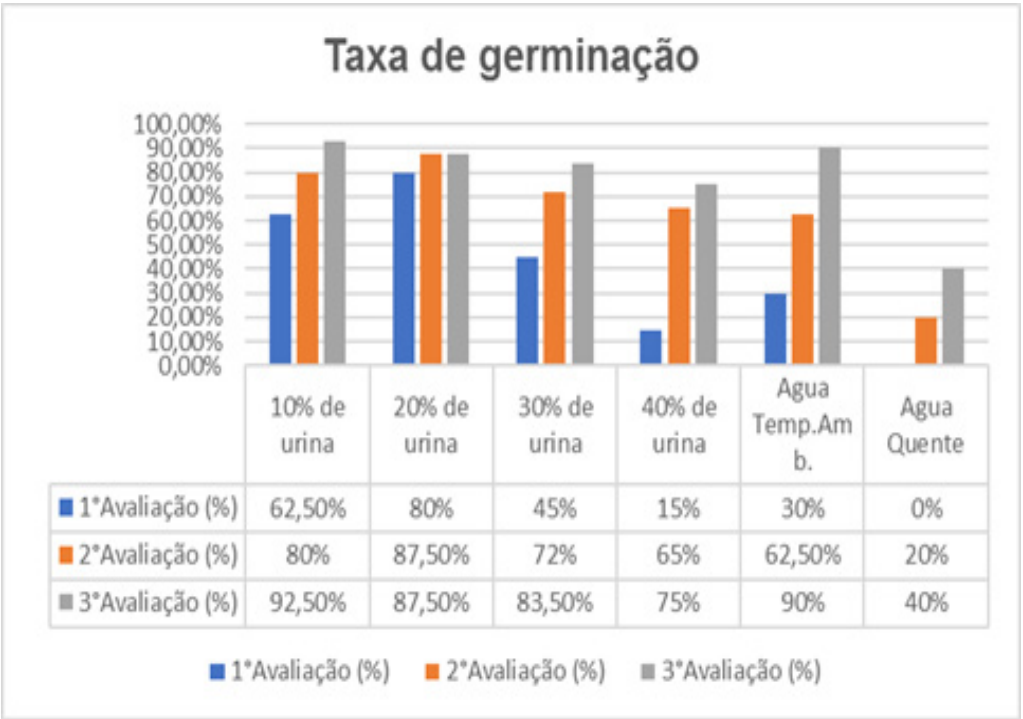
Teor de água (TA) = massa fresca (MF) – massa seca (MS) * 100.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em trabalho de pesquisa, nosso propósito era avaliar a influência da urina de vaca em utilização nos tratamentos de quebra de dormência em sementes de Pinha (*Annona squamosa* L), sendo um trabalho inovador e motivados pela quase inexistência de trabalhos relacionados a determinado assunto de suma importância. Os resultados que esperávamos da nossa pesquisa se fosse realizado em campo de fato, são semelhantes aos resultados obtivos no trabalho realizado por Silva et al (2018), que realizou tratamentos de superação de dormência utilizando urina de vaca em sementes da graviola (*Annona muricata* L), devido ao motivo das frutíferas ser da mesma família e por apresentar embrião imaturo correlativo, ou seja, uma dormência tegumentar semelhante.

Segundo os métodos de quebra de dormência utilizados por Silva et al (2018), que utilizaram tratamentos com urina de vaca em sementes da graviola (*Annona muricata* L.), podemos analisar que todos os tratamentos obtiveram efeitos positivos, ultrapassando os 75% da taxa de germinação, destacando-se o tratamento com 10% de urina que alcançou 92,5% da taxa de germinação. Como aponta o gráfico 1:

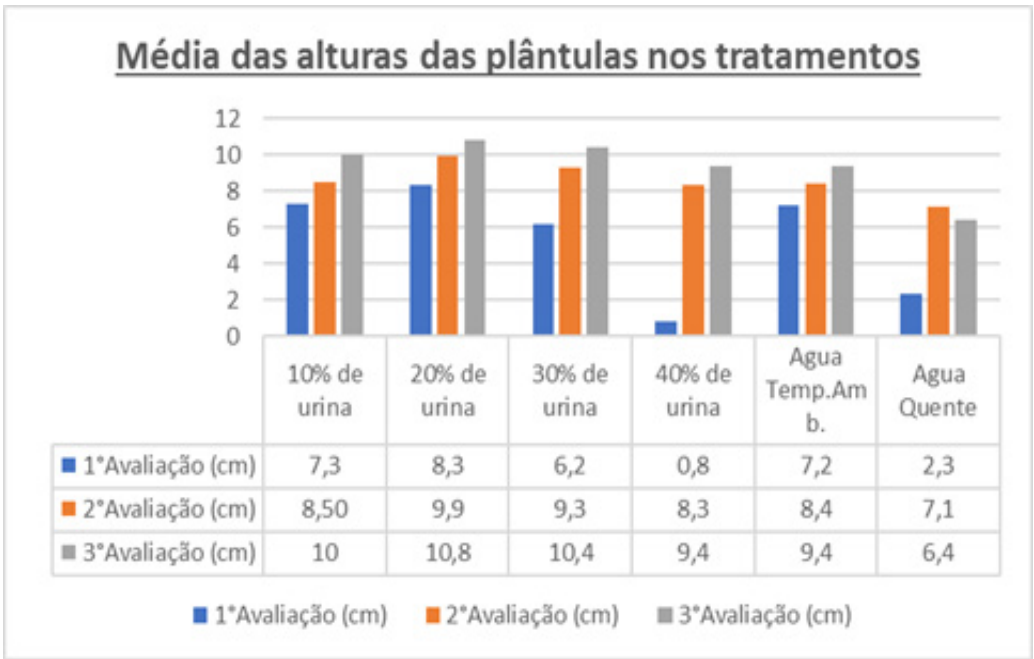
Gráfico 1. Taxa de germinação das sementes da graviola pós-tratamento de superação de dormência com doses de urina.



Fonte: Próprio Autor (2024).

De acordo com seu trabalho de pesquisa, notamos que a urina de vaca beneficiou as sementes que foram submetidas aos tratamentos, não somente na superação da dormência, mas durante todo seu desenvolvimento no processo germinativo. Em seu crescimento teve valores altos significativos, devido aos nutrientes contidos na urina que rompeu a dormência tegumentar e estimulou positivamente em seu crescimento, a exemplo do ácido indolacético, que é um hormônio natural de crescimento de plantas (PESAGRO, 2001). Apresentado no gráfico 2 a seguir:

Gráfico 2. Médias das alturas das plântulas nos tratamentos de superação de dormência utilizando urina de vaca.

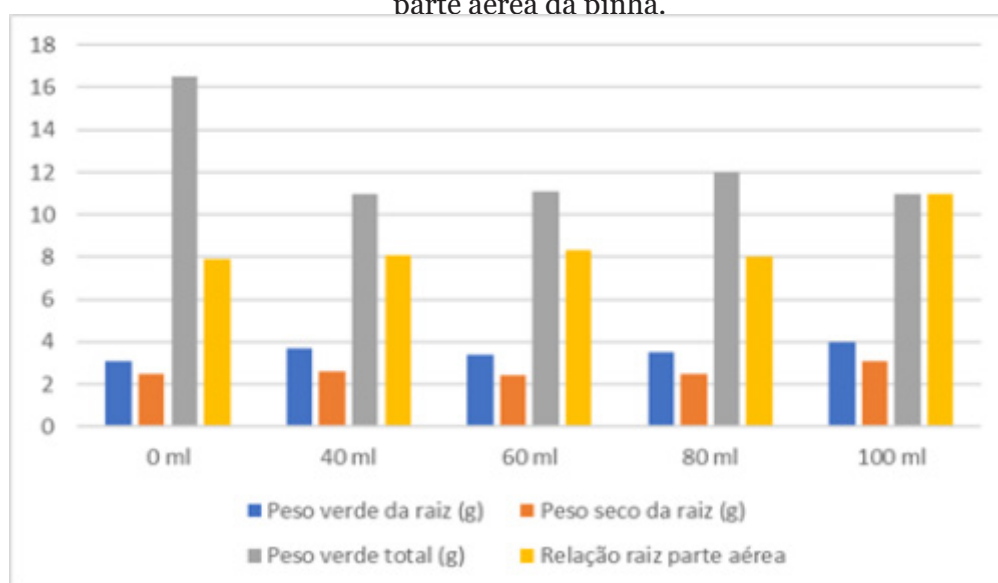


Fonte: Próprio Autor (2024)

Ao analisarmos esses resultados das pesquisas que comprovam os efeitos positivos, notamos que a propagação sexuada de sementes das Annonaceae sob tratamento com a urina de vaca se torna um meio muito recomendável na produção de frutíferas de boa qualidade, dando outro sentido ao fato, de que a propagação sexuada é desaconselhável por prover pomares desuniformes e frutos com variadas formas e tamanho. Sendo coerente ao trabalho realizado por Keske et al (2018), que realizou o tratamento de superação de dormência com 50% de urina de vaca em sementes de pessegueiro, que estimulou uma brotação maior de forma significativa. Ao contrário do trabalho realizado por Junior et al (2015) que realizou os tratamentos de quebra de dormência utilizando urina de vaca em sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.), obteve resultados negativos em sua germinação.

Em relação aos resultados obtidos por Andrade et al (2015) no processo da diluição da urina de vaca em porcentagem de água na utilização como fertilizantes orgânicos aplicados na planta da Pinha, foram obtidos resultados positivos dados pelo incremento da dose máxima de urina (D5=100ml), quanto no efeito para o peso seco e verde da raiz, peso verde total e em relação raiz parte aérea, como mostra o gráfico 3:

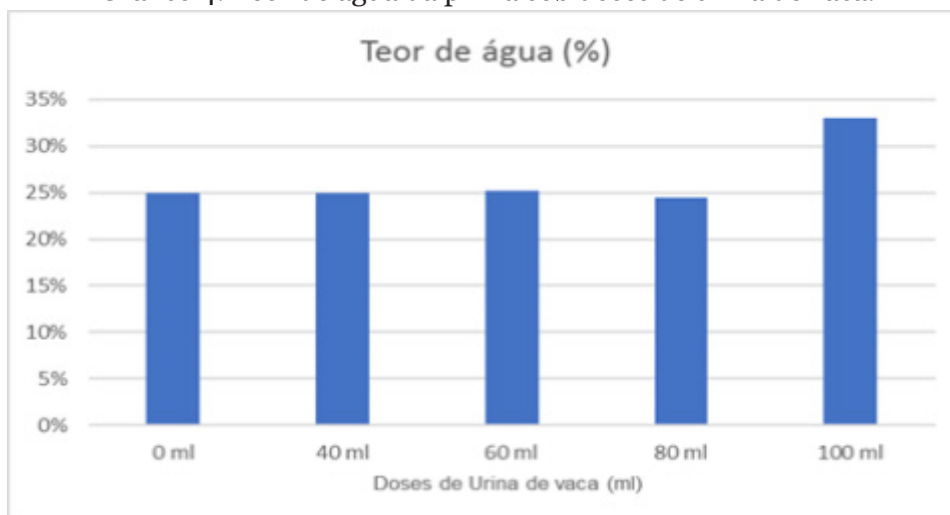
Gráfico 3. Efeito das dosagens de urina no peso seco da raiz, peso verde total e em relação à raiz e parte aérea da pinha.



Fonte: Próprio Autor (2024).

Resultados que são compatíveis com a pesquisa realizada por Cesar et al (2007), que na aplicação de urina de vaca sob a forma de fertilizante, promoveu estímulos ao desenvolvimento de mudas de pepino, referentes ao desenvolvimento do hipocótilo, área cotiledonar e biomassa seca. Foram observados também que a maior dose de urina de vaca (D5=100ml), proporcionou de forma significativa o aumento do teor de água da planta da pinha, como mostra no gráfico 4.

Gráfico 4. Teor de água da pinha sob doses de urina de vaca.



Fonte: Próprio Autor (2024).

5. CONCLUSÕES

Portanto, de acordo com as avaliações estudadas, percebemos os benefícios da utilização da urina de vaca em prol de tratamentos de quebra de dormência quanto para o seu processo de germinação, devido aos nutrientes que contém.

Os tratamentos para superar a dormência que obtém doses de urina estimulam a germinação com mais eficiência e maior desenvolvimento, enquanto sua aplicação como um fertilizante orgânico beneficia na produção de mudas de qualidade. Os resultados expressam a qualidade e potencialidade da urina bovina que se encontra na maior parte de propriedades rurais, que ampara o manuseamento orgânico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. F.; VÉRAS, M. L. M.; ARAÚJO, D. L.; MELO FILHO, J. S.; ANDRADE, R.; Aplicação de fertilizante orgânico em plantas de pinha (*Annona squamosa* L.) Em função de substratos orgânicos. **Nupeat-IESA-UFG**, Paraíba, CE, v.5, n.2, p.141-154, Artigo 108, Jul/Dez, 2015.

ARAÚJO, J. F.; ALVES, A. A. C. Instruções técnicas para o cultivo da pinha (*Annona squamosa* L), **EBDA Circular técnica**, n.7, p.44, Salvador, EBDA, 1999.

BRAGA SOBRINHO, R.; MESQUITA, A. L. M.; HAWERROTH, F. J. Manejo integrado de pragas na cultura da ata. **Embrapa Agroindústria Tropical**, Fortaleza, 25p, 2012. (Documento, 153).

BRAGA SOBRINHO, R; Produção Integrada de *Annonaceae* no Brasil. **Embrapa Cerrados**, Fortaleza, Ceará, v. 36, edição especial, p. 102-107, fev. 2014.

CESAR, M. N. Z.; PAULA, P. D. de; POLIDORO, J. C.; RIBEIRO, R. de L. D. & PADOVAN, M. P. Efeito estimulante da urina de vaca sobre o crescimento de mudas de pepino, cultivadas sob manejo orgânico. **Ensaios e Ciência, Campo Grande**, v. 11, n. 1, p.67- 71, 2007.

CORDEIRO, M. C. R.; PINTO, A. C. Q.; RAMOS, V. H. V.; Cultivo da pinha, Fruta-do-conde ou Ata no Brasil. **Embrapa Cerrados**, Planaltina, DF, v.1, n.9, p.1-52, jul.2000.

COSTA JUNIOR, RÔMULO GONÇALVES; PALHANO, VINICIUS DE OLIVEIRA; MATOS, FLÁVIA ARAÚJO; NASCIMENTO, JACKELINE MATOS; GORDIN, CAROLINE LIBONATO; HEID, DIEGO MENANI. Efeito da Urina de Vaca Sobre o Desenvolvimento de Sementes de Girassol (*Helianthus*

annuus L.). **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 9, n. 4, fev. 2015. ISSN2236-7934. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/16402>. Acesso em: 15 fev. 2021.

DIAS, N. O.; MATSUMOTO S. N.; REBOUÇAS, T. N. H.; VIANA, A. E. S.; SÃO JOSÉ, A.R.; SOUZA I. V.B. Influência da poda de produção em ramos de diferentes diâmetros no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, n. 25, v.1, p. 100-103, 2003.

DONADIO, L. T. Situação atual e perspectiva das *Anonáceas*. In: SÃO JOSÉ, A.R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas: mercado** (pinha, graviola, atemóia e cherimólia). Vitória da Conquista, UESB, p. 7-19, 1997.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Urina de vaca: alternativa eficiente e barata. Niterói: **PESAGRO** – Rio de Janeiro, 2001. 8 p. (Documentos, 68).

FERREIRA, T. C.; LIRA, E. H. A. L.; SOUZA, J. T. A.; OLIVEIRA, S. J. C. Fitomassa Epígea e hipógea de mudas de mamoneira (*Ricinus communis* L.) sob diferentes dosagens de manipueira. In: IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas. **Anais...** Campina Grande, 2010.

GAMA, F.; MANICA, I. Propagação. In: Manica, I. **Cultivo das Anonáceas: Ata**, Cherimólia, Graviola. Porto Alegre: EVANGRAF, p. 30-37. 1994.

KAVATI, R. O; Cultivo de atemóia. In: DONADIO, L. C.; MARTINS, A. B. G.; VALENTE, J. P. Fruticultura tropical. Jaboticabal, FUNEP, p. 39 – 70, 1992.

KESKE, Cláudio; HORMANN, Eliane; VIEIRA, Josué Andreas; HELMANN, Rodrigo; FOSTER, Marcelo. **Quebra de dormência de gemas em pessegueiro com produtos alternativos no Alto Vale do Itajaí**. Anais da XI Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI), Santa Catarina, v.1, n.11, pág.1-5, Dezembro de 2019.

LEMOS, E. E. P; CAVALCANTE, R. L. R. R; CARRAZONE, A. A; LOBO, T. M. L;

Germinação de sementes de pinha submetidas a tratamentos para quebra de dormência. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, Campinas, 1987, **Anais...** SBF.2:675-678.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALACARDE, J. C.; **Adubos & adubações**: adubos minerais e orgânicos, interpretação da análise do solo. São Paulo: Nobel, p.200, 2002.

MANICA, I. 1997. Taxonomia, Morfologia e Anatomia In: SÃO JOSÉ, R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas: Produção e Mercado** (Pinha, Graviola, Atemóia e Cherimólia). Vitória da Conquista- BA: DFZ/UESB. p. 20-31.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. (2017). Fundamentos de metodologia científica. 8. Ed, São Paulo: Atlas. Recuperado de: <https://docero.com.br/doc/voce1c>. Acesso em: 07 de dezembro de 2020.

OLIVEIRA, K. S.; OLIVEIRA, K. S.; ALOUFA, M. A. I. Influência de substratos na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan em condições de casa de vegetação. Revista Árvore, Viçosa, v.36, n.6, p.1073-1078, 2012.

PAULA, A. C.; BARBOSA, L. O.; LIMA, R.; SILVA, M. J. R.; MARINI, F. S.; Efeito da

concentração de urina de vaca como bioestimulante na germinação e vigor de sementes de milho branco. **Caderno de Agroecologia**, v.8, n.2, p.1-5, 2013.

PEREIRA, M. C. T.; NIETSCHE, S.; COSTA, M. R.; CRANE, J. H.; CORSATO, C. D. A.; MIZOBUTSI, E. H.; *Anonáceas: pinha, atemoia e graviola*, **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v.32, n.264, v.264, p.1-9, 2011.

PESAGRO. Urina de vaca: alternativa eficiente e barata. Niterói, p.8, 2001. (PESAGRO, Documento, 68).

PINTO, A. C. Q; SILVA, E. M; A cultura da Graviola. **Embrapa Cerrados**. Brasília, DF, v.31, p.1-106,1995.

RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; RUFINI, J. C. M. Produção de mudas de plantas frutíferas por semente. **Informe Agropecuário**, Minas Gerais, v.23, n.216, p.64-72, 2002.

SILVA, I. S.; SILVA, A. S.; MOREIRA, J. P. S.; **Avaliação de quebra de dormência em sementes de graviola utilizando urina de vaca**. 2018. 18f. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Meio Ambiente) – Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Ceres, GO, 2018.

STENZEL, N. M. C. Superação da dormência em sementes de atemoia e fruta-do-conde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.2, p.305-308, 2003.

TLUMASKI, L.; BORSZOWSKI, P. R.; MILLÉO, R. D. S.; AHRENS, D. C. Alternativas ecológicas para o enraizamento de estacas de videira (*Vitis labrusca* L.) cv. Bordô. **Caderno de Agroecologia**, v.6, p.1-5, 2009.

VÉRAS, M. L. M.; ALVES, L. de S.; ARAÚJO, D. L. de; ANDRADE, A. F. de; ANDRADE, R. Crescimento inicial da alface sob fertilização orgânica e volumes de húmus de minhoca. **Revista Verde (Pombal – PB)**, v. 9, n. 2, p. 333-339, Abr – Jun, 2014.

Índice

A

Achatina fulica 97
ácido hipocloroso 103
adsorção 162
Agrofloresta 9
Água 183
Álbum de Figurinhas 35
ambientais 88, 92
ambiental 117, 122
ambiente escolar 89
anólito 103
Aplicação 68
aprendizado 35
arboviroses 29, 33
Arboviroses 29
áreas degradadas 46
Atividade Científica 18
atividade lúdica 34
atividades lúdicas 34, 35
Atuação Científica 19

B

biocombustíveis 89
Biocombustível 15, 113, 125
biodiesel 87, 89, 117, 125, 205
Biodiesel 15, 86
Biogás 132
Bioplásticos 178

C

carvão ativado em pó. 162
Ciclo dos Alimentos 178
ciências ambientais 103
Ciências Ambientais 250
coleta seletiva 113
comunidade 46, 89
conscientização ambiental 87
conservação ambiental 45
Conservação Ambiental 223
Construção Civil 68
Consumo humano 198
crescimento econômico 55
Curricularização da Extensão 235

D

desafios curriculares 121
Desenvolvimento de Fármacos 138
Desenvolvimento de produtos 55
Desenvolvimento Sustentável 55
Dióxido de carbono 216
Divulgação científica 18
Doenças 257

E

ecológicos 122
economia circular 55, 87
Economia Circular 113
Economia Circular. 125
educação 32, 90, 92
Educação 231
educação ambiental 30, 46, 90, 93, 103, 121
Educação ambiental 86, 92, 159
Educação Ambiental 9, 15, 32, 33, 44, 86, 104, 113, 117, 125
Educação Científica 204
educativo 35
educativos 35
Eletromagnetismo 24
Enchente 159
engenharia 154
Engenharia Civil 235
engenharia verde 55
Ensino de Física 24
Escola Pública 204
esgoto sanitário 132
Espaços não formais. 92
Espectrometria 183
Extensão 145

F

ferramentas educacionais 154
formação cidadã 121
Fungo 257

G

gerenciamento 49
Grafeno 216

H

habilidades 154
Hormônios 183

I

Impacto ambiental 97

Inovação 235
interdisciplinaridade 89
Interdisciplinaridade 223
Inundações urbanas 250

J

jogos 30, 35
Jogos Educativos 29

L

licenciamento ambiental 49
Lodo ativado 162
ludicidade 34
Ludicidade 29

M

marco regulatório 132
materiais didáticos 34
Matriz SWOT 77
mecanismo de reação 227
meio ambiente 55, 121
Meio ambiente 138
Metodologias ativas 145
Mídias Sociais 18, 19
Monitoramento 183
Municípios 231

N

nutrição 211
Nutrição alternativa 41

O

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 9
ODS 9, 87, 88, 104, 114, 154
oficinas 89
óleo 125, 224
óleo residual 87, 88, 89, 113
Óleo Residual 87

P

PANC 41, 42, 46
PANCs 42
PGRS 50
Pinha 273
Planejamento Urbano 250
Plantas alimentícias não convencionais 41
Pneus 77

Políticas públicas 92
Poluentes 183
Popularização da Ciência 18
Práticas 15
práticas sustentáveis 90
Projeto Agente Mirim 34

Q

Qualidade da Água 198
quantificação analítica 227
Quebra de dormência 273
Química 145
Química Computacional 138

R

reaproveitamento 55
reciclagem 55, 87, 88, 89, 90
Reciclagem 77
recicláveis 49
recursos lúdicos 35
recursos naturais 56
reflorestamento 46
resíduos 49, 50, 52, 55, 88
Resíduos 113
Resíduos Orgânicos 178
resíduos recicláveis 52
RPPN 45, 46

S

saudável 42
Saúde Pública 97
Simulações computacionais 216
síntese orgânica 227
sucos 211
Sculenta 257
supermercado 50, 52
Supermercado 198
supermercados 49
sustentabilidade 16, 46, 55, 56, 57, 92, 103, 211
Sustentabilidade 24, 44, 55, 86, 104, 125, 231
Sustentabilidade, 113
Sustentabilidade alimentar 41
sustentáveis 104
sustentável 26, 42

T

Tecnologias Ambientais 223
transformador 25

U

Urina de vaca 273

V

Vale Verdejante 44, 45

vegetação nativa 46

Viabilidade econômica 68

Vulnerabilidade Social 159

ORGANIZADOR



Sandro Pereira Ribeiro possui graduação em Licenciatura Química e Química Industrial pela Universidade de Vassouras – RJ é Mestre em Química pelo Instituto Militar de Engenharia - IME – RJ, Doutor e Pós doutor em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF – MG. Exerce a função de Professor dos cursos de Engenharia Química e do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade de Vassouras- RJ e atua como Supervisor de Estágio do curso de Engenharia Química. Faz parte do Núcleo Docente Estruturante - NDE da Engenharia Química da Universidade de Vassouras- RJ é Professor de Química da Secretaria Estadual de Educação- SEEDUC- RJ e Coordena grupo de pesquisa BIOVAS-SOURAS da Universidade de Vassouras- RJ cadastrado no diretório de grupo da CNPq.



UNIVASSOURAS