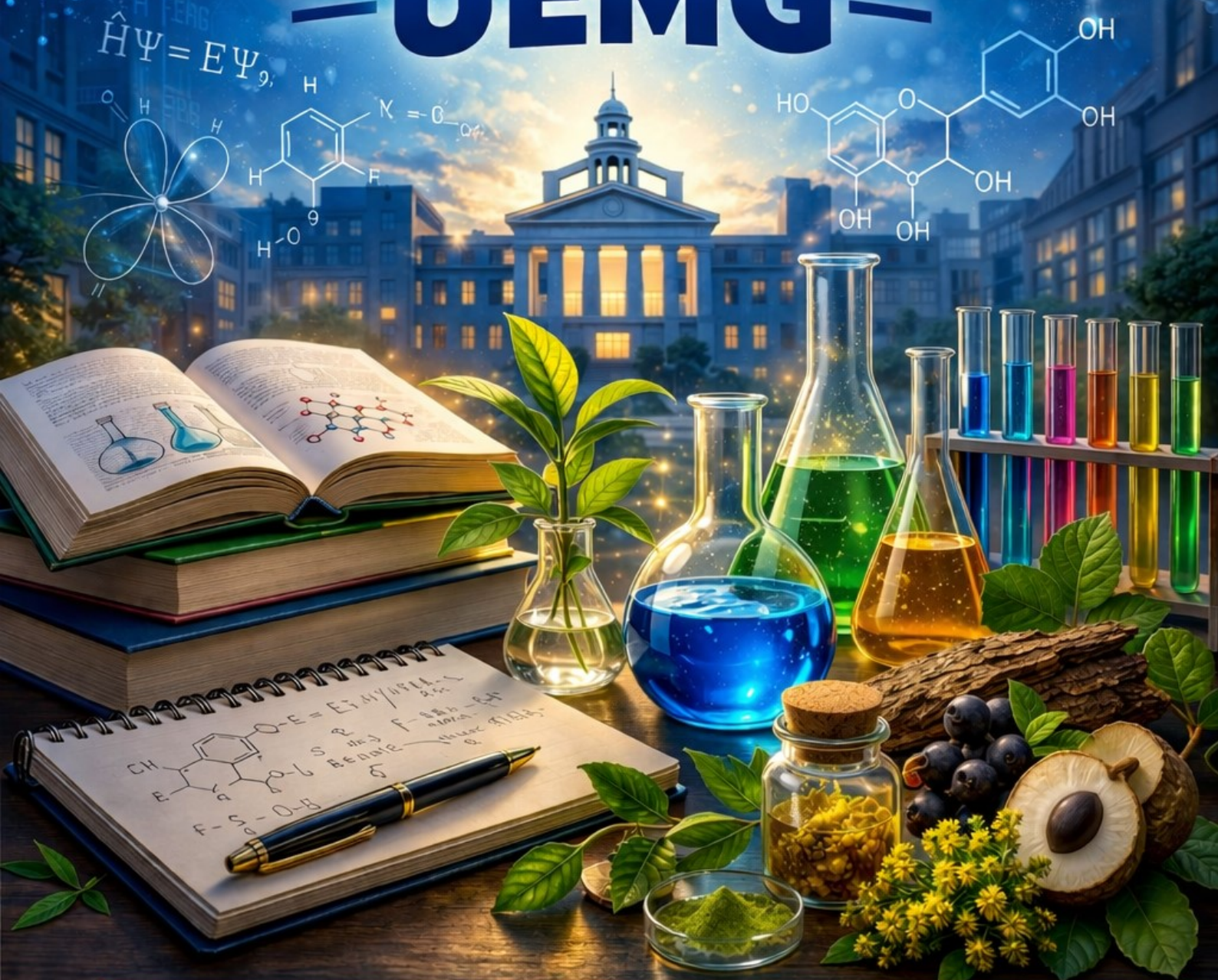


Edição Especial

REVISTA

INTERCURSOS

SEMANA DA QUÍMICA — UEMG —



CIÊNCIA, TECNOLOGIA E FUTURO

INTERCURSOS - REVISTA CIENTÍFICA

Intercursos, v. 25, Edição Especial – 1, 2026 – ISSN 2179-9059

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) - Unidade Ituiutaba.
Periodicidade Semestral.

ISSN Nº 2179-9059
CDD: 011.34

XXV SEMANA DA QUÍMICA

João Paulo Trevizan Baú

*Bacharel, Licenciado, Mestre e Doutor em Química pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Professor da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Unidade Acadêmica de Ituiutaba.*

Eveline Soares Costa

Bacharel em Química e Mestre pela Universidade de Franca e Doutora pela Universidade Federal de São Carlos. Professora da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Unidade Acadêmica de Ituiutaba.

Rafael de Oliveira Pedro

*Bacharel e Mestre em Química pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (IBILCE/UNESP). Doutor em Química pela Universidade de São Paulo (IQSC/USP).
Professor da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Unidade Acadêmica de Ituiutaba.*

Apresentamos o Volume nº 25, primeira edição especial da *Intercursos Revista Científica* de 2026, que reúne os Resumos Expandidos dos trabalhos apresentados na XXV Semana da Química. Este evento, organizado pelo curso de Química da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Unidade Acadêmica de Ituiutaba, é um marco que celebra 25 anos do curso com a habilitação em Licenciatura em Química, e promove a nova habilitação, o Bacharelado em Química Tecnológica e Industrial.

Esta edição especial inclui vinte e quatro produções científicas divididas e organizadas em seis áreas temáticas relacionadas à Química. Apresentam-se seis resumos expandidos para a Educação Básica, quatro para a área de Tecnologias Educacionais, dois em Extensão Universitária, um trabalho de Química Teórica, oito trabalhos de Química dos Recursos Naturais e três de Saúde e Segurança Ocupacional.

A diversidade de áreas temáticas desta edição especial está em sintonia com a natureza plural da Química. Trata-se de uma ciência que, além de lidar com as propriedades e transformações da matéria, dialoga com as demais áreas do vasto conhecimento humano. Compreender a Química requer abstração das ideias, formalismo matemático e aplicação social. Nesta edição especial, são apresentados desde trabalhos com novas formas e perspectivas de se ensinar Ciências, abrangendo não somente a Química mas as Ciências Biológicas, a Física e a

Geografia, até um análise perfil dos professores de Química e dos alunos na Educação Básica.

Na sequência, a área temática de Tecnologias Educacionais reúne quatro trabalhos que exploram o uso de aplicativos e ferramentas digitais. O primeiro sobre um aplicativo de celular para medir concentrações de soluções, os usos dos aplicativos *LabPlot* e *ACD/Chemsket®* para análise gráfica e de moléculas em aulas de química. Além de uma discussão acerca das inteligências artificiais generativas no processo de ensino-aprendizagem na área de Física.

Dois trabalhos de Extensão Universitária apresentam experiências de formação prática e divulgação científica. São apresentadas uma oficina didática no preparo de produtos de higiene e beleza, e as ações extensionistas promovidas de forma digital pela página do curso de Química nas redes sociais. A presente edição inclui ainda um trabalho sobre a determinação da energia de orbitais moleculares do benzeno, dentro da área temática de Química Teórica.

Em seguida, têm-se oito trabalhos de Química dos Recursos Naturais, ou seja, investigações das propriedades químicas e possibilidades que os recursos naturais podem oferecer. Inicia-se com o potencial adsorvente da biomassa de capiaçu para remediação ambiental, o desenvolvimento de um bioestimulante vegetal combinado ao óleo de neem, investigação dos compostos da *garcinia gardneriana*, a bacupari, a avaliação do efeito de filmes comestíveis de quitosana-curcumina em morangos, o uso do mel na carbonatação de cervejas artesanais, a análise do carvão ativo na produção de tomate cereja, o uso de biofilmes na preservação pós-colheita de mangas palmer, análise comparativa dos óleos de Buriti artesanal e refinado na formulação da pomada "Vó Sinhaninha", à base da planta *Cannabis sativa*.

A edição especial encerra-se com três trabalhos na área temática de Saúde e Segurança Ocupacional, sobre a detecção de cobre nos resíduos laboratoriais, a gestão e segurança de almoxarifado de produtos químicos em laboratórios, e o impacto dos níveis de ruído em atividades agrícolas na saúde ocupacional de operadores de máquinas.

Pontua-se que os trabalhos são frutos de diversas atividades como projetos de pesquisa, extensão, iniciação científica, e práticas pedagógicas, coordenadas por

docentes e profissionais da UEMG e demais instituições, reforçando a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.

Sendo assim, a UEMG, por meio de sua Unidade Acadêmica de Ituiutaba, reafirma seu perfil de universidade pública voltada para uma educação de qualidade, excelência científica e extensionista, e à formação de profissionais comprometidos com o desenvolvimento da região do Triângulo Mineiro.

A comissão organizadora agradece a todas as pessoas, instituições parceiras e apoiadores que contribuíram para a realização da XXV Semana da Química. Agradecemos às agências de fomento, à direção da Unidade Acadêmica de Ituiutaba e, especialmente, aos estudantes, professores e técnicos administrativos, cujos trabalhos dão corpo a esta edição especial da *Intercursos Revista Científica*.

Desejamos a todos e todas uma excelente leitura.

A CIÊNCIA DA HIGIENIZAÇÃO DAS MÃOS: APRENDENDO COM EXPERIMENTAÇÃO

**KAREN ARAÚJO BORGES, BRUNA CLÁUDIA LOURENÇÃO, LARISSA
PEREIRA. CAETANO, LUZ CLARITA RODRIGUES BORGES**

Palavras-chave: Higiene pessoal; alfabetização científica; ação extensionista;

INTRODUÇÃO

A higienização correta das mãos é reconhecida como uma das medidas mais eficazes e acessíveis para a prevenção de doenças infecciosas e promoção da saúde, especialmente em ambientes coletivos como escolas e creches. Na primeira infância, o desenvolvimento de hábitos de higiene ainda está em construção, o que torna essencial a inserção de práticas educativas lúdicas e científicas que sensibilizem as crianças sobre a importância desse cuidado diário (Delizoicov, 2018). Nesse contexto, uma ação extensionista foi desenvolvida afim de promover a alfabetização científica de maneira simples e interativa, utilizando experimentos de química, adaptados à educação infantil, estimulando a curiosidade, o senso crítico e a autonomia no cuidado com a saúde (Baú, 2025).

MATERIAL E MÉTODOS

A atividade foi desenvolvida em duas diferentes escolas, Escola Rosa Tahan e Creche Lar Espírita Maria José Frattari, ambas da cidade de Ituiutaba - MG. Na Escola Rosa Tahan, trabalhou-se com as crianças do 1º ano do ensino fundamental, de 7 a 8 anos, e na escola Maria José Frattari, com o maternal III, crianças de 3 a 4 anos.

O tema da atividade foi a higiene das mãos. Para a atividade foi preparada uma história sobre um herói da higiene que resolveu explicar para as crianças qual a importância de lavar as mãos corretamente e como esta lavagem deve ser feita. Durante a história foram inseridos 4 experimentos que demonstram na prática a importância da lavagem das mãos.

Antes do início dos experimentos, realizou-se, com os alunos do 1º ano, uma breve atividade diagnóstica sobre higiene das mãos. Cada estudante recebeu uma plaquinha com as opções "verdadeiro" ou "falso" para responder às perguntas propostas. A mesma dinâmica foi aplicada depois da atividade, possibilitando avaliar o conhecimento prévio e o aprendizado adquirido pelos alunos.

Experimento 1, neste experimento foi adicionado glitter, que representou os germes, dentro de um prato pequeno. Em seguida um aluno colocou as mãos no glitter e deu as mãos para outro amigo, que deu a mão para um outro e este para mais um.

No experimento 2, colocou-se orégano representando os germes na superfície de um volume pequeno de água contida em um pote. Um aluno mergulhou o dedo sujo e depois o dedo contendo sabonete líquido.

Para o experimento 3, sujou-se as mãos de um aluno com óleo e canela e fez a tentativa de lavar apenas com água e depois utilizando um sabonete líquido.

No último experimento, vendou-se um aluno, colocou-se em suas mãos guache, simulando um sabão e pediu-se para que ele fizesse os movimentos de lavar as mãos.

Em seguida, apresentou-se um cartaz contendo os movimentos corretos para a lavagem das mãos e os alunos foram repetindo junto aos professores os movimentos corretos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi importante fazer uma breve explicação do quem eram os germes, os seres invisíveis que fizeram parte de toda a história narrada. Observou-se que esta nomenclatura era conhecida por grande parte dos alunos tanto do 1º ano quanto do maternal.

Na primeira atividade, de perguntas, realizada apenas com os alunos do 1º ano, foi possível observar que, de forma geral, os alunos tinham um conhecimento de como lavar as mãos, porém não era muito claro para todos a importância de lavar as mãos antes ou após as diversas atividades do cotidiano, como, após ir ao banheiro ou antes de comer. Além disso, alguns consideraram verdadeira a afirmação *“Só água é suficiente para limpar bem as mãos”*, o que revelou a ideia de que o uso do sabão não era sempre necessário.

A história iniciou-se e no experimento 1 (Figura 1), os alunos, em geral, apresentaram certa surpresa ao verificarem que as mãos de todas as crianças que tocaram nas mãos do aluno com glitter (que simulava os germes) ficaram brilhantes demonstrando que os germes se espalham facilmente.

Figura 01 – Fotos retiradas durante o experimento 1, com os alunos do 1º ano (à esquerda) e com os alunos do maternal (à direita)



Fonte: Arquivo dos autores, 2025.

A combinação do caráter lúdico com o experimento científico favoreceu a compreensão dos alunos sobre a importância do sabão na higiene das mãos. No experimento 2 (Figura 2), o efeito do dedo com sabão dispersando o orégano, que representava os germes, tornou visível o que antes era apenas abstrato, permitindo que assimilassem melhor a necessidade do uso do sabão. As reações de surpresa confirmaram esse aprendizado: *“Olha! O sabão afasta os germes, que legal!”*

Figura 02. Fotos retirada durante o experimento 2, com os alunos do 1º ano (foto 1 e 2) e com os alunos do maternal (foto 3)



Fonte: Arquivo dos autores, 2025.

O experimento 3 demonstrou que apenas água não é suficiente para lavar as mãos, já que não foi possível retirar das mãos o óleo e a canela que foi colocada para simular a sujeira. E isso ajudou os alunos a entenderem também a importância do sabão na lavagem.

No último experimento, quando o aluno fez os movimentos de lavagem com o guache (que simulou o sabão), figura 03, foi possível visualizar que muitas partes da mão ficaram sem sabão. Isso demonstrou aos alunos que há movimentos corretos para serem realizados na lavagem das mãos e que eles geralmente lavam as mãos correndo sem se atentar de que é preciso passar sabão em todas as partes da mão, dedos, palma da mão, dorso e punhos.

Figura 03. Fotos retirada durante o experimento 4, com os alunos do 1º ano (foto 1 e 2) e com os alunos do maternal (foto 3)



Fonte: Arquivo dos autores, 2025.

Ao final, todos repetiram os movimentos corretos para uma lavagem eficaz (Figura 4), e uma música foi utilizada como recurso lúdico para encerrar a atividade (Figura 5). Essa estratégia contribuiu para que os alunos assimilassem de forma mais duradoura etapas importantes, como esfregar os punhos e as unhas durante a higienização.

Figura 04. Fotos retiradas durante as apresentações da forma correta de lavar as mãos. 1º ano (esq.) e maternal (dir.).



Fonte: Arquivo dos autores, 2025.

Figura 05. Foto da música apresentada aos alunos.



Fonte: Arquivo dos autores, 2025.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final da atividade os alunos puderam reconhecer a importância da higienização das mãos como prática essencial de cuidado com a saúde e prevenção de doenças. Perceberam, de forma concreta e visual, que a água sozinha não é suficiente para remover a sujeira e que o uso do sabão é indispensável. Identificaram, por meio dos experimentos lúdicos, como os “germes” podem se espalhar facilmente pelo contato e como podem ser eliminados com a lavagem correta. Além disso, a atividade estimulou a curiosidade e o senso de observação, por meio da participação ativa nos experimentos e da interação com a narrativa.

AGRADECIMENTOS

PAEx; Escola Municipal Rosa Tahan; Creche Lar Espírita Maria José Frattari.

REFERÊNCIAS

BAÚ, João Paulo Trevizan (Org.). **Projetos integradores em química**: ensino, pesquisa e extensão na UEMG-Ituiutaba. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2025. 144 p. ISBN 978-65-258-3566-2. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.662252108>

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

AUTORES

Karen Araújo Borges, Docente da UEMG Ituiutaba. Bacharel, licenciada e Doutora em Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Mestrado na mesma instituição na área de Química Orgânica. E-mail: karen.borges@uemg.br

Bruna Cláudia Lourenção, Docente da UEMG Ituiutaba. Licenciada e Doutora em Química Analítica pela Universidade Federal de São Carlos e mestre pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo. E-mail: bruna.lourencao@uemg.br.

Larissa Pereira Caetano, Docente da UEMG Ituiutaba. Bacharel em Biotecnologia e Mestre em Genética e Bioquímica pela Universidade Federal de Uberlândia. Doutoranda em Bioquímica pelo Instituto de Biotecnologia da UFU. E-mail: larissa.caetano@uemg.br.

Luz Clarita Rodrigues Borges, Aluna do Curso de Licenciatura em Química da UEMG Ituiutaba. Email:luz241158999@discente.uemg.br

CLASSIFICAÇÃO DOS SERES VIVOS: UMA PROPOSTA DE AULA EXPERIMENTAL NO CONTEXTO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

KAREN ARAÚJO BORGES, BRUNA CLÁUDIA LOURENÇÃO, LARISSA
PEREIRA CAETANO, LUZ CLARITA RODRIGUES BORGES, MILENA
ABADIA DE SOUSA ALVES

Palavras-chave: classificação biológica; ensino de ciências; ensino fundamental; atividades experimentais.

INTRODUÇÃO

A alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental é fundamental para despertar a curiosidade, desenvolver o pensamento crítico e proporcionar a compreensão dos fenômenos naturais (CACHAPUZ et al., 2011). Nesse sentido, o projeto “*O Laboratório Móvel como Recurso na Formação dos Professores e na Alfabetização Científica nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental*” busca inserir práticas experimentais lúdicas que aproximam a ciência do cotidiano escolar (BORGES; LOURENÇÃO, 2025).

Na Escola Municipal Rosa Tahan, há disponível o Laboratório Móvel da marca Autolabor, porém, esse recurso tem sido subutilizado, em grande parte pela falta de preparo ou de confiança dos professores em sua utilização. As práticas desenvolvidas no âmbito do projeto procuram superar essa limitação, ao mostrar que os materiais já disponíveis são acessíveis e podem ser facilmente inseridos nas rotinas escolares. Além disso, os roteiros das atividades são repassados aos docentes, de modo que possam replicá-las futuramente, contribuindo tanto para a formação científica dos estudantes quanto para o fortalecimento da prática pedagógica dos professores.

A atividade sobre a classificação dos seres vivos foi planejada de acordo com as competências e habilidades da BNCC para Ciências da Natureza nos anos iniciais, tais como: *compreender a diversidade dos seres vivos, reconhecer critérios de classificação, desenvolver a capacidade de observação, comparação e argumentação, além de estimular a cooperação e o trabalho em grupo*. Ressalta-se que toda a prática foi realizada utilizando

recursos do Laboratório Móvel, evidenciando seu potencial como ferramenta didática no processo de ensino-aprendizagem.

MATERIAL E MÉTODOS

A atividade foi realizada na Escola Municipal Rosa Tahan, com alunos do 3º ano do ensino fundamental, e teve duração aproximada de 60 minutos. Foram utilizados materiais do Laboratório Móvel, incluindo cartas ilustrativas de diferentes seres vivos e fichas com categorias de classificação. A aula foi organizada em três momentos:

1. **Introdução** – diálogo inicial sobre a variedade de seres vivos e a importância da classificação.
2. **Atividade em grupo** – os estudantes elaboraram critérios próprios de classificação e, em seguida, organizaram os seres vivos segundo categorias científicas: animais vertebrados, animais invertebrados, plantas, fungos e seres microscópicos.
3. **Atividade lúdica** – o jogo “*Adivinhe o ser vivo!*”, no qual os alunos identificaram seres a partir de dicas progressivas, como: “*Tenho coluna vertebral e caminho em duas pernas*” (homem) ou “*Sou um peixe, mas meu esqueleto é feito de cartilagem*” (tubarão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os alunos participaram de forma ativa e demonstraram entusiasmo nas atividades propostas. A etapa de classificação livre revelou critérios criativos, que foram confrontados e refinados ao longo da aula mediante as categorias científicas. Na Figura 1, observa-se a interação dos grupos durante a criação dos próprios critérios de classificação, evidenciando o engajamento e a troca de ideias.

Algumas dificuldades surgiram durante a atividade. Destaca-se a indecisão de parte dos alunos ao classificar o chuchu como planta, possivelmente por associarem o termo “planta” apenas a árvores ou flores mais conhecidas. Outra dificuldade observada ocorreu na tentativa de estabelecer um critério de semelhança entre o homem e os demais animais: muitos grupos optaram por colocar o homem e o macaco em uma categoria à parte, demonstrando concepções iniciais sobre a relação entre espécies.

Figura 1 – Estudantes do 3º ano elaborando critérios próprios de classificação dos seres vivos durante a atividade em grupo.



Fonte: Arquivo dos autores, 2025.

A Figura 2 mostra o momento de socialização dos critérios de classificação, em que os alunos puderam comparar suas próprias ideias com a categorização científica. Esse processo de confronto entre saberes prévios e o conhecimento científico contribuiu para superar limitações conceituais, fortalecendo a aprendizagem significativa e reforçando o papel do Laboratório Móvel como recurso pedagógico acessível e efetivo.

Figura 2 – Socialização dos critérios de classificação e comparação com as categorias científicas propostas.



Fonte: Arquivo dos autores, 2025.

O jogo final permitiu consolidar o aprendizado, favorecendo a fixação de conceitos por meio de um recurso lúdico. Como ilustrado na Figura 3, a dinâmica “Adivinhe o ser vivo!” estimulou a participação coletiva e o raciocínio rápido, tornando o processo de aprendizagem mais atrativo.

Figura 3 – Dinâmica “Adivinhe o ser vivo!”, utilizada para fixação dos conceitos de classificação biológica de forma lúdica.



Fonte: Arquivo dos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Laboratório Móvel mostrou-se uma ferramenta pedagógica útil para a inserção de atividades experimentais em escolas que não dispõem de estrutura de laboratório, ampliando as possibilidades de ensino de Ciências nos anos iniciais. No entanto, destaca-se que a atividade proposta neste trabalho pode ser facilmente replicada em qualquer contexto escolar, uma vez que exige apenas cartas ilustrativas de seres vivos distintos, que podem ser impressas com facilidade. Assim, a proposta favorece tanto o desenvolvimento conceitual quanto o estímulo à curiosidade e ao raciocínio científico, reforçando a importância de metodologias acessíveis e lúdicas para o processo de alfabetização científica.

AGRADECIMENTOS

PAEx; Escola Municipal Rosa Tahan.

REFERÊNCIAS

BORGES, K. A.; LOURENÇÃO, B. C. Ensino de Química com o Laboratório Móvel: experiências com o 5º ano do Ensino Fundamental. In: BAÚ, J. P. T. (org.). **Projetos integradores em química: ensino, pesquisa e extensão na UEMG-Ituiutaba**. Ponta Grossa: Atena, 2025. p. 131-143. Disponível em: <https://doi.org/10.22533/at.ed.6622521088>.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. A **necessária renovação do Ensino das Ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011. ISBN 85-249-1114-X.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 5. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2018. ISBN 978-85-249-2635-8.

AUTORES

Karen Araújo Borges, Docente da UEMG Ituiutaba. Bacharel, licenciada e Doutora em Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Mestrado na mesma instituição na área de Química Orgânica. E-mail: karen.borges@uemg.br

Bruna Cláudia Lourenção, Docente da UEMG Ituiutaba. Licenciada e Doutora em Química Analítica pela Universidade Federal de São Carlos e mestre pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo. E-mail: bruna.lourencao@uemg.br.

Milena Abadia de Sousa Alves, Docente da UEMG Ituiutaba. Licenciada em Geografia e Mestre em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia, Doutoranda em Geografia pela mesma universidade. Licenciada em Pedagogia pela Universidade de Uberaba. E-mail: milena.sousa@uemg.br.

Larissa Pereira Caetano, Docente da UEMG Ituiutaba. Bacharel em Biotecnologia e Mestre em Genética e Bioquímica pela Universidade Federal de Uberlândia. Doutoranda em Bioquímica pelo Instituto de Biotecnologia da UFU. E-mail: larissa.caetano@uemg.br.

Luz Clarita Rodrigues Borges, Discente graduando do curso de Licenciatura em Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba).

Email: luz241158999@discente.uemg.br

FOTOSSÍNTESE: UMA AULA DE CIÊNCIAS EXPERIMENTAL E LÚDICA NO 2º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

**LARISSA PEREIRA CAETANO, KAREN ARAÚJO BORGES, BRUNA
CLÁUDIA LOURENÇÃO, LUZ CLARITA RODRIGUES BORGES**

Palavras-chave: Fotossíntese; ensino de ciências; aprendizagem lúdica; alfabetização científica.

INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências no Ensino Fundamental tem um papel central na formação cidadã, uma vez que possibilita às crianças compreenderem os fenômenos naturais e desenvolverem habilidades de observação, investigação e pensamento crítico. Nos anos iniciais, o desafio dos professores é tornar acessíveis conceitos que, muitas vezes, são abstratos para a faixa etária, como o funcionamento dos ecossistemas e processos biológicos fundamentais, a exemplo da fotossíntese (Portes, 2019). Para isso, a utilização de recursos lúdicos e atividades experimentais tem se mostrado uma estratégia eficaz para despertar o interesse e favorecer a construção do conhecimento (Delizoicov et al. 2018).

A fotossíntese é um processo essencial para a manutenção da vida na Terra, pois permite às plantas produzirem seu próprio alimento e liberarem oxigênio, fundamental para os organismos não fotossintetizantes (Portes, 2018). Este trabalho apresenta uma experiência didática vinculada ao projeto de extensão “O Laboratório Móvel como Recurso na Formação de Professores e na Alfabetização Científica nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental”, realizada com uma turma do 2º ano da Escola Municipal Rosa Tahan, em Ituiutaba-MG. A proposta teve como objetivo promover a compreensão da importância da luz solar, da água e dos gases envolvidos na fotossíntese, além de possibilitar o reconhecimento das partes da planta relacionadas a esse processo e a reflexão sobre o impacto da fotossíntese para a manutenção do equilíbrio do ecossistema.

MATERIAL E MÉTODOS

A atividade foi dividida em três etapas. Na primeira, os alunos participaram de uma roda de conversa com perguntas norteadoras sobre respiração, plantas e fotossíntese, a fim de estimular a reflexão e seus conhecimentos prévios. Em seguida, os estudantes foram até a área verde da escola para coletar folhas e retornaram à sala de aula para realizarem um experimento prático. Os materiais utilizados na atividade foram: dois béqueres de 100 mL, uma proveta de 50 mL, uma colher (espátula), uma balança, bicarbonato de sódio. Cada grupo preparou duas soluções idênticas de bicarbonato de sódio em béqueres distintos, adicionando as folhas coletadas. Um dos recipientes foi revestido com papel alumínio e mantido no interior da sala, para simular o período noturno (ausência de luz) enquanto o outro foi colocado na área externa, sob exposição direta da luz solar durante 20 minutos.

Na segunda etapa, os grupos removeram o papel alumínio do béquer mantido no escuro e o compararam com aquele que havia sido exposto à luz solar. Posteriormente, os alunos foram convidados a relatar suas observações e participar de uma discussão coletiva sobre as diferenças identificadas entre os dois recipientes.

Na terceira etapa, a aprendizagem foi reforçada de maneira lúdica com a apresentação de uma paródia, de autoria das professoras, baseada na música infantil “Cabeça, ombro, joelho e pé”, adaptada para abordar os conceitos de fotossíntese.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os alunos participaram ativamente em todas as etapas da atividade, demonstrando interesse e entusiasmo. Durante a prática, os alunos puderam conhecer vários materiais do Laboratório Móvel e participaram ativamente de todo procedimento experimental (Figura 1). Essa experiência favoreceu a familiarização dos alunos com o ambiente experimental, despertando curiosidade e ampliando a compreensão sobre como a ciência é desenvolvida, contribuindo, assim, para a construção de uma alfabetização científica.

Figura 1 – Estudantes do 2º ano do Ensino Fundamental durante a prática experimental.



Fonte: Arquivo dos autores, 2025.

O resultado da prática, especialmente da segunda etapa, consistiu na comparação entre os béqueres mantidos em condições distintas: um exposto à luz solar e outro mantido no escuro, Figura 2. Os alunos observaram que as folhas expostas à radiação solar apresentavam bolhas, enquanto as mantidas no escuro não mostraram alterações significativas. Essa diferença permitiu aos estudantes compreender, de forma prática, a importância da luz para a realização da fotossíntese. As professoras conduziram a discussão, explicando que as bolhas representavam o oxigênio liberado pelas plantas durante o processo fotossintético.

Figura 2 – Resultado comparativo dos recipientes com incidência de luz solar x ausência de luz solar (escuro)



Fonte: Arquivo dos autores, 2025.

Por fim, com o objetivo de reforçar a compreensão da importância da fotossíntese para o desenvolvimento das plantas, foi apresentada a seguinte paródia elaborada pelas professoras responsáveis pela atividade.

Paródia: Fotossíntese

“A planta produz o próprio alimento, alimento! (2x)

Luz, água e o CO₂ vai precisar, para fotossintetizar!

A planta produz o próprio alimento, alimento! (2x)

O gás oxigênio ela vai liberar, para o açúcar fabricar!”

Figura 3 – Foto tirada durante a atividade lúdica - Paródia “Fotossíntese”



Fonte: Arquivo dos autores, 2025.

A atividade lúdica por meio da paródia mostrou-se eficaz na fixação dos conceitos, favorecendo a memorização de forma divertida e participativa. A proposta contribuiu para o entendimento da importância da fotossíntese e do papel das plantas para a vida na Terra, além de despertar nos alunos a percepção crítica sobre a relação entre ciência e cotidiano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência relatada demonstrou que a utilização de práticas experimentais e lúdicas constitui uma estratégia eficaz para o ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental. A atividade possibilitou que os alunos compreendessem, de forma concreta, a importância da luz, da água e dos gases envolvidos na fotossíntese, além de reconhecerem o papel das plantas na manutenção da vida no planeta.

Ressalta-se ainda que a integração entre a prática experimental e a paródia contribuiu para tornar o aprendizado mais dinâmico, visto que favoreceu a

memorização e o interesse dos estudantes, promovendo a alfabetização científica desde os primeiros anos escolares.

AGRADECIMENTOS

PAEx (01/2025); Escola Municipal Rosa Tahan.

REFERÊNCIAS

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

PORTES, Amanda Korres Côrtes. Ensino de ciências nas séries iniciais – Fotossíntese: dificuldades e erros. 2019. 20 f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências por Investigação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/33294/1/MONOGRAFIA%20PDF%20COMPLETA%2018-02-2020.pdf>. Acesso em: 27 set. 2025.

AUTORES

Karen Araújo Borges, Docente da UEMG Ituiutaba. Bacharel, licenciada e Doutora em Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Mestrado na mesma instituição na área de Química Orgânica. E-mail: karen.borges@uemg.br

Larissa Pereira Caetano, Docente da UEMG Ituiutaba. Bacharel em Biotecnologia e Mestre em Genética e Bioquímica pela Universidade Federal de Uberlândia. Doutoranda em Bioquímica pelo Instituto de Biotecnologia da UFU. E-mail: larissa.caetano@uemg.br.

Bruna Cláudia Lourenção, Docente da UEMG Ituiutaba. Licenciada e Doutora em Química Analítica pela Universidade Federal de São Carlos e mestre pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo. E-mail: bruna.lourencao@uemg.br.

Luz Clarita Rodrigues Borges, Discente graduanda do curso de Licenciatura em Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba).
Email: luz241158999@discente.uemg.br

O LABORATÓRIO MÓVEL COMO RECURSO PARA O ENSINO DOS ESTADOS FÍSICOS DA ÁGUA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL

LUZ CLARITA RODRIGUES BORGES, KAREN ARAÚJO BORGES, BRUNA CLÁUDIA LOURENÇÃO, RENAN GUSTAVO COELHO DE SOUZA DOS REIS, MILENA ABADIA DE SOUSA ALVES, LARISSA PEREIRA CAETANO

Palavras-chave: Alfabetização científica; Ensino de Ciências; Mudanças de estados físicos; Experimentação.

INTRODUÇÃO

A alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental desempenha um papel crucial na formação de indivíduos capazes de compreender o mundo de forma crítica e analítica (DELIZOICOV et al., 2018). Nesse contexto, a aproximação da ciência com o cotidiano dos alunos torna-se essencial para um aprendizado significativo. A literatura em educação científica aponta que, quanto mais cedo o estudante tem contato com práticas experimentais, maiores são as chances de desenvolver habilidades de observação, questionamento e argumentação (CACHAPUZ, 2011).

A aula sobre os estados físicos da água e suas mudanças, realizada com alunos do 4º ano, integra o projeto “O laboratório móvel como recurso na formação de professores e na alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental”, desenvolvido por professores e discentes da UEMG-Ituiutaba em escolas municipais de Ituiutaba-MG. A atividade buscou explorar esses conceitos de forma prática e experimental, aproximando o conhecimento científico da realidade e das experiências diárias das crianças, além de contribuir para a formação inicial de professores.

MATERIAL E MÉTODOS

A intervenção pedagógica foi realizada com um grupo de aproximadamente 20

alunos do 4º ano, contando com a participação de três educadores: a autora e dois professores orientadores, e teve a duração de aproximadamente 50 minutos. Os estudantes foram organizados em pequenos grupos, favorecendo a cooperação e a troca de ideias durante a realização das atividades.

Foram propostas duas atividades experimentais principais, além de uma atividade de fixação.

Na primeira atividade, nomeada como “Corrida do Gelo”, os alunos exploraram o processo de fusão de forma lúdica e competitiva. Utilizando uma placa de Petri, um cubo de gelo e pedaço de papel toalha, os alunos foram incentivados a provocar o derretimento do gelo. O grupo que conseguisse derreter o cubo mais rápido era o vencedor.

Em seguida, foi realizada a atividade de observação da evaporação e condensação, utilizando lamparinas para aquecer a água contida em um bquer tampado com uma placa de Petri. Essa atividade buscou evidenciar a transformação da água no estado líquido em vapor. O vapor ao entrar em contato com a superfície fria da placa de Petri se convertia novamente em gotículas de água, demonstrando o processo de condensação.

A abordagem dialogada conectou os fenômenos aos contextos cotidianos, como a secagem de roupas no varal ou à fervura da água para o preparo do café. Para finalizar, os estudantes realizaram uma atividade de fixação, relacionando imagens das mudanças de estado físico da água aos seus respectivos nomes. A avaliação teve caráter formativo, considerando a participação, as observações e as respostas dos alunos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades demonstraram um alto nível de engajamento dos alunos, que participaram ativamente das etapas propostas. Como pode ser visto na Figura 1, na “Corrida do Gelo”, a competitividade motivou os estudantes a explorar diferentes estratégias para acelerar a fusão, como o uso do calor das mãos ou a quebra do gelo em pedaços menores.

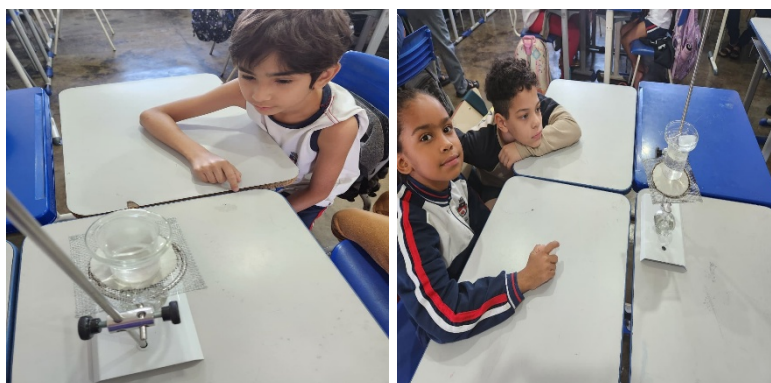
Figura 1 – Estudantes do 4º ano testando diferentes estratégias para acelerar o derretimento do gelo.



Fonte: Arquivo dos autores, 2025.

Na segunda atividade, que abordava a vaporização e a condensação (Figura 2), os estudantes ficaram especialmente atentos ao uso dos materiais de laboratório, pouco comuns em seu cotidiano escolar. A visualização do vapor se transformando em gotículas despertou curiosidade e favoreceu a compreensão do fenômeno. Essa experiência concreta reforçou a assimilação de conceitos que, muitas vezes, são apresentados de forma abstrata.

Figura 2 – Grupo de estudantes observando os fenômenos de vaporização e condensação.



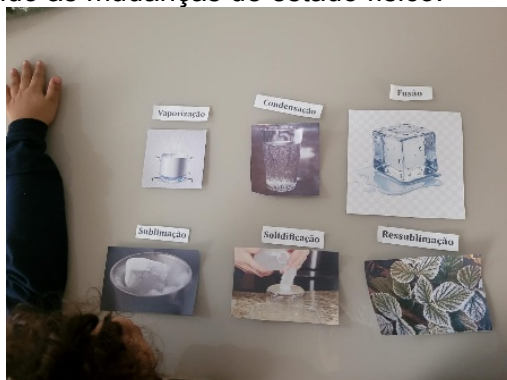
Fonte: Arquivo dos autores, 2025.

Durante a aplicação da atividade, também foi observado que alguns alunos associaram espontaneamente os fenômenos a experiências vividas em casa, o que mostra a eficácia da contextualização adotada. Do ponto de vista dos educadores, a atividade evidenciou a importância de conciliar a segurança no uso de materiais (como lamparinas) com a liberdade de exploração, além de destacar o potencial da ex-

perimentação para estimular o diálogo e o pensamento científico.

A etapa final de fixação consolidou o aprendizado de forma lúdica, com os alunos empenhados em relacionar corretamente os conceitos às imagens (Figura 3).

Figura 3 – Alunos nomeando as mudanças de estado físico.



Fonte: Arquivo dos autores, 2025.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática pedagógica realizada no âmbito do projeto do Laboratório Móvel demonstrou o papel fundamental da abordagem experimental para a alfabetização científica nos anos iniciais. Ao integrar atividades práticas e lúdicas, como a “Corrida do Gelo” e a observação de mudanças de estado, foi possível transformar conceitos teóricos em experiências tangíveis, tornando a ciência mais acessível e significativa para os alunos.

O impacto da aula foi evidente no entusiasmo e na curiosidade demonstrados pelos estudantes, que participaram ativamente de todas as etapas. Além disso, a experiência contribuiu para a formação inicial de professores, ao proporcionar vivências reais de mediação em atividades experimentais com crianças.

Assim, iniciativas como essa reforçam o papel social e educacional da universidade ao estreitar laços com a escola básica, promovendo uma aprendizagem científica mais crítica e contextualizada desde os primeiros anos escolares.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Apoio à Extensão (PAEx) pelo suporte financeiro e à Escola Municipal de Educação Básica Rosa Tahan, pela parceria e por abrir as portas para a realização desta pesquisa-intervenção.

REFERÊNCIAS

BORGES, K. A.; LOURENÇÃO, B. C. Ensino de Química com o Laboratório Móvel: experiências com o 5º ano do Ensino Fundamental. In: BAÚ, J. P. T. (org.). **Projetos integradores em química: ensino, pesquisa e extensão na UEMG-Ituiutaba**. Ponta Grossa: Atena, 2025. p. 131-143. Disponível em: <https://doi.org/10.22533/at.ed.6622521088>.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do Ensino das Ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011. ISBN 85-249-1114-X.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 5. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2018. ISBN 978-85-249-2635-8.

AUTORES

Luz Clarita Rodrigues Borges, Discente graduando do curso de Licenciatura em Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba).

Email: luz241158999@discente.uemg.br

Karen Araújo Borges, Docente da UEMG Ituiutaba. Bacharel, licenciada e Doutora em Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Mestrado na mesma instituição na área de Química Orgânica. E-mail: karen.borges@uemg.br

Bruna Cláudia Lourenção, Docente da UEMG Ituiutaba. Licenciada e Doutora em Química Analítica pela Universidade Federal de São Carlos e mestre pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo. E-mail: bruna.lourencao@uemg.br.

Renan Gustavo Coelho De Souza Dos Reis, Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduado em Química Bacharelado pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Mestre em Química pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Doutor em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG). E-mail: renan.reis@uemg.br.

Milena Abadia de Sousa Alves, Docente da UEMG Ituiutaba. Licenciada em Geografia e Mestre em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia, Doutoranda

em Geografia pela mesma universidade. Licenciada em Pedagogia pela Universidade de Uberaba. E-mail: milena.sousa@uemg.br.

Larissa Pereira Caetano, Docente da UEMG Ituiutaba. Bacharel em Biotecnologia e Mestre em Genética e Bioquímica pela Universidade Federal de Uberlândia. Doutoranda em Bioquímica pelo Instituto de Biotecnologia da UFU. E-mail: larissa.caetano@uemg.br.

LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS: ENSINANDO GEOGRAFIA DE UM JEITO DIFERENTE

BRUNA CLÁUDIA LOURENÇÃO, FERNANDA FERNANDES DOS SANTOS RODRIGUES, KAREN ARAÚJO BORGES, LARISSA CAETANO, LUZ CLARITA RODRIGUES BORGES, MILENA ABADIA DE SOUSA ALVES, RENAN GUSTAVO COELHO DE SOUZA DOS REIS

Palavras-chave: Laboratório de Ciências; Ensino de Geografia; Movimentos da Terra.

INTRODUÇÃO

O presente resumo tem como objetivo apresentar um relato de experiência vinculado ao projeto de extensão “O laboratório móvel como recurso na formação de professores e na alfabetização científica nos anos iniciais do Ensino Fundamental”, organizado pelos cursos de Química, Biologia e Pedagogia da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), unidade de Ituiutaba.

O referido projeto tem sido desenvolvido desde o ano de 2023 em escolas municipais da cidade, atendendo crianças e professores do Ensino Fundamental I. Seu objetivo central é promover a alfabetização científica de forma acessível, prática e contextualizada, por meio da realização de atividades experimentais que exploram os recursos oferecidos pelo laboratório móvel de Ciências, disponibilizado pela prefeitura. Ao levar o espaço científico até a escola, busca-se romper barreiras estruturais e pedagógicas que, muitas vezes, limitam o contato dos estudantes da rede pública com práticas investigativas no campo da ciência.

As atividades são realizadas semanalmente e foram inicialmente voltadas apenas para os alunos. Contudo, a partir de 2025, também passaram a contemplar a formação dos professores, reconhecendo a importância de capacitá-los para utilizar, de maneira autônoma e criativa, os materiais e equipamentos do laboratório. Essa etapa representa um avanço significativo, pois possibilita que o impacto do projeto

seja ampliado, garantindo continuidade e independência no uso do laboratório pelas próprias escolas.

Este resumo, especificamente, tem como foco destacar as experiências vivenciadas com o uso do laboratório móvel para o ensino de conteúdos de Geografia nos anos iniciais do Ensino Fundamental. A partir da articulação entre teoria e prática, foram realizadas aulas participativas que permitiram aos alunos compreenderem fenômenos geográficos de forma mais concreta, relacionando-os ao cotidiano.

MATERIAL E MÉTODOS

As aulas de Geografia desenvolvidas ao longo do projeto ocorreram em diferentes turmas e abordaram distintas temáticas. Uma delas será apresentada aqui em formato de relato de experiência, considerando que cada realidade escolar é única, mas que determinadas práticas podem ser adaptadas e reaplicadas, respeitando-se as particularidades dos alunos e das escolas.

Essa aula foi realizada com alunos do 3º e 4º ano, tendo como temática “Pontos Cardeais: Construindo uma bússola”. De acordo com a BNCC, a principal contribuição da Geografia para a Educação Básica é “desenvolver o pensamento espacial, estimulando o raciocínio geográfico para representar e interpretar o mundo em permanente transformação, relacionando componentes da sociedade e da natureza” (BNCC, 2018, p. 360).

A Geografia, portanto, busca levar o aluno a compreender o mundo em que vive e as relações estabelecidas entre sociedade e natureza, dialogando de forma constante com seu cotidiano. Nesse sentido, uma das temáticas trabalhadas no 4º ano em Ciências é justamente a questão da localização e o uso da bússola.

Com esse objetivo, a aula foi estruturada em três etapas: uma breve explicação sobre os Movimentos da Terra e o Movimento Aparente do Sol; uma atividade experimental de confecção de uma bússola caseira; um jogo prático de localização, no qual os alunos puderam aplicar os conceitos aprendidos.

De acordo com Costa e Venturi (2021) a experimentação proporciona alfabetização científica para os alunos, bem como, cria espaços para a construção de conhecimentos que permitam aos alunos compreender o mundo em que vivem e atuar neste como cidadãos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cada etapa planejada para a aula teve grande importância. Na introdução, as crianças relembaram conceitos essenciais, como os Movimentos de Rotação e Translação da Terra e a forma como percebemos o sol se movimentando no céu diariamente. Elas foram convidadas a imaginar que estavam no espaço, observando a Terra e o Sol. Para tornar esse momento mais lúdico e favorecer o envolvimento dos alunos, foram utilizados um globo, a representação de um sol em desenho e a lanterna do celular, que ajudaram a ilustrar a explicação inicial.

Imagem 1 – Introdução ao tema sobre Movimentos da Terra.



Fonte: Acervo pessoal do projeto.

Após essa etapa, os alunos, que já estavam organizados em grupos, receberam o seguinte material para a experiência prática: uma pipeta com água, uma tampinha de garrafa, uma rolha cortada no tamanho adequado, um ímã e uma agulha. É importante destacar que todas as experiências são realizadas em conjunto com os professores e bolsistas do projeto, considerando que alguns materiais exigem maior cuidado, como nesse caso, a agulha.

Todas as etapas da construção da bússola caseira foram acompanhadas pelos grupos, que puderam repetir o procedimento algumas vezes, garantindo a participação de todos os alunos na atividade.

Imagem 2 – Experimento da bússola caseira.



Fonte: Acervo pessoal do projeto.

Após o experimento, foi apresentada aos alunos a bússola do Laboratório Móvel, para que comparassem seus resultados com os obtidos na atividade prática. Além disso, mostrou-se a eles que, com as tecnologias atuais, é possível utilizar a bússola do celular, recurso que também pode auxiliar na organização da experiência.

Imagem 3 – Comparando as bússolas.



Fonte: Acervo pessoal do projeto.

A última etapa da aula consistiu em um jogo, no qual foram dispostas quatro figuras diferentes, o sol e os nomes das direções cardeais (norte, sul, leste e oeste). Os alunos deveriam, de acordo com a posição do sol, identificar e colocar corretamente as direções. A cada rodada, as situações eram alteradas para que eles compreendessem como utilizamos as direções a partir do nascer do sol. Nas rodadas

finais, os alunos puderam utilizar a Rosa dos Ventos com os pontos cardeais, o que facilitou a dinâmica e os ajudou a compreender melhor a importância desse recurso e da bússola.

Imagem 4 – Jogo das direções cardeais.



Fonte: Acervo do projeto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o uso do laboratório móvel como recurso didático amplia as possibilidades de ensino da Geografia, tornando as aulas mais atrativas, dinâmicas e significativas. Além disso, a proposta favorece a integração entre diferentes áreas do conhecimento, estimulando a interdisciplinaridade e contribuindo para uma formação mais ampla dos estudantes.

Foi possível notar que o projeto, bem como o laboratório móvel são muito importantes, não apenas como ferramenta de apoio à prática educativa, mas também como espaço formativo que possibilita tanto a alfabetização científica dos alunos quanto o fortalecimento profissional dos docentes, em consonância com as demandas de uma educação básica inclusiva, inovadora e transformadora.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 24 de maio de 2024.
- VENTURA COSTA, L.; VENTURI, T. Metodologias Ativas no Ensino de Ciências e Biologia: compreendendo as produções da última década. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 6, p. 417-436, 8 out. 2021.

AUTORES

Milena Abadia de Sousa Alves, Docente da UEMG Ituiutaba. Licenciada em Geografia e Mestre em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia, Doutoranda em Geografia pela mesma universidade. Licenciada em Pedagogia pela Universidade de Uberaba. E-mail: milena.sousa@uemg.br.

Bruna Cláudia Lourenção, Docente da UEMG Ituiutaba. Licenciada e Doutora em Química Analítica pela Universidade Federal de São Carlos e mestre pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo. E-mail: bruna.lourencao@uemg.br.

Fernanda Fernandes dos Santos Rodrigues, docente da UEMG – Unidade Ituiutaba. Licenciada em Ciências Biológicas e em Pedagogia, é especialista em Ensino de Ciências e mestre e doutora em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: fernanda.rodrigues@uemg.br.

Karen Araújo Borges, Docente da UEMG Ituiutaba. Bacharel, licenciada e Doutora em Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Mestrado na mesma instituição na área de Química Orgânica. E-mail: karen.borges@uemg.br

Larissa Pereira Caetano, Docente da UEMG Ituiutaba. Bacharel em Biotecnologia e Mestre em Genética e Bioquímica pela Universidade Federal de Uberlândia. Doutoranda em Bioquímica pelo Instituto de Biotecnologia da UFU. E-mail: larissa.caetano@uemg.br.

Luz Clarita Rodrigues Borges: Discente graduando do curso de Licenciatura em Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba).

Email:luz241158999@discente.uemg.br

Renan Gustavo Coelho de Souza dos Reis, Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduado em Química Bacharelado pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Mestre em Química pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Doutor em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG). E-mail: renan.reis@uemg.br .

UMA ANÁLISE DO PERFIL DOS PROFESSORES DE QUÍMICA E DOS ALUNOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

ALESSA VITÓRIA DOS SANTOS LIMA; FERNADO HENRIQUE DUTRA
GONÇALO, HENRIQUE OLIVEIRA ANDRADE FLOR, JOSÉ DIEGO
TAVARES CUNHA, RAFAELLA FERREIRA MAIA, RAQUEL WASKITON
MOURA VALENTIN, RONALDO NUNES TEIXEIRA, SARA GONÇALVES
BERTOLLI, HELLEN FRANCIANE GONÇALVES BARBOSA

Palavras-chave: Educação; Ensino; Química; Ferramentas Tecnológicas

INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas os professores têm sido confrontados com múltiplos desafios desde as diversas exigências e responsabilidade até a expansão das ferramentas tecnológicas como a inteligência artificial (AI) que vem se fazendo cada dia mais presente com processo ensino aprendizagem. Fato é que a sociedade está vivendo a revolução tecnológica e além de aprender a utilizar as ferramentas precisamos aprender a lidar com os desafios e as vantagens de trabalhar nesse novo cenário (Barbosa, 2023).

Esse trabalho buscou levar os alunos do curso de Química ABI (área básica de ingresso) a observar e refletir sobre as perspectivas dos professores da rede básica de ensino e dos alunos. Isso porque, o curso de Química ABI permite que seus ingressantes optem por cursar a modalidade de Licenciatura em Química e/ou Bacharelado em Química Tecnológica e Industrial.

Dessa forma, o intuito dessa atividade foi promover a reflexão sobre os possíveis campos de atuação das diferentes áreas, com enfoque especial no ensino médio. Por meio de um mapeamento das formações acadêmicas e experiência profissional dos professores que atuam na área de química na educação básica, foi possível observar com as vivências dos educadores pode refletir no planejamento e desenvolvimento das aulas (IMBERNÓN, 2011). Além disso, foram investigadas a

motivação dos alunos da última etapa do educação básica, os três últimos anos do ensino médio e suas perspectivas em relação aos desafios impostos pela Lei 15.100/2025, que proíbe o uso de eletrônicos pessoais. Tal medida exige dos educadores um olhar mais sensível e preparado, visto que a ausência desses dispositivos especialmente o celular demanda a criação de espaços pedagógicos mais saudáveis e humanos, que de certa forma incentivam as interações sociais.

MATERIAL E MÉTODOS

Os alunos do curso de Química ABI realizaram um levantamento de informações a respeito do percurso formativo dos professores da rede pública da cidade de Ituiutaba – MG, a fim de entender a consonância da prática docente com seu preparo didático pedagógico. A observação voltou-se para a análise da formação continuada dos professores, especialmente no contexto das novas ferramentas tecnológicas. Também foram investigadas quais são as principais dificuldades dos educadores para lidar com questões de complexidade emocional, especialmente no contexto pós-pandemia e da crescente fragilidade socioemocional dos educandos. Inicialmente os discentes do curso de Química ABI se envolveram com a atividade de coleta de dados, seguida a análise dos resultados e as reflexões sobre eles. Dessa forma, o trabalho foi realizado em quatro etapas principais:

1. Elaboração dos instrumentos de coleta de dados, ou seja, definir questões pertinentes como formações dos professores, tempo de experiência e aspectos importantes em relação ao ambiente escolar e o comportamento dos alunos como, por exemplo, material didático, motivação dos alunos, percepções sobre a proibição de eletrônicos durante as aulas.
2. Aplicação dos instrumentos aos professores e aos membros da comunidade escolar respeitando sempre a ética e o consentimento dos participantes.
3. Organização e análise qualitativa e quantitativa das respostas para observar tendências e padrões observados.
4. Discussões e apresentações dos dados, compartilhando entre todos da turma as realidades observadas em cada escola, realizando um diálogo e reflexões que podem contribuir com ideias para colocar em prática ações colaborativas com a comunidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O questionário foi dividido em quatro seções, sendo a primeira relacionada com à formação acadêmica dos professores. Já a segunda relacionada à experiência profissional, a terceira sobre o planejamento das aulas e a quarta sobre a motivação dos alunos. Em relação à formação dos professores da área de química que atuam na educação básica da cidade de Ituiutaba MG cerca de 80% são egressos do curso de Química da Universidade do Estado de Minas Gerais UEMG e antiga FEIT. Cerca de 66% dos docentes analisados realizaram Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade Federal de Uberlândia – UFU. O mestrado *stricto sensu* é um curso de pós-graduação com o objetivo de aprofundar o conhecimento acadêmico e científico, dos professores das áreas de ciências biológicas, física, matemática ou química. As principais linhas de pesquisa são Formação de Professores em Ciências e Matemática e Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática. Essa modalidade de pós-graduação tem foco na produção de conhecimento, com desenvolvimento de uma dissertação, podendo envolver pesquisa profissional aplicada ao desenvolvimento prático. Já os outros 20% dos professores analisados têm ou estão cursando pós-graduação em nível de doutorado. O doutorado *stricto sensu* é a formação de pós-graduação que se aprofunda em um campo específico do conhecimento para a geração de ciência, com o objetivo de formar pesquisadores e docentes para o ensino e inovação. O termo "stricto sensu" tem origem no latim e significa "em sentido específico", e o programa de doutorado culmina na defesa de uma tese sobre um determinado tema de pesquisa.

De forma geral, todos os docentes que atuam na área de química da rede básica da Ituiutaba-MG estão em busca de formação continuada e aperfeiçoamento, pois 83% deles já realizaram uma especialização *lato sensu*, voltada para o aperfeiçoamento profissional e mais direcionada às demandas do mercado de trabalho, com carga horária mínima de 360 horas que confere um certificado de especialista, não um diploma. Dentre as especializações realizadas foram citadas: Supervisão escolar, educação ambiental, metodologias ativas, atendimento educacional especializado, educação inclusiva e gestão educacional. Em relação ao tempo de experiência na profissão, 90% dos professores apresentam mais de 10 anos

de atuação como docentes, e todos eles já lecionaram em mais de 5 escolas diferentes ao longo da carreira. Cerca de 20% dos professores avaliados atuam nas redes pública e privada de forma concomitante. Sobre o planejamento das aulas foi mapeado o uso dos livros didáticos disponibilizados nas escolas da rede básica de ensino e 100% dos professores analisados afirmaram que utilizam os livros didáticos apenas de forma parcial, não seguindo integralmente os roteiros propostos. Em relação à participação dos alunos e à motivação durante as aulas, os alunos do curso de Química ABI realizaram uma série de apontamentos e concluíram que a motivação dos estudantes é multifatorial e varia conforme as particularidades de cada escola e de cada turma. De forma geral, os educandos participam ativamente das aulas apenas quando são solicitados ou estimulados a realizar alguma atividade. Em 80% das observações realizadas, os alunos se mostraram pouco motivados ou totalmente desmotivados para as aulas de Química.

De forma geral, a Lei nº 15.100/2025, que proíbe o uso de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais em escolas públicas e privadas de todo o país, ainda representa um desafio para a maioria das instituições, pois é praticamente inviável que a escola seja responsável pelos dispositivos de todos os alunos. Frequentemente, os estudantes demonstram resistência ou descontentamento com essa regra e, em algumas escolas, o comportamento dos alunos não apresentou melhora significativa em razão da proibição do uso de aparelhos eletrônicos. Portanto, até o momento, as mudanças não foram expressivas e, frequentemente, os alunos utilizam ferramentas de inteligência artificial (IA) como suporte para realizar as atividades escolares.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, a profissão docente deve abandonar a concepção predominante do século XIX, centrada na mera transmissão do conhecimento, pois, em plena era da informação, essa prática já se mostra obsoleta e desestimulante. A prática educativa precisa ser plural, participativa e integradora; porém, para tanto, é imprescindível um olhar atento e um movimento constante, de modo que a formação dos educadores acompanhe os avanços e as mudanças decorrentes da evolução tecnológica. Considerando que os professores que atuam hoje nas escolas tiveram os livros como principal fonte de recurso e pesquisa durante sua formação, torna-se necessário

reconhecer que, atualmente, os alunos utilizam majoritariamente a internet para a realização de seus trabalhos escolares.

AGRADECIMENTOS

UEMG – Universidade do Estado de Minas Gerais e SEE/MG – Secretária de Educação do Estado de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, R. L. L. (Org.). **Formação de educadores: desafios e perspectivas**. São Paulo: Ed. UNESP, 2003. 503 p.

BRASIL. Lei nº 15.100, de 13 de janeiro de 2025. Dispõe sobre a utilização, por estudantes, de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais nos estabelecimentos públicos e privados de ensino da educação básica. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, p. 3, 14 jan. 2025. Disponível em: [<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-15.100-de-13-de-janeiro-de-2025-606772935>]. Acesso em: 27 de setembro de 2025.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 127 p.

AUTORES

Alessa Vitória dos Santos Lima, Discente graduando do curso de Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: alessa.2511500085@discente.uemg.br

Fernando Henrique Dutra Gonçalo, Discente graduando do curso de Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: fernando.2511501963@discente.uemg.br

Henrique Oliveira Andrade Flor, Discente graduando do curso de Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: henrique.2511501893@discente.uemg.br

Jose Diego Tavares Cunha, Discente graduando do curso de Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: jose.2511501870@discente.uemg.br

Rafaella Ferreira Maia, Discente graduando do curso de Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: rafaella.2511502139@discente.uemg.br

Raquel Waskiton Moura Valentin, Discente graduando do curso de Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: raquel.2511502157@discente.uemg.br

Ronaldo Nunes Teixeira, Discente graduando do curso de Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: ronaldo.2511500080@discente.uemg.br

Sara Gonçalves Bertolli, Discente graduando do curso de Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: sara.2511500082@discente.uemg.br

Hellen Franciane Gonçalves Barbosa, Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) Unidade Ituiutaba. Bacharel em Química Ambiental e Mestre em Química pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - IBILCE/UNESP, Doutora em Ciências (Química Analítica) pelo Instituto de Química de São Carlos (IQSC/USP). E-mail: hellen.barbosa@uemg.br

EXPERIMENTAÇÃO: COLORIMETRIA UMA FERRAMENTA PARA COMPREENSÃO DE EQUAÇÃO DO 1º GRAU APLICADA COM ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA.

**ANA LUIZA DOMINGUES ANDRADE LIRA; ANA LAURA
THEZOLIN; RENAN GUSTAVO COELHO DE SOUZA DOS REIS**

Palavras-chave: Smartphones; Ensino; Sistema RGB; Curva de calibração

INTRODUÇÃO

A atuação como professor em nível básico ou universitário, possibilita verificar a deficiência dos discentes na compreensão de funções matemáticas, com ênfase na equação do 1º grau. O conceito apresenta ligação direta com diferentes leis e aplicações das ciências naturais. Nessa perspectiva, é de extrema relevância a adoção de novas metodologias que buscam aproximar a teoria com a prática, possibilitando que os estudantes visualizem os conceitos matemáticos e químicos em diferentes situações do cotidiano.

A utilização de tecnologia no ensino de conceitos matemáticos tende a instigar a participação e interação dos alunos, uma vez que a presença de tecnologia está presente na vida dos alunos.

Uma forma interessante de abordar o conteúdo seria a possibilidade de relacionar conceitos visuais com a observação prática, pois o efeito de tonalidades de cores desperta o interesse visual dos estudantes. A formação de imagens digitais pode ser analisada e quantificada por diferentes sistemas de cores, com destaque para o sistema RGB (Red, Blue, Green), em que cada uma dessas cores fornece um valor específico para cada tonalidade, com 256 possibilidades para cada canal (Rosa *et al.*, 2022).

Dentro das ciências naturais, é possível observar que a tonalidade de cores está associada à absorção de luz, relacionada a alguma interseção cromófora

proveniente que alguma substância química presente, sendo que essa absorção normalmente pode ser analisada em equipamentos de custo elevado.

Na busca em alinhar a tecnologia com a aplicação desse conceito, smartphones com aplicativos colorimétricos são capazes de verificar os valores de RGB presentes nas amostras. Possibilitando conhecer amostras com valores de concentração conhecidas e relacionando a intensidade de cada canal com a massa da amostra é possível.

Desse modo, chás são comumente utilizados em muitas regiões do Brasil como remédios caseiros, porém as receitas se diferenciam com relação a concentração usada. Diversas espécies de plantas apresentam coloração diferente em água, podendo ter tons mais fortes ou mais fracos dependendo de concentração e tempo de preparo. As variações de coloração presentes no chá de hibisco podem ser quantificadas e relacionados à conceitos matemáticos, permitindo a realização do estudo da função do 1º grau de forma aplicada.

O presente trabalho teve como funcionalidade criar uma tabela capaz de relacionar valores de RGB, obtidos por imagens em celular, com diluições de amostra de chá de hibisco, e assim permitir a correlação e criação de uma curva analítica, possibilitando a visão prática do conceito de equação do 1º grau.

MATERIAL E MÉTODOS

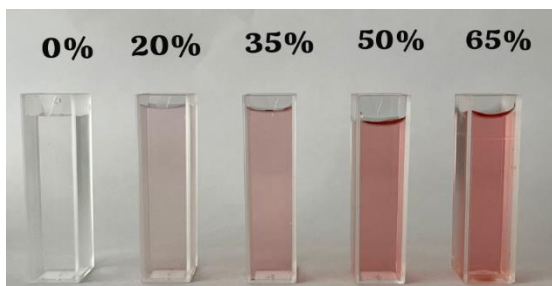
Para o preparo do chá foi utilizada uma chaleira elétrica com controle de temperatura, as folhas de hibisco foram adquiridas no mercado local e as leituras foram realizadas em um celular Galaxy S23 Ultra e submetidas à verificação instantânea no aplicativo Colorímetro desenvolvido pelo *Lab Tools Apps*, utilizando o modo ao vivo para captura de imagens.

O preparo do chá ocorreu pelo aquecimento de 600mL de água até 70°C ($\pm$ 5°C), acrescentando na chaleira 2,5g de folhas de hibisco, após 10 minutos de infusão o sistema foi desligado e o chá coado.

Considerando o chá como 100% foi realizado diluições na ordem de 65%; 50%; 35% e 20%. Expostas em fundo branco conforme ilustrado na Figura 1.

As medições apresentadas neste trabalho foram realizadas por estudantes do Ensino Fundamental ao longo de uma tarde, em uma instituição de ensino particular, sob a supervisão dos dois primeiros autores deste trabalho.

Figura 1 – Amostras de chá de hibisco



Fonte: Os autores

Os valores de leitura foram normalizados aplicando a equação 1 para cada um dos três canais, sendo V_n valor normalizado para cada canal, e V_x o valor lido para cada canal.

$$V_n = 1 - \left(\frac{V_x}{255}\right) \quad \text{Equação 1}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das leituras das amostras foi elaborada a Tabela 1. Pode ser observado que todos os canais decrescem seus valores conforme o aumento da concentração, enquanto o inverso é observado para os valores normalizados.

Tabela 1 – Valores de RGB obtidos pelo colorímetro e valores ajustados

Porcentagem	R	Rn	G	Gn	B	Bn
0%	193	0,24314	194	0,23922	187	0,26667
20%	168	0,34118	158	0,38039	149	0,41569
35%	173	0,32157	144	0,43529	136	0,46667
50%	156	0,38824	107	0,58039	100	0,60784
65%	153	0,4	94	0,63137	88	0,6549

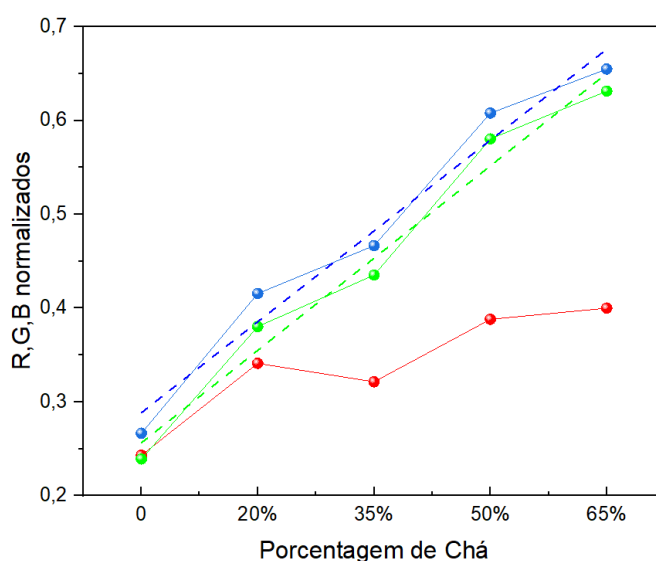
Fonte: Os autores

Com base nos resultados e o auxílio de software *OriginLab 9.0*, os alunos traçaram os pontos em um plano bidimensional para os valores ajustados em função da porcentagem de chá, verificando que os pontos do canal R não apresentam relação

linear, enquanto os outros dois canais apresentam, como mostra a Figura 2. Os alunos foram estimulados a verificar o valor do coeficiente angular no papel utilizando a relação da Equação 2.

$$a = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad \text{Equação 2}$$

Figura 2 – Correlação porcentagem de chá x valores R,G,B ajustado



Fonte: Os autores

Os resultados obtidos por alunos variaram entre 0,094 e 0,096 para o canal B e entre 0,097 e 0,098 para o canal G. As curvas foram então traçadas no *OriginLab* 9.0 e encontrado valores 0,0968 B e 0,984 para o canal G. Sendo, portanto, aceitáveis e coerentes com os valores calculados pelos estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho evidencia o potencial de trabalhar diferentes conceitos de forma interdisciplinar, possibilitando ainda uma abordagem contextualizada e dinâmica no ensino.

A atividade prática despertou o interesse dos alunos, assim como permitiu que os alunos uma maior compreensão e aplicabilidade da importância de se conhecer sobre equação do 1º grau. A utilização de recursos tecnológicos se mostrou um

grande aliado na realização de experimentos simples, despertando a curiosidade e a participação dos estudantes no processo de aprendizagem.

Dessa forma, a proposta presente pode ser adaptada a diferentes níveis de ensino e diferentes amostras pertencentes do cotidiano, incentivando a curiosidade e ampliando a conexão entre a teoria com atividades práticas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Ápice Centro Educacional, da cidade de Ituiutaba – MG, por ceder o espaço escolar para a realização desta atividade e por proporcionar a participação dos estudantes neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ROSA, Thalles R. *et al.* REDGIM como aplicativo de smartphone para aplicações quimiométricas por meio de análise de imagens: um uso em PLS. **Química Nova**, v. 45, n. 05, p. 550-559, 2022.

AUTOR

RENAN GUSTAVO COELHO DE SOUZA DOS REIS, Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduado em Química Bacharelado pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Mestre em Química pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Doutor em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG). E-mail: renan.reis@uemg.br

ANA LAURA THEZOLIN, Coordenadora da instituição Ápice Centro Educacional, de Ituiutaba – MG. Graduada em Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Discente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Email: ana.thezolin@ufu.br

ANA LUIZA DOMINGUES ANDRADE LIRA, Discente do 8º ano do ensino fundamental 1 na instituição de ensino Ápice Centro Educacional. Email: analuizalira2507@gmail.com

USO DO *SOFTWARE LABPLOT* NO ENSINO DE QUÍMICA PARA A ANÁLISE GRÁFICA DE DADOS

CAIO BATISTA COSTA, BRUNA CLÁUDIA LOURENÇÃO, RENAN
GUSTAVO COELHO DE SOUZA DOS REIS, JOÃO PAULO TREVIZAN
BAÚ

Palavras-chave: Visualização de dados; Representação Gráfica; Educação Científica.

INTRODUÇÃO

Gráficos são ilustrações que representam a relação entre grandezas e/ou parâmetros numéricos, estão muito presentes no dia a dia dos cientistas em geral, e em especial dos profissionais da área da Química (de Oliveira e Queiroz, 2007). A construção de um gráfico dá-se mediante a distribuição de dados em dois eixos no plano cartesiano. Têm-se o eixo das abcissas, conhecido como eixo X, e o eixo das ordenadas, o eixo Y. Existem diversas formas de se elaborar um gráfico, podendo-se distribuir os dados na forma de barras e colunas, ou na forma de linhas e curvas.

Muitos são os *softwares* de computadores que possibilitam a construção de gráficos, entretanto, são necessários o investimento financeiro para o direito da licença de uso. *LabPlot* é um *software* livre e de código aberto (*free, open source*), que permite a plotagem de gráficos utilizados no cotidiano do profissional da química. Portanto, o *software LabPlot* se apresenta como alternativa gratuita para a construção de gráficos aos seus usuários (discentes, docentes e técnicos laboratoriais).

Todavia, o uso deste *software* não é muito intuitivo, comparado a outros pagos. Sendo assim, geralmente, seus usuários podem experimentar dificuldades em utilização. Este presente resumo apresenta o relato de um projeto que apresentou o *LabPlot* à comunidade acadêmica, objetivando sua demonstração desde a instalação, criação de gráficos (plotagem) e análise de dados (encontrar a equação da reta, aplicar operações de derivada e integral).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi idealizado a partir de um projeto de extensão voluntário, cadastrado na plataforma SIGA (ID 15685/2021), e desenvolvido entre os anos de 2021 e 2022 na Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Acadêmica de Ituiutaba. Utilizou-se o *software LabPlot: a FREE, open source and cross-platform Data Visualization and Analysis software accessible to everyone*, versão 2.12.1 (LabPlot Team, 2025), um programa de código aberto para visualização e análise de dados científicos. O *software* foi instalado e testado em computadores de uso comum.

Para ilustrar as funcionalidades do *software* no Ensino de Química de nível superior utilizou-se um conjunto de dados hipotéticos referentes a uma curva de titulação ácido-base, curva de calibração de um dado analito e a análise termogravimétrica (TG/DTG) de uma amostra. Os procedimentos metodológicos incluíram: (i) Importação e organização dos dados categorizados em colunas; (ii) criação e edição dos gráficos; (iii) análise matemática pela determinação da equação da reta, por regressão linear, para curva de calibração, e o cálculo da derivada para a curva termogravimétrica. Todos os procedimentos foram testados e apresentados em três palestras, permitindo que o *LabPlot* seja aplicado estudantes e profissionais na área de Química como ferramenta de análise gráfica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira palestra teve como objetivo a apresentação do *software LabPlot* como um *software* voltado para a elaboração de gráficos com qualidade de publicação em trabalhos acadêmicos e periódicos científicos. Foram tratados os seguintes tópicos: o que são gráficos?; conhecendo o *software LabPlot*; instruções para instalação; elaboração de um gráfico; normalização pelas normas da ABNT; exemplos de aplicações. A segunda palestra teve como objetivo o aprofundamento no uso do *software*, em que foram tratados os seguintes tópicos: o que são gráficos?; conhecendo o *software LabPlot*; normalizando com a ABNT; citando o *LabPlot*; tratamento de dados; obtenção da equação da reta por meio de regressão linear; cálculo da área em uma curva por meio da operação da integral; e inclinação da reta

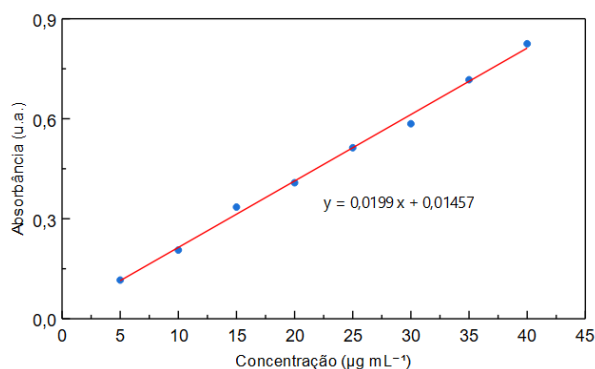
tangente por meio da derivada de uma curva. Pontua-se que as palestras 01 e 02 ocorreram de forma remota, via plataforma *Microsoft Teams*.

Na terceira palestra foi demonstrado como instalar o *software LabPlot*, além de sua utilização para plotar gráficos, realizar operações de equação da reta e derivada, como ajustar o design do gráfico e como torná-lo publicável para um TCC dentro das normas da ABNT. Também foram apresentadas as normas de apresentação de dados da forma de tabelas segundo o IBGE. Esta palestra ocorreu de forma presencial no auditório do bloco C.

O *LabPlot* permite a inserção de dados em planilhas, onde os eixos X e Y podem ser nomeados conforme a necessidade do usuário. Para criar um gráfico, os dados são plotados na planilha e, em seguida, seleciona-se a opção "Planilha" > "Dados do gráfico", e em seguida selecionar o tipo de representação gráfica, por exemplo, gráficos de linha ou gráficos de dispersão, em seguida clica-se em plotar. O gráfico é gerado em uma nova janela, em que é possível personalizar elementos como fontes, cores, escalas e linhas. Grades e bordas podem ser removidas para uma visualização mais minimalista, adequando-o conforme as necessidades do usuário.

O *LabPlot* oferece ferramentas para análise de dados, como a determinação da equação da reta, por regressão linear, em curvas de calibração. Por exemplo, para uma curva de absorbância versus concentração de um analito, o *software* calcula os coeficientes angular e linear, além do coeficiente de determinação (R^2). A plotagem de dados obtidos de uma curva de calibração hipotética, são adicionados na forma de dispersão (Figura 1).

Figura 1 – Curva de calibração para obtenção da equação da reta.

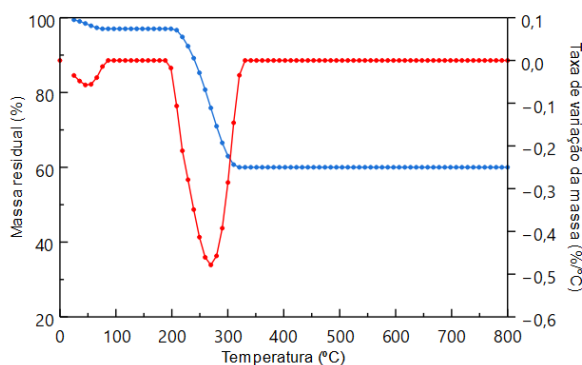


Representação gráfica de uma curva de calibração de um composto qualquer. Figura criada com dados hipotéticos e simulados, por meio do *software LabPlot* (versão 2.12.1).

O *LabPlot* permite a análise de regressão linear, clicando-se com botão direito em cima dos dados plotados. A regressão linear pode ser ajustada, entretanto, o ajuste padrão é o polinômio de grau 1 ($f(x) = c_0 + c_1x$). Na equação da reta, c_0 é o coeficiente linear e c_1 o coeficiente angular.

As derivadas de primeira e/ou segunda ordem podem ser aplicadas, como em análises termogravimétricas, em que a primeira derivada é aplicada aos dados para obtenção da curva DTG. De modo similar, clicando-se com o botão direito sobre a curva de dados é possível aplicar as operações de integral e/ou derivada (de várias ordens). A Figura 2 apresenta a representação gráfica da análise térmica com as curvas termogravimétricas e sua derivada (TG e DTG), com dados simulados e hipotéticos. A curva DTG, obtida pela aplicação da derivada primeira, possibilita a melhor visualização de eventos térmicos pelo aquecimento. Estes eventos térmicos podem ser atribuídos aos processos de decomposição térmica e/ou mudança de fase.

Figura 2 – Curvas termogravimétrica (TG) e derivada (DTG) simuladas.



Representação gráfica das curvas termogravimétrica (TG) e derivada (DTG) simuladas. A curva azul representa a variação da massa residual (%) em função da temperatura, enquanto a curva vermelha corresponde à taxa de variação da massa (%/°C). Observam-se dois eventos térmicos principais, caracterizados por perdas sucessivas de massa ao longo do aquecimento. Figura criada com dados hipotéticos e simulados, por meio do *software LabPlot* (versão 2.12.1).

O *LabPlot* permite ajustar bordas, preenchimentos e outros elementos visuais para atender a esses requisitos. Essas configurações são acessíveis nas propriedades da Folha de Trabalho, em que o usuário pode personalizar o estilo conforme necessário. O *LabPlot* é uma ferramenta versátil e acessível para

visualização e análise de dados, ideal para aplicações acadêmicas e científicas. Nas três oficinas ofertadas aos discentes da UEMG foram abordados conteúdos desde a instalação até técnicas avançadas de plotagem, destacando sua utilidade em química e outras áreas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das palestras foi possível demonstrar o uso do *software LabPlot* por meio da plotagem de dados para visualização, a obtenção de uma equação da reta a partir de uma curva de calibração. Além de realizar a operação de derivada e integral as quais são muito utilizadas em técnicas de análises laboratoriais, por exemplo, termogravimetria, curva de titulação, entre outras. O *LabPlot* é opção valiosa para pesquisadores e estudantes para a representação e análise gráfica de dados

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos desenvolvedores do *software Labplot* e à Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Acadêmica de Ituiutaba.

REFERÊNCIAS

DE OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. **Comunicação e linguagem científica:** guia para estudantes de química. Átomo, 2007.

LABPLOT TEAM. **LabPlot:** a FREE, open source and cross-platform Data Visualization and Analysis software accessible to everyone. Versão 2.12.1. [Software]. 2025. Disponível em: <https://labplot.kde.org>. Acesso em: 10 set. 2025.

AUTORES

João Paulo Trevizan Baú, Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Unidade Acadêmica de Ituiutaba. Bacharel, Licenciado, Mestre e Doutor em Química pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). E-mail: joao.bau@uemg.br.

Caio Batista Costa, Licenciado em Química pela Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Unidade Acadêmica de Ituiutaba. E atualmente discente do curso de

Engenharia Química, pela Universidade de Uberaba (Uniube). E-mail: caiobb2001@outlook.com.

Bruna Cláudia Lourenção, Docente da UEMG Ituiutaba. Licenciada e Doutora em Química Analítica pela Universidade Federal de São Carlos e mestre pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo. E-mail: bruna.lourencao@uemg.br.

Renan Gustavo Coelho de Souza dos Reis, Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduado em Química Bacharelado pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Mestre em Química pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Doutor em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG). E-mail: renan.reis@uemg.br

ENSINO-APRENDIZAGEM DE FÍSICA NA UNIVERSIDADE EM TEMPOS DE INTELIGÊNCIAS ARTIFICIAIS GENERATIVAS

LEANDRO SILVA MORO

Palavras-chave: Ensino Superior; Aprendizagem de Física; Desafios; Possibilidades; Inteligências Artificiais Generativas.

INTRODUÇÃO

O ensino-aprendizagem de Física é uma problemática que acompanha a história do Brasil (PROFIS, 2024; Fazzio; Chaves, 2022; Feynman, 2020). As tensões envolvendo diferentes grupos sociais, relações de poder e decisões acerca do “que ensinar” e “como ensinar” extrapolam documentos oficiais e cursos de formação de professores, pois impõem desafios multifacetados e que se complexificam em tempos de Inteligências Artificiais Generativas (IAGens). De modo que, cabe problematizar: quais são os microcontextos de adoção e apropriação de modelos como *Perplexity*, *Gemini AI* e *ChatGPT* por estudantes dos cursos de Bacharelado em Engenharia Elétrica, Engenharia de Computação e Engenharia Agrônômica na Universidade do Estado de Minas Gerais, unidade Ituiutaba? Em face disso, qual é a especificidade do trabalho pedagógico?

Perguntas dessa natureza podem contemplar aspectos sócio-históricos que o título evoca. Nessa conjuntura indagativa, o objetivo deste resumo é discutir riscos, desafios e possibilidades de usos e apropriações de IAGens para ensinar e aprender Física.

Do ponto de vista do trabalho pedagógico, não há uma única abordagem para ensinar ou teoria infalível, mas combinações que podem oferecer uma compreensão mais crítica do objeto de estudo, ao considerar a diversidade e a complexidade da produção de subjetividades. O que envolve pensar processos de ensino-aprendizagem em que muitos estudantes tendem, desde 2022 com o lançamento do *ChatGPT*, a fazer perguntas às IAGens, cujas respostas são tomadas como certas ou

verdadeiras; em detrimento do desenvolvimento do pensamento crítico, ao confrontar as fontes trazidas por um buscador.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo foram extraídos de atividades propostas pelo docente nos referidos cursos, tais como: situações-problema e listas de exercícios; projetos de ensino; aulas expositivas; artigos; capítulos de livro; e cursos. A metodologia qualitativa empregada envolve uma perspectiva teórico-metodológica e ética, denominada de “núcleo *hard* (duro) da Atividade Humana”, a partir de três dimensões básicas (Vasconcellos, 2023).

A primeira é uma “Análise da Realidade”: onde e como estão professor e estudantes? É preciso entender os microcontextos e o que regem as tecnologias e a educação, marcados histórica e socialmente. A segunda é a “Projeção de Finalidade”: para onde se deseja ir, apesar de todas as incertezas? Com que finalidades e fundamentos se usam e apropriam das IAGens? Para ampliar a experiência humana que está relacionada com (re)produzir conhecimentos, profissionalidade e humanidade? Ou para reduzi-la com foco no consumo, sendo tratada como símbolo de ostentação ou modismo? E a terceira envolve as “Formas de Mediação”: o que fazer para sair de onde se está e chegar onde almeja ir? Qual é o objetivo fundamental do ensino-aprendizagem de Física nos respectivos cursos?

Este trabalho não esgota essas dimensões, mas possibilita uma leitura política do objeto de estudo, no sentido de exercício de reflexão e envolvimento com a problemática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As interpelações dos estudantes em aulas e as atividades acadêmicas apresentadas ao professor de Física por parte significativa dos estudantes apontam cada vez mais para uma realidade de delegação da ação discente às IAGens. Os quais tendem a vê-las como uma autoridade quase inquestionável, aceitando as respostas sem questionar as fontes, sem checar os fatos, métodos, isto é, sem pensar criticamente sobre “o que”, “como” e “a partir de que” foi gerado”. Parte dos riscos em curso residem em transformar os processos de ensino-aprendizagem – que devem

ser ativos, desafiadores e reflexivos – em simples delegações de tarefas às IAGens para alcançar notas e aprovação. Conjectura-se que o maior custo pode ser o não desenvolvimento de habilidades de pesquisa; capacidade de síntese, argumentação e escrita que são essenciais para a formação acadêmica e cidadã.

Diante disso, o primeiro aspecto fundamental que se coloca é a (des)construção da palavra "inteligências". Quando se refere às inteligências, artificiais ou humanas, têm-se a mesma palavra, mas com sentidos que podem ser diferentes. E isso pode impactar muito a relação do indivíduo consigo mesmo, com o outro, a sociedade e a educação, porque pode alterar seus vínculos com o mundo e o seu papel nele (Floridi, 2025). Sabe-se que as IAGens funcionam com base em padrões. Os modelos analisam trilhões de dados e, a partir disso, aprendem a prever qual é a próxima palavra ou imagem mais provável em uma sequência, mas sem compromisso com o conteúdo. Assim, esses modelos não entendem os significados e os sentidos das palavras como um ser humano. Eles apenas processam, combinam e geram textos com alguma coerência e lógica. São processadores de dados extremamente rápidos, não pensadores. Por isso, as IAGens são fundamentalmente diferentes da inteligência humana, uma vez que essa envolve consciência, compreensão, pensamento crítico, julgamento moral, criatividade e capacidade de conectar informações com base em experiências de vida e contextos. Se os estudantes não fizerem essa distinção, correm o risco de usar e se apropriar das IAGens de forma passiva e acrítica, delegando seus processos de aprendizado, que parecem intransferíveis. Porque devem ampliar o seu horizonte existencial e demandam esforço, tempo e outras variáveis.

O segundo aspecto é a adoção do termo no plural com o objetivo de ressaltar que existe uma multiplicidade de modelos de IAGens, os quais condicionam ou não possibilidades e desafios de acessos e variedade de experiências. Então, essa abordagem parece mais precisa e inclusiva, pois reconhece a diversidade de tecnologias e indivíduos que as treinam; coloca em evidência que os acessos e a familiaridade com as IAGens não são uniformes; permite discutir diversos impactos; e demanda investigar quais "IAGens" estão sendo discutidas, quem as desenvolve, como são acessadas e quais são suas implicações para diferentes contextos educacionais.

O terceiro aspecto se refere a necessidade de refletir sobre a atual intersecção da educação superior com as IAGens: que problemas essas tecnologias podem ajudar a resolver e quais também se está criando com isso, isto é, como não se deve utilizar as IAGens? Porque, hoje as decisões pedagógicas não podem se restringir a aspectos de um professor ou estudante, mas também àquilo que poderão fazer e se tornar no futuro como profissionais e sociedade (Santaella, 2025). O físico estadunidense Richard Feynman (1918 -1988) advertiu que aprender é mais do que acumular informações sobre fatos. Trata-se de um processo vivo, em que o entusiasmo pela descoberta potencializa um entendimento mais profundo do mundo. Afinal, só quando se cultiva a curiosidade é que a educação cumpre o seu propósito maior: inspirar mentes a explorar, questionar e criar (Feynman, 2020). As IAGens podem fazer isso? Então, grande parte do trabalho do professor de Física, é fazer com que o estudante se descubra; bem como o outro e o mundo por meio da Física. Por isso, defende-se que cada aula deve ser uma apropriação de cultura(s); valores; processos de tentativas de inclusão. Para que se consiga assegurar os direitos mais básicos de cidadania: o de existir e produzir humanidade, os quais vão ao encontro da abrangência e dos princípios da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394/1996) (Brasil, 2023). Portanto, uma aula, não só de Física, e atividades acadêmicas devem ser celeiros de oportunidades e desafios para que estudantes recebam e ofereçam *feedback* (re)construtivo sobre o seu o processo de aprendizagem e formação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por tudo isso, a complexidade que os usos e apropriações que as IAGens impõem parece mais um desafio humano do que tecnológico. Primeiro porque é preciso questionar se a sociedade e a universidade foram capazes de desenvolver uma estrutura ética para abordar essa questão agora? Segundo porque as universidades podem se tornar instituições de validação de entregas de perguntas ou atividade automatizadas, em detrimento de espaços de convivência, formação intelectual e humana. Por isso, os riscos crescentes dessas transformações não se reduzem a uma suposta fraude universitária, mas desdobram na erosão da própria função pedagógica dos professores e das instituições. Conforme sugere a

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) são necessárias diretrizes institucionais e políticas públicas para que as integrações das IAGens na educação superior não sejam opcionais, periféricas ou tímidas, mas estruturadas e pedagogicamente orientadas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - Lei nº. 9394/96)**, de 20 de dezembro de 1996. 4. ed. [Atualizada até agosto de 2023]. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2020.

Disponível em:

https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/642419/LDB_7ed.pdf. Acesso em: 15 jul. 2025.

ESPAÇO DE APOIO, PESQUISA E COOPERAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA (PROFIS). Sobre Ensino de Física. Projetos Históricos de Ensino de Física. 2024. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/projetos-ef.html>. Acesso em: 30 ago. 2025.

FAZZIO, Adalberto; CHAVES, Alaor. **Ciência para o desenvolvimento sustentável: o papel da Física**. (Coord.). São Paulo, Sociedade Brasileira de Física, 2022. Disponível em:

https://sbfisica.org.br/arquivos/Ciencia_para_Desenvolvimento_Sustentavel_papel_fisica.pdf. Acesso em: 10 jun. 2025.

FEYNMAN, Richard. Richard Feynman no Brasil: ele não estava brincando!

Apetrecho Digital, 1 jun. 2020. Disponível em: <https://apetrecho.digital/feynman-nao-estava-brincando/>. Acesso em: 20 jun. 2025.

FLORIDI, Luciano. Inteligência Artificial e Pareidolia Semântica: Quando Vemos Consciência Onde Não Há Nenhuma. **HBR Italia**, 11 jun. 2025. Disponível em: https://www.hbritalia.it/homepage/2025/06/11/news/lia-e-la-pareidolia-semantica-quando-vediamo-coscienza-onde-non-ce-16307/?fbclid=IwY2xjawLCfhZleHRuA2FlcQlXMQABHmG1C3h3gJKJali3vHmi2Pfjq4m97_c5eR5qQbKchVUEQFyzehsxlHL3iBpZ_aem_lvtTs8vKBhGtfKLFA_HVNuA&sfn=wiwspmo. Acesso em: 20 jun. 2025.

SANTAELLA, Lucia. A Inteligência Artificial sob a Égide da Ética. **Revista Cronos**, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 7–19, 2025. DOI: 10.21680/1982-5560.2025v26n1ID39309. Disponível em:

<https://periodicos.ufrn.br/cronos/article/view/39309>. Acesso em: 20 set. 2025.

UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura). **Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa**. Paris: UNESCO, 2024.

Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000390241>. Acesso em: 5 jun. 2025.

VASCONCELLOS, Celso. [Limite e Poder das Palavras]. **Facebook: Perfil Celso Vasconcellos**, 28 ago. 2023. Disponível em: <https://www.facebook.com/Prof.Celso/posts/pfbid0FRYc51pZh1ofok13a2R5k1ccYFe22oT3s7oBgQzyH3eZ6iHjftCjTeXjuLXBmdjfl>. Acesso em: 27 set. 2024.

AUTOR

Leandro Silva Moro, Docente Temporário na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduado em Licenciatura em Física pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU-Uberlândia), Mestre em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU-Uberlândia), Doutor em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU-Uberlândia). *E-mail*: leandro.moro@uemg.br

O ACD/CHEMSKETCH® COMO APOIO À APRENDIZAGEM DE CONCEITOS QUÍMICOS

DANIELA MENDES MORTATE, LUZ CLARITA RODRIGUES BORGES,
MARAISA RIBEIRO MAMEDE LUIZ, ADRIANA APARECIDA BOSSO
TOMAL

Palavras-chave: Ação extensionista; Oficina didática; Tecnologias digitais de informação e comunicação

INTRODUÇÃO

O ensino de Química ainda enfrenta muitos desafios devido a associação à conteúdos abstratos e de difícil assimilação (Acker e Ferreira, 2023). Tais aspectos estão frequentemente associados ao modelo tradicional de ensino, o qual enfrenta inúmeros desafios na atualidade, entre eles a falta de conexão com a realidade dos estudantes (Vargas *et al.*, 2021).

Nesse contexto, o uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) surge como alternativa para tornar as aulas mais dinâmicas, interativas e alinhadas à linguagem dos estudantes. Entre esses recursos, destaca-se o software ACD/ChemSketch®, que possibilita a construção e visualização de estruturas químicas em 2D e 3D, favorecendo a compreensão de conceitos complexos e promovendo maior integração entre teoria e prática (de Souza *et al.*, 2021).

Diante dessa necessidade de integrar recursos digitais às práticas pedagógicas, o projeto de extensão “*A Utilização do Software ACD/ChemSketch® como Ferramenta para o Ensino de Química – 2ª Edição*” foi desenvolvido com o objetivo de capacitar graduandos do curso de Química da UEMG – Unidade Ituiutaba no uso do software como ferramenta didática e tecnológica para o ensino e aprendizagem de conceitos químicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto contou com a elaboração, planejamento e aplicação de uma oficina didática intitulada “*Utilizando o ChemSketch nas aulas de Química*”, realizada no laboratório de informática da UEMG – Unidade Ituiutaba, em julho de 2025, com carga horária total de 4 horas. O público-alvo foram graduandos do curso de Química, organizados em um único encontro e conduzidos pela coordenadora do projeto e pelos discentes extensionistas envolvidos.

O desenvolvimento da oficina ocorreu em módulos progressivos, que permitiram aos participantes compreender desde conceitos elementares até representações mais avançadas no ChemSketch, favorecendo a aprendizagem gradual e significativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

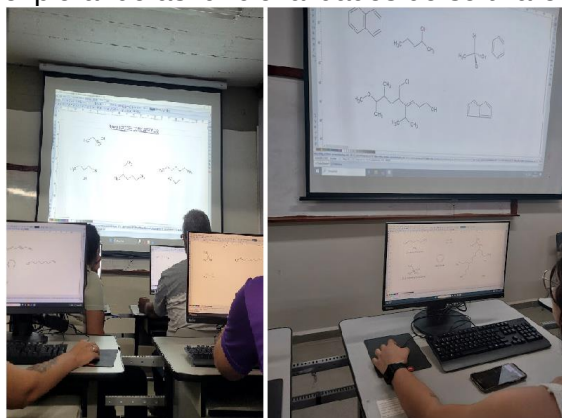
O desenvolvimento da oficina ocorreu de forma progressiva, permitindo que os participantes se familiarizassem com o software e avançassem gradativamente em suas funcionalidades. Inicialmente, os participantes foram introduzidos à interface do software, com explicações sobre as barras de ferramentas e suas funcionalidades, destacando a localização dentro da interface do software, permitindo aos participantes a familiarização com a organização visual.

Em seguida, exploraram a construção e edição de estruturas químicas em 2D (Figura1), inserindo cadeias carbônicas, grupos funcionais, heteroátomos, além de hibridização, organização geométrica das estruturas, nomenclatura IUPAC e visualização das propriedades moleculares básicas, entre outras informações geradas automaticamente pelo software. Durante essa etapa, os participantes foram incentivados constantemente a construir suas próprias estruturas e a testar as funcionalidades trabalhadas, o que garantiu uma participação ativa e colaborativa. Esse envolvimento prático favoreceu a exploração autônoma do software, permitindo que os estudantes experimentassem, identificassem dúvidas e consolidassem os conhecimentos de forma mais interativa e significativa.

O domínio dessas funcionalidades mostrou-se essencial para a aprendizagem em Química, pois possibilita aos estudantes não apenas representar moléculas de forma correta, mas também compreender as relações entre estrutura, nomenclatura e

propriedades. A construção de cadeias carbônicas, a inserção de grupos funcionais e heteroátomos, bem como o reconhecimento da hibridização e da geometria molecular, contribuem para que conceitos muitas vezes abstratos se tornem mais concretos e acessíveis. Além disso, a geração automática de nomenclatura IUPAC e de propriedades moleculares pelo software favorece a consolidação de conhecimentos fundamentais, estimulando a autonomia e a capacidade de análise crítica.

Figura 1 - Participantes explorando as funcionalidades do software



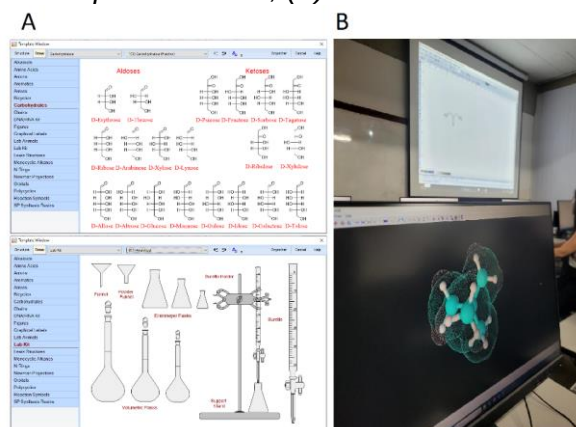
Fonte: Os autores (2025)

Também conheceram o template Window (Figura 2A), que reúne modelos prontos de estruturas e símbolos laboratoriais, facilitando a construção de representações mais complexas de maneira ágil e precisa. Além disso, realizaram atividades utilizando o ChemSketch 3D Viewer (Figura 2B), exportando moléculas do 2D para o 3D e analisando suas geometrias e conformações. Essas ferramentas ampliaram a compreensão dos participantes sobre a relação entre as representações planas e as formas espaciais das moléculas, aspecto essencial para o entendimento das propriedades e fenômenos estruturais, como estereoquímica e interações intermoleculares. O contato com tais recursos reforçou a importância de integrar representações bidimensionais e tridimensionais no processo de ensino-aprendizagem, tornando os conteúdos mais visuais, dinâmicos e próximos da realidade científica.

A avaliação da oficina foi realizada por meio de questionário aplicado ao final do encontro e complementada por observações durante as atividades. Os resultados demonstraram um alto índice de satisfação: 100% dos participantes afirmaram que a oficina atendeu plenamente às expectativas e contribuiu de maneira significativa para

sua formação acadêmica. Os alunos destacaram a clareza das instruções, a praticidade dos exercícios e a relevância do software para a compreensão de conceitos abstratos, além da possibilidade de utilização futura em relatórios e propostas didáticas.

Figura 2 – (A) Modelos do *template Window*; (B) ChemSketch 3D Viewer



Fonte: Os autores (2025)

As respostas também apontaram sugestões de continuidade: 72% dos licenciandos manifestaram interesse em aprofundar o estudo de estruturas mais complexas, enquanto 28% destacaram o interesse em aplicar o ChemSketch em atividades de pesquisa e práticas pedagógicas mais avançadas. Esses resultados confirmam a pertinência da oficina como espaço formativo e revelam o potencial da extensão universitária em aproximar os estudantes de tecnologias digitais inovadoras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos evidenciam que a oficina cumpriu plenamente seus objetivos, contribuindo para a formação acadêmica dos graduandos em Química ao integrar práticas digitais ao ensino. Além de ampliar as competências técnicas, a oficina favoreceu a apropriação do ChemSketch como recurso didático e tecnológico, incorporando seu uso à futura atuação profissional dos participantes. A avaliação da oficina confirma a relevância da proposta e o interesse dos graduandos em novas edições, reafirmando a extensão universitária como espaço de inovação e formação docente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Ituiutaba pelo apoio institucional e ao Programa de bolsa de produtividade em pesquisa (PQ/UEMG - Edital 13/2024).

REFERÊNCIAS

ACKER, C. I.; FERREIRA, M. C. S. A temática “alimentos e as funções cognitivas” no ensino de química orgânica: contribuições para a aprendizagem dos alunos de uma turma de terceiro ano do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 1, p. 46-61, 2023

DE SOUZA, L. D; SILVA, B. V., ARAUJO NETO, W. N., REZENDE, M. J. C. **Tecnologias digitais no ensino de química: uma breve revisão das categorias e ferramentas disponíveis**. *Revista Virtual de Química*, vol. 13, n. 3, p. 713-746, 2021. DOI: 10.21577/1984-6835.20210041

VARGAS, T. C., CRUZ, J. A. S., BIZELLI, J. L., & LEMES, S. DE S. Tecnologias na educação: possíveis ou pretensos impactos na aquisição do conhecimento? **Revista Científica Do UBM**, v.20, n.38, p. 38–50, 2018. DOI: 10.52397/rcubm.v20i38.960

AUTORES

Daniela Mendes Mortate, Discente graduanda do curso de Licenciatura em Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: daniela.24115190@discente.uemg.br

Luz Clarita Rodrigues Borges, Discente graduanda do curso de Licenciatura em Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: luz.241158999@discente.uemg.br

Maraisa Ribeiro Mamede Luiz, Discente graduanda do curso de Licenciatura em Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: maraisa.241150004@discente.uemg.br

Adriana Aparecida Bosso Tomal, Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), Mestra em Química Orgânica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Doutora em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). E-mail: adriana.tomal@uemg.br

OFICINA DIDÁTICA: A QUÍMICA NA PRODUÇÃO DE PRODUTOS DE HIGIENE E BELEZA ARTESANAIS

BRUNA MARQUES NUNES, DANIEL DE OLIVEIRA NASCIMENTO,
HENDRICK VICTOR FRANCO DA COSTA, HENRIQUE SOARES
SILVA, ADRIANA APARECIDA BOSSO TOMAL

Palavras-chave: Contextualização no Ensino de Química; Experimentação; Extensão Universitária.

INTRODUÇÃO

A Química está presente em todas as esferas da vida cotidiana, sendo essencial para a compreensão de inúmeros processos, inclusive aqueles relacionados à produção de produtos de beleza e higiene pessoal (Zucco, 2011). No entanto, quando ensinada de forma meramente teórica e descontextualizada, centrada apenas na memorização de fórmulas e símbolos, a disciplina tende a gerar desinteresse e dificuldades de compreensão por parte dos estudantes (Klein; Lüdke, 2020; Kazmierczak, 2018).

Chassot (1993) ressalta que os conceitos químicos, quando apresentados de modo abstrato e distante da realidade dos alunos, tornam-se incompreensíveis, resultando em desmotivação. Assim, torna-se fundamental repensar as práticas pedagógicas na formação inicial de professores de Química, priorizando estratégias que valorizem o contexto social e cultural do estudante, como oficinas temáticas e atividades práticas contextualizadas. O ensino de Química, quando articulado ao cotidiano, contribui para aprendizagens mais críticas e reflexivas.

Nesse cenário, a proposta do projeto de extensão “Explorando a Química na Elaboração de Produtos de Beleza Artesanais” buscou utilizar a fabricação artesanal de produtos de higiene e beleza artesanais como eixo temático para integrar conteúdos científicos e cotidiano. Estes produtos, embora amplamente presentes no dia a dia, muitas vezes são consumidos sem que sua composição química ou seus

processos de fabricação sejam compreendidos (München, 2012). Cunha et al. (2023) lembram que, desde tempos antigos, substâncias como leite, mel e argila já eram empregadas em cuidados pessoais, ainda que os princípios químicos não fossem conhecidos.

Baseado no exposto acima, o objetivo principal do projeto de extensão foi promover a aprendizagem significativa de conteúdos químicos por meio de uma oficina didática prática e contextualizada, articulando teoria e prática, ciência e cotidiano com o saber científico.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto contou com a elaboração, planejamento e aplicação de uma oficina didática intitulada “Produtos de Beleza e Higiene Artesanais”, realizada no laboratório de Química geral da UEMG – Unidade Ituiutaba, em julho de 2025, com carga horária total de 4 horas. O público-alvo foram graduandos do curso de Química, organizados em um único encontro e conduzidos pela coordenadora do projeto e pelos discentes extensionistas envolvidos.

A partir de uma pesquisa bibliográfica foram selecionados produtos de higiene e beleza artesanal a serem elaborados na oficina, considerando a viabilidade prática, a relevância educativa e o potencial de associação com conceitos químicos. Foram identificados conteúdos como reações de saponificação, propriedades dos óleos essenciais e extração por arraste de vapor.

Para a oficina intitulada foram escolhidos os seguintes itens: sabonete esfoliante de maracujá, sabonete esfoliante de cravo e canela, esfoliante facial com rosa mosqueta e emulsão corporal bifásica refrescante de melancia. As formulações foram previamente testadas em laboratório para garantir viabilidade, segurança e replicabilidade.

Durante o desenvolvimento da oficina didática, a atividade foi organizada em dois momentos: explanação teórica e etapa prática e para avaliação da experiência, foi aplicada uma coleta de dados por meio de questionário de percepção ao final da oficina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A oficina foi dividida em dois momentos principais. No primeiro, os participantes foram apresentados de maneira introdutória e contextualizada aos conceitos químicos relacionados aos produtos de higiene e beleza selecionados, como as reações de saponificação, as propriedades dos óleos essenciais, os métodos de extração e a relação entre matérias-primas e produtos finais (Figura 1). O conteúdo foi organizado de forma clara e acessível, favorecendo a aproximação entre teoria e prática, aspecto ressaltado como essencial na literatura que discute o ensino de Química de forma contextualizada (Elias; Miranda Júnior, 2024).

Figura 1 – Explicação teórica dos conceitos químicos relacionados aos produtos de higiene e beleza selecionados



No segundo momento, com o apoio da equipe organizadora e utilizando Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), os graduandos elaboraram os produtos previamente testados em laboratório: sabonetes esfoliantes, esfoliante facial e emulsão corporal bifásica (Figura 2). Essa etapa prática permitiu a experimentação concreta dos conceitos discutidos, consolidando a compreensão dos processos químicos envolvidos e reforçando o potencial das atividades experimentais no ensino, tal como apontam Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018).

O engajamento do público foi expressivo, e durante as etapas teóricas e práticas surgiram perguntas e reflexões que evidenciam não apenas o interesse dos participantes, mas também a relevância pedagógica da proposta. Além disso, a oficina favoreceu a integração entre ciência e cotidiano, ao estimular a reflexão crítica sobre o uso de materiais acessíveis, práticas sustentáveis e a valorização dos saberes tradicionais em diálogo com o conhecimento científico. Esses aspectos reforçam o

papel da extensão universitária como espaço de inovação, formação docente e aproximação da ciência com a sociedade.

Figura 2 – Elaboração de produtos de higiene e beleza artesanais



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A oficina proporcionou uma experiência formativa que integrou ciência e cotidiano por meio da prática experimental. A proposta atingiu seus objetivos ao tornar o ensino de Química mais atrativo e contextualizado, favorecendo a compreensão de conceitos como saponificação, propriedades dos óleos essenciais e extração por arraste a vapor.

Além de estimular o engajamento e o pensamento crítico dos participantes, a atividade valorizou práticas acessíveis, evidenciando o potencial da produção artesanal de produtos de higiene e beleza como recurso pedagógico e social. O sucesso da ação reforça a importância de projetos de extensão que aproximem universidade e comunidade, contribuindo para a formação docente crítica e inovadora.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Ituiutaba pelo apoio institucional e ao Programa de bolsa de produtividade em pesquisa (PQ/UEMG - Edital 13/2024).

REFERÊNCIAS

CHASSOT, A. I. **Catalisando transformações na educação**. 3ª ed. Ijuí: unijuí, 174 p., 1993.

CUNHA, J. S.; ARAÚJO, S. A. de; SILVA, D. G. da; NASCIMENTO, J. C. do; SILVA, E. S. da; ROCHA, M. E.; SANTOS, T. de O. A química além da beleza: Uma proposta para abordagem das funções orgânicas fundamentada nos cosméticos a partir do ensino por investigação. **Seven Editora**, p. 60–78, 2023. Disponível em: <https://sevenpublicacoes.com.br/editora/article/view/1144>. Acesso em: 14 abr. 2025.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

ELIAS, Talita Rebeca Carvalho; MIRANDA JUNIOR, Pedro. **Cosméticos: uma sequência didática CTS para o ensino de Química**. Produto educacional (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus São Paulo, 2024.

KAZMIERCZAK, E. Aromas e odores: ensino de funções orgânicas em sequências de ensino – aprendizagem. **Actio: docência em ciências**, v. 3, n. 2, p. 214 – 236, 2018.

KLEIN, V.; LÜDKE, E. Cosméticos: concepções de estudantes do Ensino Médio. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e150996959, 2020.

MUNCHEN, S. **Cosméticos: uma possibilidade de abordagem para o ensino de química**. Dissertação (mestrado em ensino de química) – universidade federal de santa maria. 100 p, 2012.

ZUCCO, C. Química para um mundo melhor. **Química Nova**, v. 34, n. 5, p. 733, 2011. Disponível em: SciELO. Acesso em: 24 abr. 2025. DOI:10.1590/S0100-40422011000500001.

AUTORES

Bruna Marques Nunes, Discente graduanda do curso de Licenciatura em Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: bruna.1599545@discente.uemg.br

Daniel de Oliveira Nascimento, Discente graduando do curso de Licenciatura em Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: daniel.1599349@discente.uemg.br

Hendrick Victor Franco da Costa, Discente graduando do curso de Licenciatura em Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: hendrick.1599275@discente.uemg.br

Henrique Soares Silva, Discente graduando do curso de Licenciatura em Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: henrique.1599338@discente.uemg.br **Adriana Aparecida Bosso Tomal**, Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), Mestra em Química Orgânica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Doutora em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). E-mail: adriana.tomal@uemg.br

**EXPLORANDO A QUÍMICA NO COTIDIANO: AÇÕES
EXTENSIONISTAS PARA DIVULGAÇÃO DO CURSO DE QUÍMICA DA
UNIDADE ACADÊMICA DE ITUIUTABA**

**RAFAELLA FERREIRA MAIA, KAREN ARAÚJO BORGES; LARISSA
PEREIRA CAETANO**

Palavras-chave: mídias sociais; curso de Química; divulgação científica.

INTRODUÇÃO

A Química é a ciência que estuda a matéria, investiga as suas propriedades, estrutura, composição e as transformações que ela pode sofrer, incluindo ainda a energia envolvida nesses processos. Ela está presente em diferentes contextos do cotidiano, desde os fenômenos biológicos até os avanços tecnológicos (Sansão, 2013). No entanto, sua percepção no ambiente escolar e acadêmico ainda é marcada pela ideia de disciplina abstrata e de difícil compreensão, o que contribui para o desinteresse e até para a evasão no Ensino Superior (Dropo et al., 2024; Lopes, 2019; Maganhi & Caetano, 2025).

Nesse cenário, projetos de extensão surgem como alternativas eficazes para aproximar a ciência da sociedade, promovendo experiências que favorecem a permanência dos estudantes e a valorização do curso (Maganhi & Caetano, 2025; Schirmer et al., 2021). O projeto de extensão “O Universo da Química pelas mídias sociais” utiliza o Instagram como principal veículo de divulgação científica, com o propósito de democratizar o conhecimento, estimular a alfabetização científica e ampliar o alcance das ações acadêmicas para além do espaço universitário (Cruz, 2020; Ferreira et al., 2024; Salvino da Silva & Leite, 2024).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente projeto de extensão adota as mídias sociais como escolha primordial para a popularização do conhecimento químico e a promoção do curso de Química

da UEMG – Unidade Acadêmica de Ituiutaba, reconhecendo seu potencial em aproximar a ciência do público em geral por meio de uma comunicação acessível e dinâmica.

O projeto utilizou a plataforma do Instagram vinculada à página do Facebook, cujas contas (@quimicauemg.itba e "Química UEMG Ituiutaba") já estão ativas desde 2021, desenvolvidas em ações extensionistas anteriores. Para a produção dos elementos visuais, como infográficos, foi empregado o software Canva, uma ferramenta de design gráfico que facilita a criação de conteúdo atrativo. A edição de vídeos curtos ocorreu por meio do aplicativo Capcut ou o formato Reels do próprio Instagram.

O presente trabalho descreve duas ações extensionistas realizadas esse ano pelas mídias sociais do curso de Química:

1. O II Concurso de Fotografia do Curso de Química da UEMG Ituiutaba: "Química em Imagens – Edição 2025", que promoveu a observação de fenômenos químicos no cotidiano e contou com a participação de estudantes de diferentes cursos da unidade de Ituiutaba e da comunidade externa;
2. Vídeos de divulgação da XXV Semana da Química, evento aberto à comunidade acadêmica e ao público em geral, utilizados como estratégia de engajamento e aproximação entre ciência e sociedade.

As postagens foram monitoradas por métricas de alcance, interação e compartilhamentos, permitindo avaliar o impacto das ações e guiando um aperfeiçoamento contínuo da estratégia de comunicação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das métricas de interação obtidas no Instagram "@quimicauemg.itba" ao longo do desenvolvimento do projeto, em particular com a veiculação dessas duas ações de divulgação, evidenciou que a utilização planejada das mídias sociais representa um instrumento eficiente para conectar tanto a comunidade acadêmica quanto o público externo ao curso de Química da UEMG – Unidade Ituiutaba.

O II Concurso de Fotografia "Química em Imagens – Edição 2025" consolidou-se como uma iniciativa de grande alcance, superando o propósito inicial de estimular a observação científica do cotidiano. Ao ser promovido integralmente pela plataforma

Instagram, o concurso atraiu ampla participação, refletida em números expressivos de curtidas, comentários, salvamentos e compartilhamentos das fotos selecionadas e publicadas no feed. Além de fortalecer a visibilidade do perfil institucional (@quimicauemg.itba), a ação promoveu integração entre a comunidade acadêmica e a sociedade, demonstrando o potencial das mídias sociais como recurso extensionista e de valorização da ciência. A votação das fotografias por meio de enquetes, aliada ao engajamento espontâneo dos participantes, confirmou a efetividade da proposta como ferramenta de divulgação científica e de aproximação com a população.

A evolução das métricas do perfil no período do concurso (lançamento em 09 de junho e divulgação do pódio em 09 de julho) demonstrou crescimento significativo nas visualizações, no número de seguidores e na taxa de engajamento (Tabela 1), indicando que ações criativas e interativas contribuem diretamente para a consolidação da presença digital da instituição e para a atração de potenciais estudantes.

Paralelamente, os vídeos curtos em formato “Reels” se destacaram como estratégia eficaz de divulgação da XXV Semana da Química, evento aberto à comunidade acadêmica e ao público em geral. Esse recurso promoveu maior disseminação das informações e ampliou a visibilidade do evento. As métricas demonstraram desempenho expressivo em termos de visualizações, curtidas e compartilhamentos, reforçando o papel das mídias sociais como ferramenta de popularização da ciência e de fortalecimento do vínculo entre universidade e sociedade. A seguir, a Tabela 1 sintetiza os principais indicadores de desempenho coletados durante as ações extensionistas:

Tabela 1 – Desempenho das ações extensionistas no Instagram (@quimicauemg.itba).

Ação	Período	Curtidas	Compartilhamentos	Visualizações	Seguidores (+)	Engajamento (%)
II Concurso de Fotografia “Química em Imagens – Edição 2025	jun-jul/2025	327	186	2.906	43	889
		318	147	3.367	78	1.154
		50	13	1.692	2	567

Vídeos					
“Reels” –		153	4.997	3	3.412
Divulgação	set/202				
da Semana	5	55	2.109	1	1.402
da Química					

Fonte: Dados extraídos das métricas do Instagram (2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Projetos de divulgação científica como este evidenciam o papel estratégico das mídias sociais na popularização da ciência e no fortalecimento da imagem institucional. O II Concurso de Fotografia “Química em Imagens – Edição 2025” e os vídeos da Semana da Química mostraram-se eficazes para ampliar a visibilidade do curso de Química da UEMG – Ituiutaba e para promover maior interação entre a universidade e a comunidade. Tais ações não apenas aproximam o público do cotidiano universitário, mas também contribuem para atrair novos discentes e reafirma a importância da extensão universitária como prática essencial nas universidades públicas.

AGRADECIMENTOS

PAEX-UEMG (01/2025).

REFERÊNCIAS

- CRUZ, M. D. S. C. Redes sociais virtuais: percepção, finalidade e a influência no comportamento dos acadêmicos. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 12433-12446, 2020.
- DROPO, A. S. et al. (2024). A EVASÃO NOS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA DO BRASIL: UMA ANÁLISE DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS. **SciELOPreprints**. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/download/10335/version/10921/18945/19550>.
- FERREIRA, I. B. S. et al. O USO DAS MÍDIAS SOCIAIS NAS AULAS DO CURSO DE QUÍMICA NO CURSO UNIVERSITÁRIO. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro - OJSBR**, 2019. (Este artigo, embora com foco no ensino, confirma a ampla utilização de plataformas como WhatsApp e YouTube no contexto de cursos de Química).

LOPES, A. S. (2019). Permanência e Evasão no Curso de Licenciatura em Química: Um Estudo a Luz da Matriz do Estudante. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual de Londrina (UEL). Disponível em: <https://pos.uel.br/pecem/teses-dissertacoes/permanencia-e-evasao-no-curso-de-licenciatura-em-quimica-um-estudo-a-luz-da-matriz-do-estudante/>

MAGANHI, S. H.; CAETANO, L. P. Divulgação Científica do curso de Química pelas mídias sociais In: BAÚ, J. P. T. (org.). **Projetos integradores em química: ensino, pesquisa e extensão na UEMG-Ituiutaba**. Ponta Grossa: Atena, 2025. p. 131-143. Disponível em: <https://doi.org/10.22533/at.ed.6622521087>.

SANSÃO, Inácia Maria. O ensino de Química e o cotidiano: contribuições para uma aprendizagem significativa. 2013. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/34291>. Acesso em: 28 set. 2025

SALVINO DA SILVA, J. W., & LEITE, B. S. Investigando a divulgação científica da Química em páginas do Instagram: um estudo de caso. **Ensino De Ciências E Tecnologia Em Revista – ENCITEC**, 14(1), 2024.

SCHIRMER, D. et al. (2021). Que bom ter você aqui: uma ação de extensão no curso de licenciatura em química da UFAC. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 5, p. 2442-2453. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/5119/3561>.

AUTORES

Rafaella Ferreira Maia, Discente graduanda do curso de Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Email: rafaella.2511502139@discente.uemg.br

Karen Araújo Borges, Docente da UEMG Ituiutaba. Bacharel, licenciada e Doutora em Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Mestrado na mesma instituição na área de Química Orgânica. E-mail: karen.borges@uemg.br

Larissa Pereira Caetano, Docente da UEMG Ituiutaba. Bacharel em Biotecnologia e Mestre em Genética e Bioquímica pela Universidade Federal de Uberlândia. Doutoranda em Bioquímica pelo Instituto de Biotecnologia da UFU. E-mail: larissa.caetano@uemg.br.

DETERMINAÇÃO DA ENERGIA DE ORBITAIS MOLECULARES DO BENZENO PELOS MÉTODOS DE HÜCKEL, HARTREE-FOCK E DFT

JORDANA DA SILVA GONÇALVES, GILBERTO AUGUSTO DE OLIVEIRA BRITO

Palavras-chave: Benzeno; Hückel; Hartree-Fock; DFT.

INTRODUÇÃO

O benzeno é o arquétipo das moléculas aromáticas e sua estrutura eletrônica vem sendo estudada a mais de 100 anos. O objetivo desses estudos é a investigação para aprimorar a descrição da estrutura desta molécula e o uso dos conhecimentos obtidos em moléculas com anéis aromáticos ou de substâncias com unidades hexagonais de carbono (Medina et al., 2014; Liu *et al.*, 2020; Esselman et al., 2023).

Na molécula de benzeno (C_6H_6), cada um dos 6 carbonos possui 3 orbitais híbridos sp^2 , de forma que cada átomo de C faz 3 ligações σ com outros 2 átomos de C e com um átomo de H no plano do anel aromático. Os 6 orbitais atômicos $2p_z$ dos átomos de C, perpendiculares ao plano do anel aromático, formam ligações π . Os seis elétrons p são deslocalizados e tal propriedade atribui ao benzeno uma série de propriedades como a equivalência de todas as ligações covalentes carbono-carbono (1,3971 angstrom) e a estabilidade da molécula. (Hernández-Espinosa *et al.*, 2020; Heo *et al.*, 2022)

Uma aproximação para o estudo da estrutura eletrônica do C_6H_6 é a Teoria de Orbital Molecular de Hückel (teoria HMO) ou método de Hückel. Nesse método, usado para sistemas p conjugados, obtém-se, a partir do determinante secular de Hückel, os níveis de energia π (para o benzeno, níveis de energia de três orbitais p ligantes e três orbitais p antiligantes, sendo que os 6 elétrons p ocupam os orbitais ligantes). Este determinante é composto de termos de “energia”, as integrais coulombianas e de ressonância, que são denominadas a e b para os hidrocarbonetos. No benzeno,

assume-se que cada átomo de C tem os mesmos α e cada par de átomos adjacentes tem β iguais (Levine, 2014)

Embora seja uma aproximação simples, a Teoria HMO é um ponto de partida útil e o precursor de métodos mais sofisticados que incluem correlação eletrônica, efeitos magnéticos e vibracionais, todos necessários para reproduzir quantitativamente propriedades observadas do benzeno. (Levine, 2014)

Outra abordagem para o estudo da estrutura eletrônica do benzeno é o uso dos métodos de Hartree-Fock (HF) e da Teoria do Funcional de Densidade (DFT). Estes métodos proporcionam considerável incremento no grau de precisão no cálculo das energias, densidades eletrônicas, orbitais moleculares e *gap* (diferença de energia entre o orbital molecular ocupado de maior energia, HOMO, e o orbital molecular desocupado de menor energia, LUMO). (Jensen, 2017; Tewari, 2024)

No método de HF, cada elétron orbita em um campo médio criado pelos outros elétrons. Também se consideram os termos de troca, porém, ignora-se a correlação eletrônica. A aplicação deste método para o benzeno permite determinar potenciais superficiais, superfícies de densidade de probabilidade eletrônica constante, energias de excitação e energias de ligação. Porém, por não se considerar a correlação eletrônica, tais propriedades podem ser sistematicamente super ou subestimadas. (Levine, 2014)

A DFT é um meio-termo prático entre custo computacional e exatidão: ao invés de tratar todos os pares de interação eletrônica explicitamente, ela trabalha com a densidade eletrônica como variável de entrada, utilizando funcionais para lidar com a energia de troca e a de correlação. As funções de troca-correlação modernas conseguem apreender os efeitos de deslocalização dos elétrons π do benzeno, bem como estimativas aceitáveis para os gaps eletrônicos, excitações etc., que não são identificadas nem precisas na Teoria HMO (Jensen, 2017).

O presente trabalho tem por objetivo comparar os valores de energia dos orbitais moleculares da molécula de benzeno estudadas com a Teoria HMO, o método HF e a DFT.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o cálculo das energias dos orbitais da molécula de benzeno com o método HMO, foram utilizadas informações da literatura sobre os valores de a e b . Os cálculos com os métodos Hartree-Fock e DFT foram realizados com o software Orca 6.0. Nos cálculos com DFT, foram utilizados: o funcional B3LYP em conjunto com a base def2-SVP(DFT). Os cálculos com Hartree-Fock foram realizados com uma variante deste (RHF) com a base def2-SVP. Os resultados dos dois métodos computacionais foram tratados com o software Avogadro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão os valores de energia dos orbitais moleculares calculados pelos métodos HF e DFT. HOMO corresponde ao orbital molecular ocupado de mais alta energia e HOMO-1 HOMO-2 são o orbitais moleculares cujos níveis de energia vêm imediatamente ao nível de energia do HOMO. LUMO é o orbital molecular desocupado de menor energia enquanto LUMO+1 e LUMO+2 correspondem aos orbitais com nível de energia imediatamente maior do que a energia do LUMO. Os orbitais HOMO são orbitais ligantes e os orbitais LUMO são orbitais antiligantes. Seis elétrons estão nos orbitais HOMO (no estado fundamental do benzeno).

Tabela 1 – Energias dos orbitais moleculares (em eV) obtidas pelos diferentes métodos computacionais para o benzeno.

Orbital	DFT (B3LYP/def2-SVP)	HF (RHF/def2-SVP)
LUMO+2	1,640	4,948
LUMO+1	-0,155	3,618
LUMO	-0,156	3,618
HOMO	-6,875	-9,175
HOMO-1	-6,877	-9,176
HOMO-2	-9,329	-13,495

Para comparar os valores de energia da Tabela 1 com os valores obtidos com o método HMO, devem ser consideradas as expressões de energia dos orbitais p ligantes e antiligantes: $e_i = a + 2b$, $a + b$, $a + b$, $a - b$, $a - b$, $a - 2b$. Considerando a igual ao valor negativo do primeiro potencial de ionização do benzeno e b igual à energia de ressonância do benzeno (calculada experimentalmente a partir de

entalpias de combustão, os valores de ϵ_i podem ser calculados). Os valores a serem utilizados são $a = -9,25$ eV e $b = -1,22$ eV. Os valores de energia dos orbitais ligantes e antiligantes estão na Tabela 2. (Stevenson, 1972; Grubb *et al.*, 1984; Levine, 2014)

Tabela 2 – Energias dos orbitais moleculares (em eV) obtidas pelo método de Hückel para o benzeno.

ϵ_i	Energia
ϵ_1	-11,7
ϵ_2	-10,5
ϵ_3	-10,5
ϵ_4	-8,03
ϵ_5	-8,03
ϵ_6	-6,81

As energias ϵ_1 , ϵ_2 e ϵ_3 correspondem aos orbitais ligantes e as energias ϵ_4 , ϵ_5 e ϵ_6 aos orbitais antiligantes.

Os métodos Hartree-Fock e DFT consideram as contribuições de todos os orbitais atômicos dos átomos de carbono e hidrogênio do benzeno. Isto leva a diferenças nos valores de energia calculados. No caso dos métodos de Hückel e DFT, os valores de energia são todos negativos, porém, no método DFT os valores em módulo são muito menores. Já no método HF, embora os valores de energia dos orbitais ligantes sejam próximos aos do método HMO, os valores de energia dos orbitais antiligantes são positivos. Em termos de estrutura dos níveis de energia, os métodos tiveram resultados análogos: 2 orbitais ligantes degenerados e 2 orbitais antiligantes degenerados. Os valores de energia calculados pelo método HF é o mais próximo dos valores encontrados na literatura que utilizam o método de Interação de Configuração. (Niessen, 1976)

Os valores do *gap* HOMO-LUMO, tanto no método HF quanto DFT, é da ordem de aproximadamente 6 eV, próximo ao valor encontrado na literatura. Embora os valores das energias dos orbitais moleculares serem muito diferentes, o DFT descreve bem o *gap* HOMO-LUMO. Os valores diferentes obtidos no método DFT se deve a que os orbitais calculados não são verdadeiros orbitais como os obtidos no método HF. (Niessen, 1976; Jensen, 2017)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores de energia dos seis elétrons de maior energia da molécula de benzeno calculados mostraram que o método HF dá melhores resultados. Isto se deve à consideração ao termo de troca e à utilização de uma base adequada.

AGRADECIMENTOS

Um dos autores agrade à FAPEMIG pela bolsa de iniciação científica concedida.

REFERÊNCIAS

- ESSELMAN, Brian J.; ZDANOVSKAIA, Maria A.; OWEN, Andrew N.; STANTON, John F.; WOODS, R. Claude; McMAHON, Robert J. Precise equilibrium structure of benzene. **Journal of the American Chemical Society**, [S. l.], v. 145, n. 40, p. 21785-21797, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1021/jacs.3c03109>.
- GRUBB, S. C. A precise determination of the first ionization potential of benzene. **Chemical Physics Letters**, v. 108, n. 5, p. 420-424, 1984.
- HEO, In; LEE, Jong Chan; ÖZER, Begüm Rukiye; SCHULTZ, Thomas. Mass-correlated high-resolution spectra and the structure of benzene. **The Journal of Physical Chemistry Letters**, v. 13, p. 8278-8283, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jpcllett.2c02035>.
- HERNÁNDEZ-ESPINOSA, Y.; MÉNDEZ-SÁNCHEZ, R. A.; SADURNÍ, E. On the electronic structure of benzene and borazine: an algebraic description. **Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics**, 2020. In press. DOI: <https://doi.org/10.1088/1361-6455/ab7c3e>.
- JENSEN, Frank. **Introduction to computational chemistry**. 3. ed. Chichester, UK; Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2017.
- LEVINE, Ira N. **Quantum chemistry**. 7. ed. Boston: Pearson, 2014.
- LIU, Yu; KILBY, Phil; FRANKCOMBE, Terry J.; SCHMIDT, Timothy W. The electronic structure of benzene from a tiling of the correlated 126-dimensional wavefunction. **Nature Communications**, v. 11, n. 1210, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15039-9>.

MEDINA, J.; AVILÉS, F.; TAPIA, A. The bond force constants of graphene and benzene calculated by density functional theory. **Molecular Physics: An International Journal at the Interface Between Chemistry and Physics**, [S. l.], [s. n.], [s. d.].

NIESSEN, W; L. S. CEDERBAUM, L. S.; KRAEMER, W. P. **The electronic structure of molecules by a manybody approach. I. Ionization potentials and oneelectron prop perties of benzene.** The Journal of Chemical Physics **65**, 1378 (1976).

STEVENSON, G. R. The Determination of the resonance energy of benzene. A physical chemistry laboratory experiment **Journal of Chemical Education**, v. 49, n. 11, p. 781-782, 1972.

TEWARI, Devesh. An overview of computational chemistry. **Journal of Medicinal Organic Chemistry**, v. 07, n. 4, p. 237-238, 2024.

AUTORES

Jordana da Silva Gonçalves, Discente graduando do curso de Licenciatura em Física na Universidade Federal de Uberlândia (UFU-Ituiutaba). E-mail: jordana.goncalves@ufu.br

Gilberto Augusto de Oliveira Brit, Docente na Universidade de Uberlândia (Campus do Pontal – Ituiutaba-MG). Graduado em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Mestre em Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Doutor em Físico-Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). E-mail: gilberto.oliveira@ufu.br

AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE CORANTE VERDE DE MALAQUITA EM BIOMASSA DE CAPIAÇU

**RENAN GUSTAVO COELHO DE SOUZA DOS REIS, HUBERT ANDRÉ
DOS SANTOS**

Palavras-chave: Adsorção; bioadsorvente; cinética

INTRODUÇÃO

O crescente desenvolvimento industrial gerou modernidade e conforto, porém a cada ano acarreta maior preocupação com os dejetos gerados, sejam efluentes gasosos ou líquidos (GEETHA e colaboradores, 2020).

Os corantes utilizados em diversos na manufatura para diversos produtos, se destacam como resíduos de efluentes líquidos, para evitar problemas ambientais em regiões aquíferas, capazes de afetar toda uma cadeia biológica (HILLER CONNELL e KOZAR, 2017).

No mesmo sentido o desenvolvimento de possíveis materiais capazes de auxiliar a remoção ou a redução da concentração de corantes descartados promove a inovação tecnológica e sustentável (MOSTAFA e colaboradores, 2023).

O processo físico químico de adsorção, auxilia na redução do teor de pigmentos. A interação de transferência pode ocorrer por interações físicas ou interações químicas, dependendo da natureza do adsorvente e do adsorvato, tendo sua velocidade e eficiência afetados por fatores como cinéticos e morfológicos (SCHMITZ e colaboradores, 2021).

Destacando a busca por materiais que tenham características favoráveis ao processo de adsorção. Diversos estudos evidenciam a possibilidade da utilização de biomassa residuais (cascas, folhas, sementes) (HILLER CONNELL e KOZAR, 2017).

No presente trabalho foi estudada a relação cinética da remoção do corante verde de Malaquita, utilizado como biomaterial, folhas de Capiáçu (*Pennisetum*

purpureum Schumach), uma espécie de forrageira, cultivada na Fazenda experimental da UEMG (Faexp).

MATERIAL E MÉTODOS

As folhas de capiaçu coletadas na Faexp, foram armazenadas em estufa com temperatura de 80 °C por 72 horas, cortadas em tiras de 2 cm e trituradas em liquidificador, posteriormente encaminhadas à mufla e aquecidas até o patamar de 200 °C, permanecendo nessa temperatura por 5 horas.

Para os estudos cinéticos, as condições ajustadas em uma mesa agitadora com controle de temperatura, foram 27°C e agitação de 120rpm. Os experimentos ocorreram em triplicata realizados em 10 Erlenmeyers de 125mL, contendo soluções de 50mL, com concentração inicial de 330mg/L de corante e massa do adsorvente de 0,1g. Os intervalos de tempo para a retiradas das amostras de 2; 5; 7; 10; 15; 30; 60; 90; 120; 180 minutos.

As leituras para verificação de concentração, foram por ponto fixo no comprimento de onda de 617nm.

Os valores de absorbância foram mesurados ao final de cada um dos dez tempos desejados, partindo de 200μL de solução diluídas em 4mL em cubeta. A resposta da quantidade de corante presente em solução fornece a concentração de corante no instante da leitura (C_e). Conhecendo a massa do adsorvente (m) e o volume da solução (V) é possível calcular a quantidade de corante adsorvido no material (q_e) pode ser calculada pela equação 1. Enquanto o rendimento R pode ser encontrado pela equação 2.

$$q_e = (C_0 - C_e) \frac{V}{m} \quad \text{Equação 1}$$

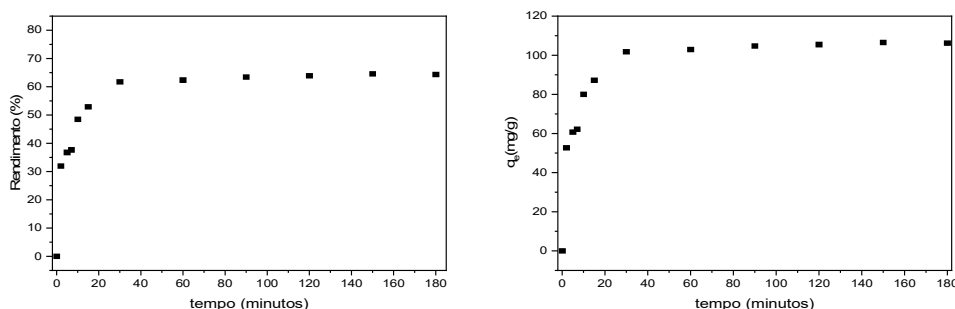
$$R = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} 100 \quad \text{Equação 2}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Equilíbrio e cinética de adsorção

A Figura (1a) apresenta a curva da quantidade adsorvida no material e a Figura (1b) o rendimento de adsorção, sendo observado uma remoção alta nos primeiros minutos, o equilíbrio de adsorção é verificado a partir de 90 minutos, com 64% de adsorção e 104,7mg/g de corante adsorvido.

Figura 1 Processo de adsorção do corante verde de Malaquita em capiaçu (a) porcentagem de remoção; (b) capacidade adsorviva.



Fonte: os autores

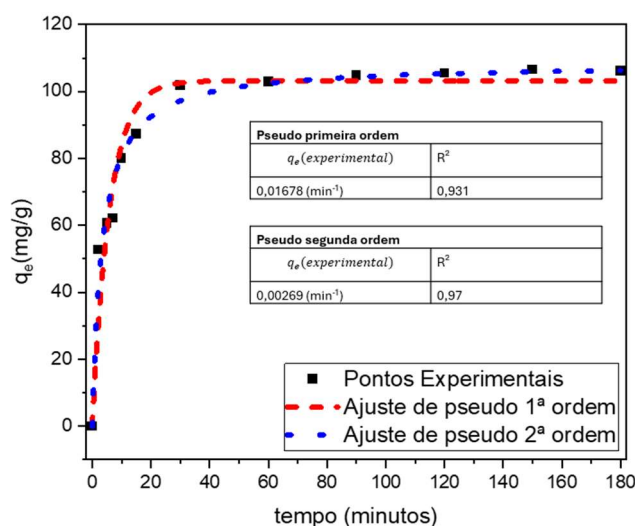
Os estudos cinéticos levaram em consideração os modelos de pseudo primeira ordem e pseudo segunda ordem. O modelo de pseudo primeira ordem que representa um sistema que a velocidade de adsorção é relacionada com a variação na concentração do adsorbato em solução e o número de sítios ativos no adsorvente (CHIOU e LI, 2002), representada pela equação 3, sendo k_1 a constante de pseudo primeira ordem (min^{-1}) e $q_e - q_t$ a diferença entre a quantidade de corante adsorvido no material no instante de equilíbrio e no tempo qualquer (mg/g). O modelo de pseudo segunda ordem (HO e CHIANG, 2001), no qual a velocidade de adsorção depende da quantidade de soluto na superfície do adsorvente e na quantidade adsorvida no equilíbrio, equação 4, com k_2 a constante de pseudo segunda ordem ($\text{g}_{\text{adsorvente}}/\text{mg}_{\text{adsorvida}} \text{ min}^{-1}$) e $q_e - q_t$ a diferença entre a quantidade de corante adsorvido no material no instante de equilíbrio e no tempo qualquer (mg/g).

$$\frac{dq_t}{dt} = k_1(q_e - q_t) \quad \text{Equação 3}$$

$$\frac{dq_t}{dt} = k_2(q_e - q_t)^2 \quad \text{Equação 4}$$

A Figura 3 apresenta os dois ajustes cinéticos, sendo possível verificar um bom ajuste para ambos os modelos, sendo o modelo de predominância de pseudo segunda ordem, fato que também foi observado (SOUZA e colaboradores, 2021) para a remoção do mesmo corante utilizando caroços de açaí, estudando forrageira similar por (DA CONCEIÇÃO e colaboradores, 2021), o capim elefante, para adsorção de corante alimentício também evidenciou que a curva de melhor ajuste cinético foi a de pseudo segunda ordem.

Figura 2 – Modelos cinéticos de capacidade adsorptiva



Fonte: os autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O capiaçu tende a ser um bioadsorvente promissor, sendo necessários mais estudos, a cinética de pseudo primeira ordem observada em outros estudos parece ser o mecanismo típico para o processo.

AGRADECIMENTOS

Pela concessão da bolsa à PROPPG – UEMG pela bolsa de Produtividade em Pesquisa Edital nº 13/2024, ao Drº Alexsandro Nunes Colin pela liberação do LABEPE – Laboratório de Pesquisa Ensino e extensão da UEMG, à parceria com a FAEXP – UEMG pela disponibilidade do capim elefante e aos colaboradores do GEPEA

REFERÊNCIAS

CHIOU, Ming-Shen; HO, Pang-Yen; LI, Hsing-Ya. Adsorption of anionic dyes in acid solutions using chemically cross-linked chitosan beads. **Dyes and pigments: an international journal**, v. 60, n. 1, p. 69–84, 2004. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/s0143-7208\(03\)00140-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0143-7208(03)00140-2)>.

DA CONCEIÇÃO SOUSA AMORIM, Alzinete; VIEIRA, Fernando Fernandes. estudo comparativo entre o bioadsorvente (capim- elefante) e o carvão ativado comercial para remoção de corantes têxteis em águas residuárias.

GEETHA, M. P.; PRATHEEKSHA, P.; SUBRAHMANYA, Bhat K. Development of functionalized CuO nanoparticles for enhancing the adsorption of methylene blue dye. **Cogent engineering**, v. 7, n. 1, p. 1783102, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/23311916.2020.1783102>>.

HILLER CONNELL, K. Y.; KOZAR, J. M. Introduction to special issue on sustainability and the triple bottom line within the global clothing and textiles industry. **Fashion and TextilesSpringer Singapore**, 2017.

HO, Y. S.; CHIANG, C. C. Sorption studies of acid dye by mixed sorbents. **Adsorption**, v. 7, p. 139-e147, 2001.

MOSTAFA, A. G.; EL-HAMID, A. I.; AKL, M. A. Surfactant-supported organoclay for removal of anionic food dyes in batch and column modes: adsorption characteristics and mechanism study. **Applied Water Science**.

SCHMITZ, A.P., de O.; VIEIRA, M.; ANTONIOLLI, C., A. estudo da cinética de adsorção do carvão ativado impregnado com óxido de grafeno. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 10732–10743, 2021.

SOUSA, A. A. O.; OLIVEIRA, T. S.; AZEVEDO, L. E. C. Adsorção do corante básico Verde Malaquita via carvão ativado a partir do caroço de açaí. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e49110212871, 2021.

AUTOR

RENAN GUSTAVO COELHO DE SOUZA DOS REIS: Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduado em Química Bacharelado pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Mestre em Química pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Doutor em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG). E-mail: renan.reis@uemg.br

HUBERT ANDRÉ NUNES DOS SANDOS: Graduado em Química Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: hubertandre88@gmail.com

DESENVOLVIMENTO DE UM BIOPRODUTO ENCAPSULADO DE ÓLEO DE NEEM E RESÍDUOS VEGETAIS PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

EVELINE SOARES COSTA; IZAMARA SOUSA DOS SANTOS BRAZ;
REGIANE AMAZONAS DE OLIVEIRA

Palavras-chave: *Azadirachta indica*; Bioestimulante vegetal; *Spray Dryer*.

INTRODUÇÃO

Diariamente, grandes quantidades de resíduos vegetais são descartados sem que seu potencial para adubação orgânica seja aproveitado. De acordo com Ayres (2025), adubos orgânicos consistem em materiais de origem vegetal ou animal que, após processos físicos, químicos e/ou biológicos, tornam-se eficientes no fornecimento de nutrientes para as plantas e na melhoria das propriedades do solo (COELHO et.al, 2023).

Paralelamente, a crescente preocupação com questões ambientais têm incentivado o desenvolvimento de insumos agrícolas sustentáveis, incluindo não apenas fertilizantes, mas também defensivos biológicos. Nesse contexto, o óleo de neem (*Azadirachta indica*) destaca-se como um biopesticida promissor, sendo amplamente utilizado no controle de pragas. Sua principal substância bioativa, a azadiractina, age por ingestão, inibindo a alimentação de aproximadamente 200 espécies de insetos (MORDUE & NISBET, 2000; COSTA, et al.; 2021). Além disso, o neem apresenta baixa toxicidade para mamíferos, biodegradabilidade e curta persistência no ambiente (CARVALHO et al., 2008), características que o tornam compatível com os princípios da agricultura sustentável.

No entanto, tanto os extratos vegetais ricos em nutrientes quanto o óleo de neem enfrentam desafios relacionados à sua instabilidade, susceptibilidade à degradação, dificuldade de armazenamento e aplicação prática. É nesse aspecto que tecnologias de processamento como a secagem por *spray dryer* ganham relevância.

Consolidada na indústria de alimentos, essa técnica permite a transformação de líquidos em pó por meio de atomização e desidratação, resultando em produtos estáveis, de volume reduzido e com maior vida útil (FREITAS et al., 2019). A microencapsulação usando agentes carreadores como a maltodextrina surge como uma estratégia eficaz para proteger compostos bioativos, facilitando sua aplicação controlada no solo.

Desse modo, a combinação de resíduos vegetais (fonte de nutrientes) e óleo de neem (agente de controle biológico) em um único produto microencapsulado por *spray dryer* representa uma abordagem inovadora e alinhada com os preceitos da economia circular. Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade da secagem por *spray dryer* de um extrato obtido a partir de resíduos vegetais em combinação com óleo de neem, utilizando maltodextrina como agente encapsulante, visando a produção de um insumo integrado para a agricultura sustentável.

MATERIAL E MÉTODOS

A secagem do extrato vegetal foi realizada no Laboratório de Biomateriais e Produtos Naturais, localizado no Bloco A2 da UEMG, unidade de Ituiutaba/MG. Para o processo de secagem por *spray dryer* foi utilizado extrato de resíduos vegetais, maltodextrina e óleo de neem.

Para o preparo do extrato vegetal, utilizou-se 1,0 kg de uma mistura composta por cascas de batata, cenoura, beterraba, mamão e folhas de couve. O material foi triturado em liquidificador com 1,4 L de água destilada e, posteriormente, peneirado em peneira de náilon, obtendo-se um volume final de 1,8 L de extrato.

O material sólido retido na peneira foi submetido à análise de umidade inicial e, em seguida, secado em estufa a 60°C por três dias. Após a secagem, o teor de umidade foi novamente determinado.

Adicionou-se maltodextrina ao extrato vegetal na proporção de 1:4, correspondente a 15,0 g de maltodextrina para cada 100,0 mL de extrato. Como agente emulsificante, utilizou-se Tween 80. Após a otimização dos parâmetros no *spray dryer*, incorporou-se óleo de neem à solução na proporção de 3,0 mL para cada 100,0 mL de solução.

O processo de secagem por aspersão foi conduzido em *spray dryer* com parâmetros baseados em Freitas et al. (2019), com adaptações, sendo a capacidade do aspirador = 35 m³/h; temperatura de entrada = 150°C; temperatura de saída = 200°C; temperatura do produto = 80°C; vazão do ar atomizador = 530 L/h; taxa de alimentação = 0,8 mL/ min.

O produto seco obtido foi testado em vasos com plantas ornamentais para avaliação de sua capacidade de incorporação ao solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o preparo do extrato vegetal, utilizou-se 1,0 kg de resíduos orgânicos (cascas de batata, cenoura, beterraba, mamão e folhas de couve), os quais foram triturados com 1,4 L de água destilada. Após a filtração em peneira de náilon, o material sólido retido foi submetido à secagem em estufa de circulação de ar a 60°C até massa constante, resultando em 62,1 g de resíduo seco. Com base nesses valores, verificou-se um rendimento de 6,2% de sólidos totais em relação à massa inicial da matéria prima.

O teor de umidade do resíduo sólido foi determinado antes e após a secagem. Inicialmente, o material apresentou umidade de 9,0%, que foi reduzida para 1,0% após três dias de secagem em estufa. O material seco foi então aplicado ao solo de vasos com plantas ornamentais e submetido à irrigação. Após três dias de contato com o solo úmido, observou-se a formação de fungos na superfície do substrato.

O rendimento do processo de secagem por *spray dryer* para o extrato vegetal microencapsulado com maltodextrina e óleo de neem foi de 182,0 g, correspondendo a 67,4% de eficiência de recuperação em relação à massa inicial do extrato úmido. Esse valor encontra-se dentro da faixa esperada para sistemas de secagem por atomização, considerando as perdas inerentes ao processo.

Os parâmetros de secagem foram inicialmente definidos com base em Freitas et al. (2019), que utilizou temperaturas de 100°C e 120°C para a polpa de abacaxi e no presente estudo, a temperatura foi inicialmente ajustada para 120°C. Contudo, durante os primeiros testes, observou-se que a elevação para 150°C resultou em uma secagem mais eficiente do extrato vegetal. Paralelamente, a taxa de alimentação foi ajustada de 1 mL.min⁻¹ para 0,8 mL.min⁻¹, o que permitiu uma pulverização mais

adequada na câmara de secagem e, conseqüentemente, a formação de micropartículas ao final do processo.

Um aspecto significativo observado foi o comportamento diferenciado dos extratos quanto à estabilidade microbiológica após a aplicação no solo. O resíduo do extrato que não passou pela secagem em *spray dryer* e foi apenas seco na estufa promoveu o desenvolvimento de fungos na superfície do solo dos vasos. Em contrapartida, as amostras secas por aspersão não apresentaram formação fúngica e demonstraram visivelmente uma melhor incorporação ao solo.

Esse resultado pode ser explicado pela estabilidade microbiológica conferida pela desidratação eficiente no *spray dryer*. Conforme observado por Freitas et al. (2019), a redução significativa do teor de água nas partículas secas inibe o desenvolvimento microbiano, o que justifica a ausência de fungos nos vasos tratados com o extrato processado por essa técnica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de secagem por *spray dryer* mostrou-se viável para a produção de um bioproduto encapsulado a partir do extrato de resíduos vegetais e óleo de neem. A otimização dos parâmetros de secagem permitiu a obtenção de um pó com boas características físicas e alta estabilidade microbiológica.

A presença de maltodextrina como agente encapsulante foi fundamental para a proteção dos compostos bioativos e para a formação de partículas adequadas à aplicação no solo. Resultados promissores foram observados em relação à ausência de desenvolvimento fúngico nos vasos onde o produto seco por *spray dryer* foi aplicado, contrastando com o resíduo seco em estufa. Isso evidencia a vantagem da microencapsulação para aumentar a vida útil e a eficácia do produto.

Estudos futuros podem focar na análise quantitativa dos compostos bioativos encapsulados, testes de eficácia agrônômica em larga escala e na avaliação econômica do processo para viabilizar sua aplicação industrial. Por fim, esse trabalho contribui para a valorização de resíduos agroindustriais e domésticos e também para o desenvolvimento de insumos agrícolas sustentáveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de bolsa de produtividade em pesquisa (PQ/UEMG - Edital 13/2024) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais FAPEMIG (Edital 009/2022 e Edital 009/2024 - Fortalecimento e Consolidação da Pesquisa na UEMG E UNIMONTES).

REFERÊNCIAS

AYRES, E. C. B.; GONÇALVES, A. C.; AMARAL, J. R.; AYRES, V. F.; FONSECA, M. A.; FONSECA, A. I. A. Adubos orgânicos utilizados na fruticultura do Norte de Minas. *Recital, Almenara*, v. 7, n. 2, p. 54-71, 10 jun. 2025.

CARVALHO, G. A.; SANTOS, N. M.; PEDROSO, E.C.; TORRES, A.F. EFICIÊNCIA DO ÓLEO DE NIM (AZADIRACHTA INDICA A. JUSS) NO CONTROLE DE BREVICORYNE BRASSICAE (LINNAEUS, 1758) E MYZUS PERSICAE (SULZER, 1776) (HEMIPTERA: aphididae) em couve-manteiga brassica oleracea linnaeus var. acephala. *Arquivos do Instituto Biológico*, [S.L.], v. 75, n. 2, p. 181-186, jun. 2008. *FapUNIFESP (SciELO)*. <http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657v75p1812008>.

COELHO, N. T.; SILVA, A. C. B.; GOMES, L. S.; SOUZA, E. P.; FERREIRA, L. E.; SANTOS, R. P.; SILVA, M. E. P.; MENDES, E. K. A.; FREITAS, V. M. EXTRATOS VEGETAIS NA AGRICULTURA: uso e efeito. *Ciências Agrárias: limites e potencialidades em pesquisa*, [S.L.], p. 69-82, 2023. Editora Científica Digital. <http://dx.doi.org/10.37885/230312450>.

COSTA, E. N.; FORIM, M. R.; COSTA, E.S.; NOGUEIRA, L.; MORAES, R. F. O.; BOIÇA JUNIOR, A. L. Lignin-based compounds for the microencapsulation of neem extract for the control of *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) larvae on maize roots. *Phytoparasitica*, v. 49, p. 959–970, 2021.

FREITAS, E. F. M.; LOPES, L. L.; ALVES, S. M. F.; CAMPOS, A. J. Efeito da maltodextrina no sumo da polpa de abacaxi ‘Pérola’ atomizado. *Revista de*

Ciências Agrárias, [S.L.], v. 42, n. 1, p. 275-282, 6 fev. 2019. Revista de Ciências Agrárias. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA18056>.

MORDUE (LUNTZ), A. J & NISBET, A. J. Azadirachtin from the Neem Tree
Azadirachta indica: its Action Against Insects. **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 29, n. 4,
p. 615-631, out. 2020.

AUTOR

Eveline Soares Costa, Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduada em Química e Mestre pela Universidade de Franca (Unifran), Doutora em Química de Orgânica pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). E-mail: eveline.costa@uemg.br

Izamara Sousa dos Santos Braz, Discente graduanda do curso de Tecnologia em Produção Sucroalcooleira na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: izamara.24115478@discente.uemg.br

Regiane Amazonas de Oliveira, Discente graduanda do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: regiane.241158096@discente.uemg.br

ISOLAMENTO E QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS MAJORITÁRIOS DA *GARCINIA GARDNERIANA*

DAYANA ALVES RODRIGUES, ALEXSANDRO NUNES COLIM,
GUSTAVO ANTÔNIO MENDES PEREIRA, MARCELO HENRIQUE DOS
SANTOS

Palavras-chave: bacupari; benzofenona; biflavonoide.

INTRODUÇÃO

A *Garcinia gardneriana*, conhecida popularmente como bacupari, é uma espécie frutífera, pertencente à família Clusiaceae ou Guttiferae, nativa da flora brasileira com notável relevância para a conservação da biodiversidade. Essa planta possui frutos com polpa doce e aromática consumida principalmente por aves e mamíferos, auxiliando na dispersão de sementes (RODRIGUES et al., 2021).

Além da sua importância ecológica, a *Garcinia gardneriana* possui moléculas promissoras em atividades biológicas, potencial para as indústrias farmacêuticas e agroquímicas, na descoberta de novos fármacos e agroquímicos. É uma espécie rica em compostos fenólicos, benzofenonas, xantonas e outros metabólitos secundários com propriedades antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana (MOREIRA et al., 2017; AKONGWI et al., 2023).

Os estudos com compostos extraídos de fontes naturais possuem considerável relevância científica, econômica e social, uma vez que as fontes naturais apresentam uma gama de moléculas bioativas com estruturas químicas diversificadas com potencial para aplicação nas áreas da saúde, indústria e agricultura (RODRIGUES et al., 2021). Diante da importância dos compostos bioativos presentes no bacupari, este trabalho visou o isolamento e a quantificação de duas benzofenonas polipreniladas, guttiferona-A e 7-epcluisianona e um biflavonoide que é a fukugetina.

MATERIAL E MÉTODOS

Os solventes utilizados para extração e isolamento dos compostos fenólicos foram de grau P.A adquiridos do Sigma Aldrich. E os solventes utilizados na cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) foram grau CLAE adquiridos do Sigma Aldrich.

Coleta e classificação do material vegetal

As sementes da espécie *G. gardneriana* utilizadas para o objeto de estudo químico foram coletadas na Mata-do-Paraíso, região de Viçosa-MG, Brasil (coordenadas: 20°47'48.6"S 42°51'35.6"W). A coleta foi cadastrada no SISGEN que recebeu o código A1DE111.

Preparação dos extratos

As sementes frescas (1,500 kg) foram submetidas ao processo de extração por maceração em acetato de etila durante cinco dias sendo trocado o solvente a cada 24 horas. A cada 24 horas a solução em acetato de etila foi filtrada concentrada em evaporador rotativo a 40 °C e o solvente extrator foi retornado ao recipiente contendo as sementes trituradas. Ao final dos cinco dias foram obtidos 107,6 g de extrato de acetato de etila (EAE). A torta foi desprezada.

Cromatografia em coluna

Inicialmente o extrato em acetato de etila das sementes (EAE) foi submetido à cromatografia líquida em coluna a fim de isolar e purificar os compostos majoritários presentes nas sementes da espécie *G. gardneriana*. Foi utilizado sílica-gel (70-230 mesh) como fase estacionária e como fase móvel um gradiente entre hexano e acetato de etila acidificada com 0,5% de ácido acético. As frações coletadas da coluna foram monitoradas monitorado usando placa para cromatografia de camada delgada (CCD) com base de alumínio (Macherey-Nagel DC-Fertigfolien ALUGRAM® Xtra SiL (G/UV 254). Após eluição a placa de CCD foi observada sob luz UV ($\lambda = 254$ nm) e revelada com solução de vanilina. As demais que não continham os compostos de interesse não foram trabalhadas devido a pequena quantidade/ou complexidade de isolamento.

Cromatografia líquida de alta eficiência com detector UV-Vis (CLAE-UV)

Para a obtenção dos perfis cromatográficos do extrato bruto e quantificação dos compostos isolados empregou-se um cromatógrafo líquido de alta eficiência (modelo Shimadzu, bomba LC 20AT) com detecção por espectroscopia UV-Vis, injetor automático modelo SIL-10^a e forno Shimadzu (CTO 10 ASVP). A análise cromatográfica foi realizada em coluna de fase reversa utilizando uma coluna analítica C18 Shimadzu VP-ODS (150 mm comprimento e 4,6 mm de diâmetro interno). As amostras foram filtradas em filtro 0,45 µm antes da injeção (20 µL).

A otimização cromatográfica foi realizada priorizando a separação dos compostos majoritários (guttiferona-A, 7-epiclusianona e fukugetina) presentes no EAE, visando um menor tempo de corrida e melhor simetria dos picos referente a cada composto. As variáveis empregadas foram, fluxo 1,0 mL min⁻¹, temperatura do forno de 30 °C, fase móvel foi empregada no modo isocrático, 80:20 acetonitrila/água acidificada com 0,5 % de ácido ortofosfórico, comprimento de onda 254 nm.

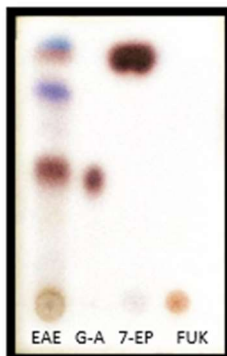
Para a quantificação dos compostos foi preparada uma curva analítica para cada padrão. A faixa de concentração empregada para a preparação da curva analítica para cada padrão foi, 2,0; 1,8; 1,7; 1,5; 1,3; 1,0; 0,7 e 0,5 mg mL⁻¹ para a guttiferona-A, 2,0; 1,8; 1,5; 1,3; 1,0; 0,7; 0,5; 0,25 mg mL⁻¹ para a 7-epiclusianona e 1,00; 0,70; 0,50; 0,40; 0,25; 0,12; 0,06 e 0,01 mg mL⁻¹ para a fukugetina. O EAE (5,0 mg) foram dissolvidos em 1,0 mL de acetonitrila grau HPLC.

RESULTADOS E DISCUSSÃO***Preparo do extrato e isolamento dos compostos majoritários***

Inicialmente foi realizada análise em cromatografia em camada delgada (CCD) para o extrato em acetato de etila (EAE) e os padrões isolados, guttiferona-A, 7-epiclusianona e fukugetina (Figura 1). Os padrões devidamente elucidados e purificados foram cedidos pelo pesquisador Marcelo Henrique dos Santos.

Figura 1 – Cromatografia em camada delgada (CCD), da esquerda para direita; Extrato bruto da semente de *Garcinia gardneriana* em acetato de etila (EAE); padrão da bezofenona natural guttiferona-A (G-A), padrão da benzofenona natural 7-epiclusianona (7-EP) e padrão do

biflavonoide natural fukugetina (FUK). Eluente hexano/acetato de etila (7:3 v/v) revelado com solução de vanilina em ácido sulfúrico.



O fracionamento do EAE (1,07 g) foi realizado utilizando cromatografia em coluna, foram obtidas 115 frações. As frações foram agrupadas de acordo com a similaridade observada por CCD. A benzofenona natural 7-epiclusianona foi obtida nas frações 3 a 12. As frações foram agrupadas obtendo 0,360 g, submetidas novamente à CC obtendo-se 0,180 g do composto puro.

A benzofenona guttiferona-A foi obtida nas frações 32 a 78. Essas frações foram reunidas e submetidas novamente a CC e obtendo-se 0,250 g de um sólido amarelado puro.

O biflavonoide fukugetina foi obtido nas frações 82 a 88. Essas frações foram reunidas e submetidas novamente a CC obtendo-se 0,078 g de um sólido amarelo puro.

Identificação e quantificação

A separação, identificação e quantificação dos compostos isolados EAE da espécie *G. gardneriana* foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) em fase reversa. Foram quantificados os três compostos majoritários guttiferona-A, fukugetina e 7-epiclusianona.

A identificação dos compostos foi feita a partir da comparação do tempo de retenção (tR) dos picos observados no cromatograma do extrato bruto EAE (5 mg/mL) (Figura 2) com os padrões isolados, diluídos em acetonitrila e injetados separadamente (Figura 3).

Figura 2 – Cromatograma do EAE da espécie *G. gardneriana*, 1- fukugetina (tR= 1,8 min), 2- guttiferona-A (tR= 26,3 min) e 3- 7-epiclusianona (tR= 37,2 min). Coluna C18, fluxo 1,0 mL

min-1, acetonitrila/água com 0,5% de ácido ortofosfórico (80/20 v/v), comprimento de onda de 254 nm, 30 °C.

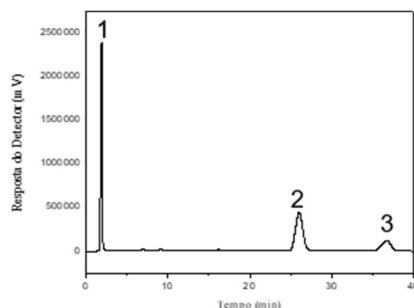
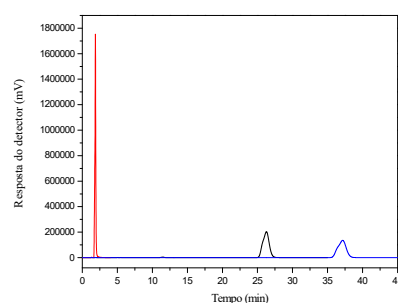


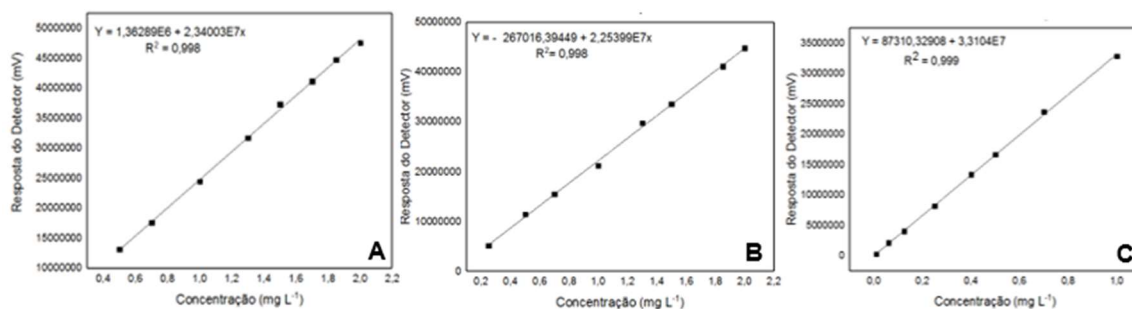
Figura 3 – Cromatograma dos padrões, 1- fukugetina ($t_R = 1,8$ min), 2- guttiferona-A ($t_R = 26,3$ min) e 3- 7-epiclusianona ($t_R = 37,2$ min), coluna C18, fluxo 1,0 mL min⁻¹, acetonitrila/água com 0,5% de ácido ortofosfórico (80/20 v/v), comprimento de onda de 254 nm, 30 °C.



Quantificação dos compostos isolados no EAE

Para a quantificação dos compostos isolados foi construída uma curva analítica separadamente para a guttiferona-A, 7-epiclusianona e fukugetina (Figura 4).

Figura 4 – Curva analítica do composto guttiferona-A (A), 7-epiclusianona (B) e fukugetina (C), preparado em acetonitrila, coluna C18, fluxo 1,0 mL min⁻¹, acetonitrila/água com 0,5% de ácido ortofosfórico (80/20 v/v), comprimento de onda de 254 nm, 30 °C.



Neste trabalho foi determinado a concentração dos compostos empregando as equações da reta obtidas através da curva analítica para cada composto guttiferona-

A, 7-epiclusianona e fukugetina, foram obtidos, 1,13 mg mL⁻¹, 0,46 mg mL⁻¹ e 0,7 mg mL⁻¹ para os compostos respectivamente contidos em 5 mg de extrato bruto EAE.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram a eficiência da metodologia empregada tanto na identificação quanto na quantificação dos compostos majoritários presentes no extrato bruto da espécie *G. gardneriana*. A determinação das concentrações de guttiferona-A (1,13 mg·mL⁻¹), 7-epiclusianona (0,46 mg·mL⁻¹) e fukugetina (0,70 mg·mL⁻¹) em 5 mg de extrato evidencia a relevância química da espécie estudada, destacando seu potencial como fonte de metabólitos bioativos. Tais achados contribuem para o avanço do conhecimento sobre a composição química da espécie e fornecem subsídios para futuras investigações farmacológicas e biotecnológicas dessas moléculas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais), à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), a UEMG (PAPQ/UEMG-15/2024) pela bolsa de professor orientador e auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

- AKONGWI, M.; KWENE, E. C.; AWAH, L. A.; TIH, A. E.; GHOGOMU, R. T.; CHO-NGWA, F. C.; NGEMENYA, M. N. Anti-Salmonella activity on multidrug-resistant strains and cytotoxicity of extracts and constituents of *Garcinia brevipedicellata* and *Garcinia epunctata*. **Scientific African**, v.19, p. 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01465>, 2022.
- MOREIRA, M. E. DE C.; NATAL, D. I. G.; TOLEDO, R. C. L.; RAMIREZ, N. M.; RIBEIRO, S. M. R.; BENJAMIN, L. DOS A.; OLIVEIRA, L. L. DE; RODRIGUES, D. A.; DEMUNER, A. J.; VELOSO, M. P.; SANTOS, M. H. DOS; MARTINO, H. S. D. Bacupari peel extracts (*Garcinia brasiliensis*) reduce high-fat diet-induced obesity in rats. **Journal of Functional Foods**, v. 29, p. 143–15. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2016.11.001>, 2017.

RODRIGUES, D. A.; SOUSA, B. L. DE; SILVA, J. G. DA; PEREIRA, G. A. M.; BOUSADA, G. M.; SILVA, A. A. DA; DEMUNER, A. J.; COSTA, E. D' M.; PILAU, E. J.; SILVA, E.; SANTOS, M. H. DOS. Phytotoxic property of metabolites isolated from *Garcinia gardneriana*.

Computational Biology and Chemistry, v. 92, p. 1-9. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.compbiolchem.2021.107460>, 2021.

AUTORES

Dayana Alves Rodrigues, Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Mestra em Agroquímica pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Doutora em Agroquímica- Química Orgânica pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). E-mail: dayana.rodrigues@uemg.br

Alexsandro Nunes Colim, Analista de Laboratório na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduado em Química (Bacharelado e Licenciatura Plena) pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestre em Química Analítica e Doutor em Ciências - Química Analítica, pela UFSM. E-mail: alexsandro.colim@uemg.br.

Gustavo Antônio Mendes Pereira, Desenvolvimento de Tecnologias e Mercado pela empresa AGROCETE. Graduado em Bacharelado em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). E-mail: gustavogamp@hotmail.com.

Marcelo Henrique dos Santos, Docente pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Graduado Química Bacharelado e licenciatura, pela Universidade Federal de Viçosa. Mestre em Agroquímica pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Doutor em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). E-mail: marcelo_hs@yahoo.com.br.

AVALIAÇÃO DO EFEITO DE FILMES COMESTÍVEIS DE QUITOSANA-CURCUMINA NO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS DE MORANGOS

HENRIQUE SOARES SILVA, RAFAEL DE OLIVEIRA PEDRO

Palavras-chave: Qualidade pós-colheita; Irradiação; Biofilme.

INTRODUÇÃO

A conservação pós-colheita de morangos é um importante desafio devido à sua perecibilidade, suscetibilidade a danos mecânicos, ataques fúngicos e perda rápida de qualidade físico-química. Revestimentos comestíveis surgem como uma tecnologia promissora para reduzir tais perdas, atuando como barreira seletiva à umidade, oxigênio e dióxido de carbono, além de inibir o crescimento microbiano. Dentre os biopolímeros utilizados, a quitosana destaca-se por sua ação antimicrobiana intrínseca, biocompatibilidade e capacidade de formar filmes resistentes (Such et al., 2023).

Para potencializar ainda mais a proteção, a técnica de Inativação Fotodinâmica (IFD) apresenta-se como uma alternativa inovadora e não térmica. A IFD baseia-se na aplicação de um fotossensibilizador (FS) que, ao ser ativado por luz em um comprimento de onda específico, gera Espécies Reativas de Oxigênio (ERO), causando danos oxidativos letais a microrganismos (Yu et al., 2022). A curcumina, pigmento natural extraído do açafrão, é um FS altamente eficaz, e sua incorporação em matrizes de quitosana pode resultar em um sistema de liberação e ativação controlada.

Diante desse contexto, o objetivo principal deste estudo foi desenvolver, caracterizar e avaliar a eficácia de filmes comestíveis à base de quitosana incorporados com curcumina e submetidos à IFD na conservação de morangos, com foco específico no estudo da variação do teor de sólidos solúveis (°Brix) como um indicador-chave da manutenção da qualidade e do retardamento do processo de senescência.

MATERIAL E MÉTODOS

A quitosana utilizada foi caracterizada quanto à sua estrutura e propriedades químicas por meio de titulação potenciométrica para determinação do grau de desacetilação e espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR). Os morangos foram sanitizados por imersão em solução de hipoclorito de sódio (2,5% v/v) por 2 minutos, seguido de enxágue em água destilada. Em seguida, as frutas foram revestidas por imersão nas soluções filmogênicas por 2 minutos, seguidas por secagem do excesso.

Após o revestimento, as amostras foram divididas em dois grupos experimentais: não irradiado e irradiado (submetido à luz LED azul, $\lambda = 460$ nm, por 15 min). Todos os grupos foram armazenados em câmara climatizada a 25°C por sete dias. A perda de massa foi monitorada ao longo de 7 dias e a análise estatística da perda percentual de massa foi realizada mediante ANOVA de medidas repetidas com interação significativa Tratamento $\times$ Tempo ($p < 0,001$), seguida por teste post-hoc de Tukey para comparações múltiplas em cada tempo específico.

Ao final do período de armazenamento, o teor de sólidos solúveis (°Brix) foi determinado por refratometria digital. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA two-way), considerando o tratamento e o tempo como fatores, com significância estatística definida em $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

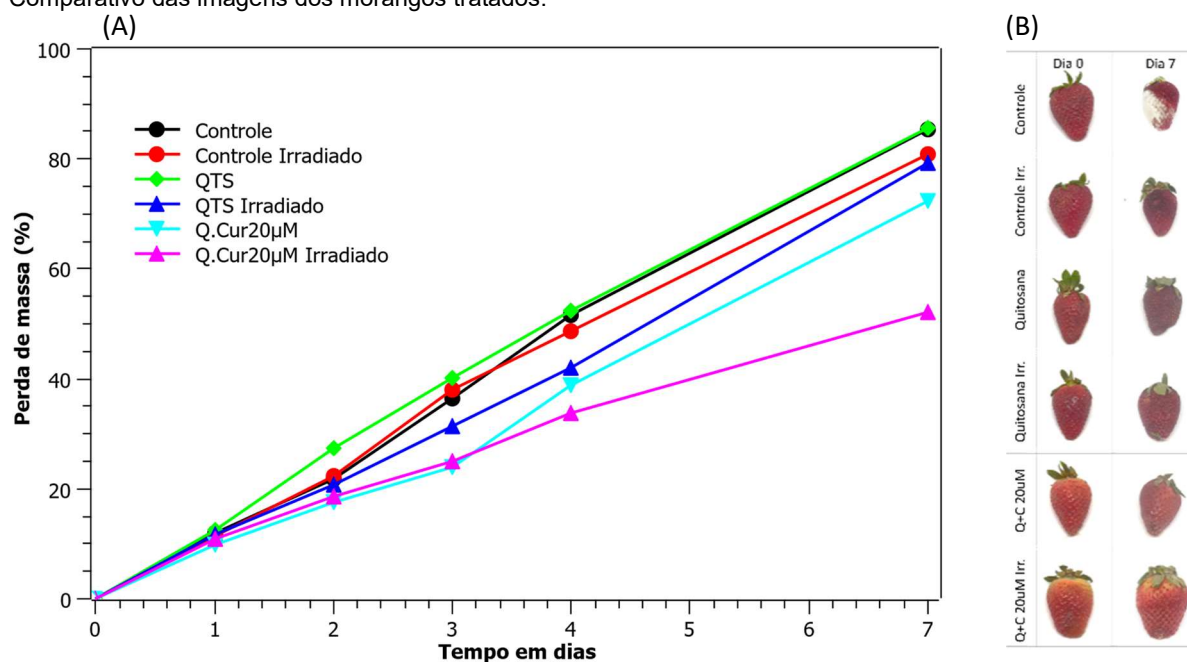
O grau de desacetilação (GD) da quitosana foi determinado por titulação potenciométrica (GD = 95.3%), valor considerado adequado para a formação de filmes. Foram formulados cinco filmes com distintas concentrações de curcumina: QTS: Filme de quitosana pura (controle); Q.Cur2.5 μ M: Quitosana com 2.5 μ M de curcumina; Q.Cur5 μ M: Quitosana com 5 μ M de curcumina; Q.Cur10 μ M: Quitosana com 10 μ M de curcumina; Q.Cur20 μ M: Quitosana com 20 μ M de curcumina.

Os filmes foram caracterizados quanto às suas propriedades físico-químicas. Com base nos resultados da caracterização, o filme Q.Cur20 μ M foi selecionado para os ensaios subsequentes de aplicação em morangos, a fim de avaliar sua eficácia protetora. Os morangos foram distribuídos em um delineamento fatorial 3×2 ,

compreendendo três tratamentos de revestimento (Controle, QTS, Q.Cur20 μ M) e duas condições de irradiação (sem e com luz LED azul, λ = 460 nm, 15 min).

Conforme ilustrado na Figura 1, os frutos do grupo Controle (com e sem irradiação) e quitosana (QTS com e sem irradiação) apresentaram a maior perda de massa ao final do armazenamento, acompanhada de evidente crescimento fúngico após 7 dias. Os revestimentos à base de quitosana e curcumina reduziram significativamente a perda de massa, com o melhor desempenho observado no tratamento Q.Cur20 μ M irradiado, que preservou de forma mais eficiente a massa e a integridade visual dos frutos.

Figura 1 – (A) Dados da perda de massa de morangos tratados com filmes de quitosana e curcumina. (B) Comparativo das imagens dos morangos tratados.



Os dados de perda de massa ao longo do dia estão detalhados na Tabela 1. O tratamento Q.Cur20 μ M Irradiado demonstra maior eficiência, mantendo-se como estatisticamente superior em todos os tempos analisados. No dia 7, sua perda de massa (52,10%) foi aproximadamente 30% menor que o controle (85,43%), comprovando o efeito sinérgico entre quitosana, curcumina e irradiação.

Os valores médios de °Brix para os morangos tratados estão apresentados na Tabela 2. A análise estatística revelou uma interação significativa entre o tipo de tratamento e a irradiação (p = 0,036), indicando que o efeito da luz depende do revestimento aplicado. Para o grupo controle, a irradiação resultou em um aumento

não significativo de 17,1% no °Brix ($p = 0,665$), consistente com uma maior perda de massa observada nesse grupo (Figura 1), o que pode concentrar os sólidos solúveis.

O tratamento com quitosana pura (QTS) sob irradiação elevou o °Brix em 130,4% ($p = 0,073$), sugerindo um potencial estímulo ao metabolismo do fruto que pode acelerar o amadurecimento ou a degradação.

Tabela 1 – Valores representam média $\pm$ desvio padrão ($n = 5$) da perda de massa percentual dos morangos ao longo do tempo.

Tratamento	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 7
Controle	11.93 $\pm$ 3.07 ^{cd}	21.81 $\pm$ 5.82 ^{cd}	36.48 $\pm$ 8.61 ^{de}	51.70 $\pm$ 10.92 ^e	85.43 $\pm$ 8.25 ^e
Controle Irradiado	11.48 $\pm$ 3.24 ^{bcd}	22.20 $\pm$ 5.84 ^{bcd}	38.07 $\pm$ 7.56 ^{cd}	48.72 $\pm$ 8.47 ^{cd}	80.91 $\pm$ 9.80 ^{cd}
QTS	12.38 $\pm$ 2.89 ^{de}	27.29 $\pm$ 8.07 ^d	40.03 $\pm$ 13.00 ^e	52.48 $\pm$ 16.00 ^{de}	85.53 $\pm$ 7.41 ^{de}
QTS Irradiado	11.58 $\pm$ 2.06 ^{abc}	20.73 $\pm$ 5.42 ^{abc}	31.44 $\pm$ 8.14 ^{bc}	42.14 $\pm$ 9.98 ^{bc}	79.37 $\pm$ 3.82 ^{bc}
Q.Cur20 μ M	9.76 $\pm$ 1.23 ^{ab}	17.66 $\pm$ 1.29 ^{ab}	24.04 $\pm$ 2.84 ^{ab}	38.85 $\pm$ 11.63 ^b	72.28 $\pm$ 3.72 ^b
Q.Cur20 μ M Irradiado	10.84 $\pm$ 3.64 ^a	18.69 $\pm$ 4.78 ^a	24.87 $\pm$ 5.18 ^a	33.66 $\pm$ 5.36 ^a	52.10 $\pm$ 5.98 ^a

Tratamentos com a mesma letra dentro de cada coluna não diferem significativamente entre si ($p > 0.05$, teste de Tukey). Letra "a": Melhor desempenho (menor perda de massa). Letras subsequentes: Desempenho progressivamente pior

Em contraste, este tratamento reduziu o °Brix em 49,0% quando irradiado, indicando um possível efeito protetor da curcumina contra o estresse oxidativo induzido pela luz, preservando assim o estado metabólico original do morango.

Tabela 2 – Médias de °Brix por condição experimental.

Tratamento	Sem Irradiação	Com Irradiação	$\Delta(\%)$	Estatística
Controle	5,74 $\pm$ 2,60	6,72 $\pm$ 3,82	+17,1%	$p = 0,665$
QTS	3,22 $\pm$ 3,82	7,42 $\pm$ 2,26	+130,4%	$p = 0,073$
Q.Cur20 μ M	5,18 $\pm$ 2,06	2,64 $\pm$ 1,47	-49,0%	$p = 0,267$
Txl	-	-	-	$p = 0,036^*$

Interação tratamento $\times$ irradiação significativa (ANOVA two-way)

Ao contrário do observado no tratamento com quitosana pura irradiada, que provocou um aumento drástico no °Brix possivelmente devido à severa desidratação e estresse metabólico, a redução significativa do °Brix nos frutos tratados com Q.Cur20 μ M irradiado indica que a curcumina fotoativada exerceu um efeito fotoprotetor e antioxidante, estabilizando o metabolismo do fruto e preservando seu conteúdo hídrico, resultando em uma qualidade pós-colheita superior.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A quitosana caracterizada apresentou alto grau de desacetilação, confirmando sua adequação para a produção de filmes comestíveis. O filme Q.Cur20 μ M associado à inativação fotodinâmica destacou-se na conservação de morangos, reduzindo perda de massa, inibindo fungos e preservando a qualidade visual dos frutos. O teor de sólidos solúveis evidenciou o efeito fotoprotetor da curcumina, que atenuou o estresse oxidativo e estabilizou o metabolismo dos frutos.

Portanto, conclui-se que a combinação sinérgica entre quitosana, curcumina e IFD atua como uma barreira física eficaz, reduzindo a degradação pós-colheita dos morangos. Esta estratégia mostrou-se promissora para prolongar a vida útil de morangos, mantendo seus atributos de qualidade de forma mais eficiente que os tratamentos convencionais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG (Processos APQ-03402-22, BIP-00196-24 e APQ-04952-24) e à Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Ituiutaba pelo apoio institucional e financeiro ao desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

SUCH, Aleksandra *et al.* Edible chitosan-alginate based coatings enriched with turmeric and oregano additives: Formulation, antimicrobial and non-cytotoxic properties. *Food chemistry*, v. 426, p. 136662, nov. 2023.

YU, Xinpeng *et al.* Recent advances in antimicrobial applications of curcumin-mediated photodynamic inactivation in foods. *Food Control*, v. 138, p. 108986, 2022.

AUTORES

Henrique Soares Silva: Discente graduando do curso de Licenciatura em Química na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: henrique.1599338@discente.uemg.br

Rafael de Oliveira Pedro: Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) Unidade Ituiutaba. Bacharel em Química Ambiental e Mestre em Química pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - IBILCE/UNESP, Doutor em Ciências (Físico-Química) pelo Instituto de Química de São Carlos (IQSC/USP). E-mail: rafael.pedro@uemg.br

USO DO MEL COMO AGENTE DE CARBONATAÇÃO: EFEITOS NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE CERVEJAS ARTESANAIS

ISADORA GIACOMAZZI ZUCCO; BEATRIZ VICTOR PIASSA; OTÁVIO DE PAULA ARANTES; CRISTHYANE MILLENA DE FREITA; JULIANA PELEGRINI ROVIERO

Palavras-chave: Fermentação; Tecnologia; Produção de Bebidas, Priming.

INTRODUÇÃO

A cerveja é uma bebida alcoólica obtida a partir da fermentação do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, utilizando leveduras cervejeiras, após ser submetida a um processo adequado de cocção com a adição de lúpulo (SEBRAE, 2017). Dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), relatam que o Brasil ocupa a terceira posição mundial em volume de produção cervejeira, ficando atrás apenas da China e dos Estados Unidos.

Nesse contexto, destacam-se as cervejas artesanais, que diferem das industriais por apresentarem um processo produtivo mais cuidadoso, com ênfase na inovação, na qualidade sensorial e na valorização da identidade local (Garavaglia; Swinnen, 2017). Essas diferenças estão presentes não apenas no produto final, mas também em todas as etapas do processo produtivo (Ramos; Pandolfi, 2019).

Nesse cenário, cervejeiros caseiros e microcervejarias têm adotado técnicas que realçam as características sensoriais da bebida, como o *priming*, que promove a carbonatação natural por meio da adição de açúcares no momento do envase (Kunze, 2014).

Entre as fontes de açúcares utilizadas no processo de carbonatação natural, o mel se destaca por sua composição complexa e natural. É constituído principalmente por açúcares simples, como frutose e glicose, que juntos correspondem a aproximadamente 70% a 80% de seu conteúdo total (Just; Nespolo, 2010). Esses carboidratos são altamente fermentáveis, o que torna o mel uma excelente fonte de

energia para microrganismos utilizados em processos fermentativos, favorecendo uma fermentação eficiente.

Diante do exposto acima, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da adição de mel na carbonatação e nas características químicas da cerveja artesanal.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho, foram analisadas as etapas do processo produtivo de cerveja artesanal, realizadas na Universidade do Estado de Minas Gerais, localizada no município de Ituiutaba, no dia 5 de fevereiro de 2025.

A cerveja produzida neste estudo foi a tipo “Pilsen ale” com ingredientes obtidos pela empresa “Cerveja da casa”. Inspirada na Pilsen original, que é uma cerveja do tipo lager (baixa fermentação 5-15 °C), porém, nesta receita utilizou-se levedura para cerveja do tipo ale (alta fermentação 15-25 °C), visando facilitar o controle de fermentação.

As análises físico-químicas do caldo, bem como o acompanhamento do processo fermentativo, foram realizadas nos laboratórios didáticos e de pesquisa da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade de Ituiutaba.

Foram realizadas determinações cromatográficas utilizando sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), por meio do equipamento LC-2050 da marca Shimadzu, acoplado a um detector de índice de refração (RID-20A). Essa técnica permitiu a identificação e quantificação de carboidratos, ácidos orgânicos e álcoois presentes nas amostras, proporcionando uma caracterização mais precisa da composição fermentável e dos compostos formados durante a fermentação.

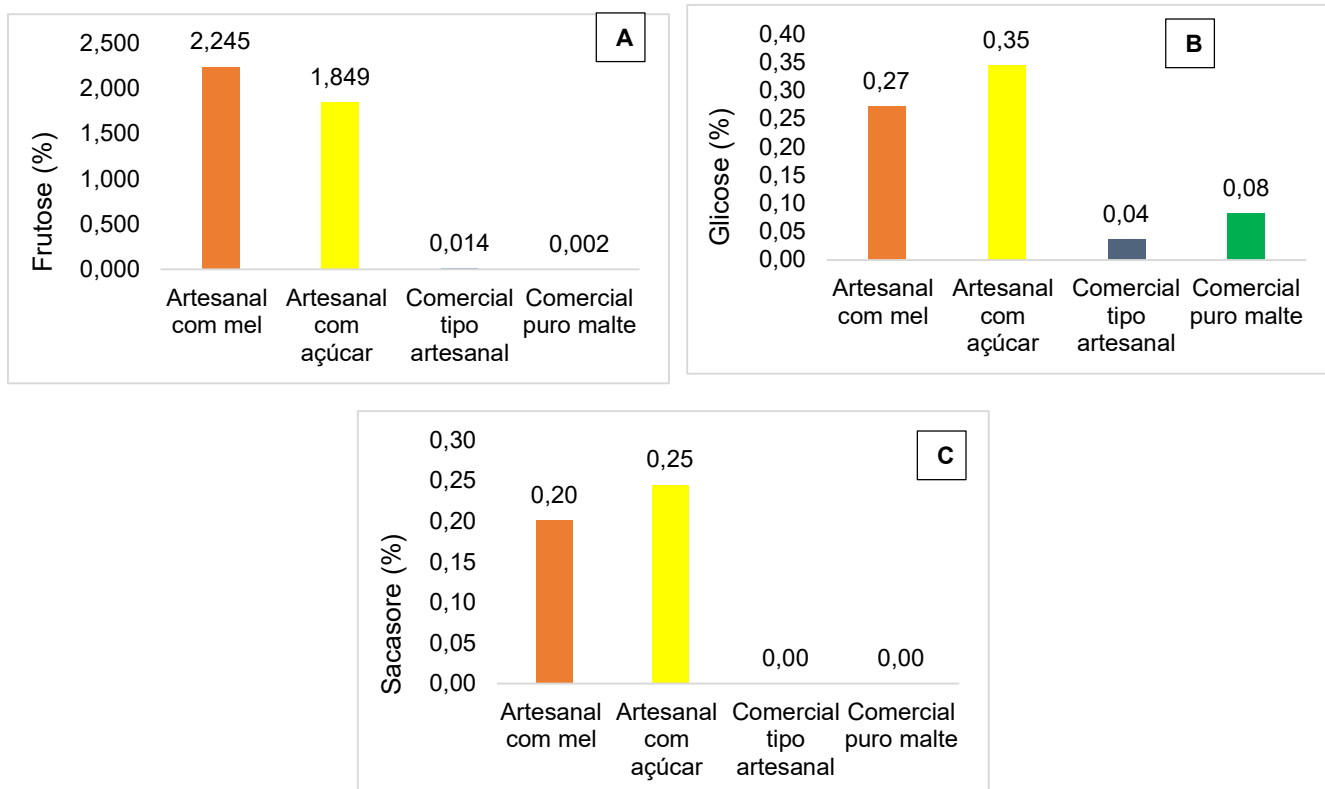
Além das amostras de cerveja artesanal carbonatadas com mel e com açúcar, duas amostras de cervejas comerciais foram usadas como comparação, sendo uma cerveja artesanal de marca reconhecida e uma cerveja industrial convencional, todas puro malte. A realização das análises ocorreu no dia 27 de maio de 2025. A comparação entre essas amostras teve como objetivo avaliar o impacto da utilização do mel sobre os parâmetros físico-químicos da bebida, além de verificar possíveis diferenças em relação aos produtos disponíveis no mercado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra artesanal com adição de mel se destacou pela elevada concentração de frutose (2,24%), o que está diretamente relacionado à composição do próprio mel, que é naturalmente rico nesse monossacarídeo, além de conter glicose e pequenas quantidades de sacarose (Silva et al., 2006).

Além de ter concentrações consideráveis de glicose e sacarose, indicando que não foi completamente metabolizada durante a fermentação pelas leveduras. Essa característica pode contribuir para um perfil sensorial mais adocicado e complexo, além de fornecer substrato adicional para possíveis reativações de leveduras, algo que foi confirmado nas análises anteriores de viabilidade celular e também nas observações feitas nos meios de cultura. A cerveja artesanal com adição de açúcar comum apresentou níveis elevados de glicose (0,35%) e o segundo maior teor de etanol (4,12%), sugerindo uma fermentação eficiente.

Figura 1 – Valores em porcentagem de (A) Frutose, (B) Glicose e (C) Sacarose

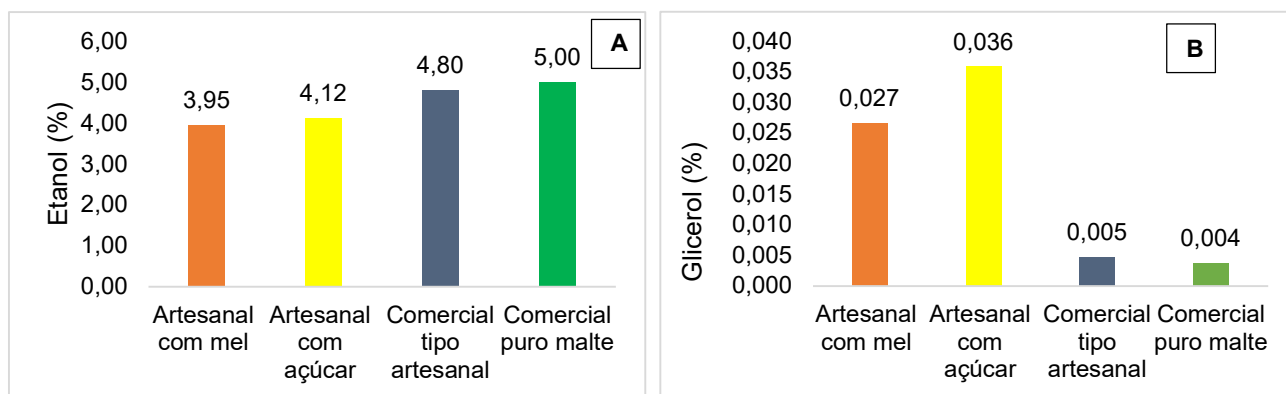


As cervejas comerciais, tanto as chamadas artesanais quanto as comerciais comuns, apresentaram quantidades muito pequenas de glicose e frutose, e não foi

detectada sacarose nelas. Isso sugere que a fermentação nessas bebidas foi mais completa, provavelmente graças a processos industriais como a pasteurização e a filtração. Esses procedimentos ajudam a deixar a cerveja mais estável, com menos chances de alterações, além de garantir que o sabor e a qualidade se mantenham sempre constantes (Bamforth, 2005).

Além disso, essas amostras foram as que apresentaram os maiores teores de etanol, com destaque para a cerveja comercial (não artesanal), que atingiu 5,00%. Esse resultado pode indicar uma fermentação mais intensa e bem controlada, favorecendo a conversão quase total dos açúcares em álcool. Esse tipo de condução do processo fermentativo também pode impactar outros compostos, como o glicerol, que apresentou concentrações mais baixas nas cervejas comerciais, conforme evidenciado.

Figura 2 – Valores em porcentagem de (A) Etanol e (B) Glicerol



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do mel na produção de cervejas artesanais demonstrou-se não apenas viável, mas também uma alternativa enriquecedora para a formulação de bebidas com maior originalidade, complexidade sensorial e valor agregado.

REFERÊNCIAS

BAMFORTH, C. W. *Beer: tap into the art and science of brewing*. Oxford: Oxford University Press, 2005.

GARAVAGLIA, C.; SWINNEN, J. *Economic perspectives on craft beer: a revolution in the global beer industry*. London: Palgrave Macmillan, 2017.

JUST, S.; NESPOLO, C. O mel e suas propriedades. *Caderno Rural*, Ed. 47, p. 1-4, 2010. Disponível em:
https://www.udesc.br/arquivos/ceo/id_cpmenu/1043/caderno_udesc_047_15197416503848_1043.pdf. Acesso em: 21 set. 2025.

RAMOS, M.; PANDOLFI, R. Cervejarias artesanais: processos e diferenciais competitivos. *Revista de Gestão e Negócios*, v. 11, n. 3, p. 112–125, 2019.

SEBRAE. *Como montar uma cervejaria artesanal*. Brasília: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2017.

SILVA, R. A.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; COSTA, J. M. C. Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. *Revista Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 17, n. 1, p. 113-120, jan./mar. 2006.

AUTORES

Isadora Giacomazzi Zucco: Discente graduanda do curso de Engenharia Agrônoma na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: isadora.1593486@discente.uemg.br

Beatriz Victor Piassa: Discente graduanda do curso de Engenharia Agrônoma na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: beatriz.1538021@discente.uemg.br

Otávio de Paula Arantes: Discente graduando do curso de Engenharia Agrônoma na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: otavio.2511500154@discente.uemg.br

Cristhyane Millena de Freitas: Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduada em Tecnologia em Biocombustíveis de Fatec (Jaboticabal), Mestra e Doutora em Microbiologia Agropecuária (UNESP Jaboticabal). E-mail: cristhyane.freita@uemg.br

Juliana Pelegrini Roviero: Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduada em Tecnologia em Biocombustíveis de Fatec (Jaboticabal), Mestra e Doutora em Microbiologia Agropecuária (UNESP Jaboticabal). E-mail: juliana.roviero@uemg.br

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE CARVÃO ATIVO NO DESENVOLVIMENTO DO TOMATE CEREJA (*Solanum lycopersicon*)

MAÍSA COMAR PINHOTTI AGUIAR, RENAN GUSTAVO COELHO DE
SOUZA DO REIS

Palavras-chave: biomateriais; agricultura sustentável; crescimento vegetal

INTRODUÇÃO

O carbono é um elemento abundante na Terra e se distribui pelos oceanos, atmosfera, formações geológicas e pelo ecossistema, sendo que o terceiro maior estoque desse elemento está no solo, conforme Machado (2005). No entanto, processos de degradação do solo podem provocar a diminuição dos elementos essenciais ao desenvolvimento da vegetação, destaca Bertoni e Lombardi Neto (2005).

Conforme Peter e Madari (2012), o carbono é encontrado nos solos, mas em regiões tropicais, como o Brasil, a perda desse elemento é maior. O carvão ativado (CA), por ser produzido a partir da pirólise de matéria orgânica, tende a apresentar decomposição mais demorada no ambiente e por isso representa uma boa fonte para o sequestro de carbono, segundo Premalatha et al (2023).

De acordo com Ganjoo et al (2023) o carvão ativado é um tipo de grafite imperfeita, com uma grande variação de tamanho de poros e superfície específica de $1000 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ e devido ao seu elevado nível de microporosidade pode proporcionar um elevado nível de ativação para aplicações práticas. Segundo os autores, o CA em pó apresenta diâmetro médio de partícula de 0.045 mm.

Ganjoo et al (2023) e Yuso et al (2013) destacam que a estrutura do carvão ativado (CA) tem um impacto significativo na sua capacidade de absorção de substâncias, pois sua grande área superficial e sua alta porosidade permitem que a absorção de moléculas líquidas e gasosas, dependendo do tipo de aplicação.

Considerando o potencial de retenção de água e nutrientes que o carvão ativo poderia proporcionar ao solo, o objetivo deste trabalho foi analisar o efeito da adição de diferentes doses de carvão ativado no desenvolvimento vegetal do tomate cereja (*Solanum lycopersicon*).

O tomate pertencente à família Solanaceae, é originário da região andina, correspondente aos territórios do norte do Chile, Peru, Bolívia, Equador e Colômbia, sendo hoje a mais importante hortaliça cultivada em escala mundial, tanto em volume produzido como em valor comercial. Possui altos teores de licopeno, tiamina, niacina e vitamina C, conforme Aguiar et al (2014).

Os resultados obtidos realizados mostraram que existe uma relação do crescimento do diâmetro do caule ao longo dos dias, com o aumento da porcentagem de carvão. Enquanto a cobertura total aérea (CTA), parece estabilizar o crescimento a partir de 1% de carvão.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização desta pesquisa experimental, foram utilizados os seguintes materiais: solo proveniente da Fazenda Experimental da UEMG Unidade Ituiutaba, vasos de 3 litros, carvão ativo, bandejas para mistura e homogeneização do solo e carvão e trena digital.

O solo utilizado para o plantio foi coletado na Fazenda Experimental da UEMG-Ituiutaba e analisado quanto à sua fertilidade e granulometria e então, com base nesse resultado, foi realizada a sua adubação e correção com calcário.

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação da UEMG Ituiutaba no período de junho a agosto de 2024 e contou com três repetições das doses de carvão ativo de 0% (controle), 0,5%, 1%, 2%, 3% e 5%, calculados em relação ao peso do vaso. O carvão ativo foi misturado ao solo e homogeneizado para colocação em vasos devidamente identificados com as diferentes doses aplicadas.

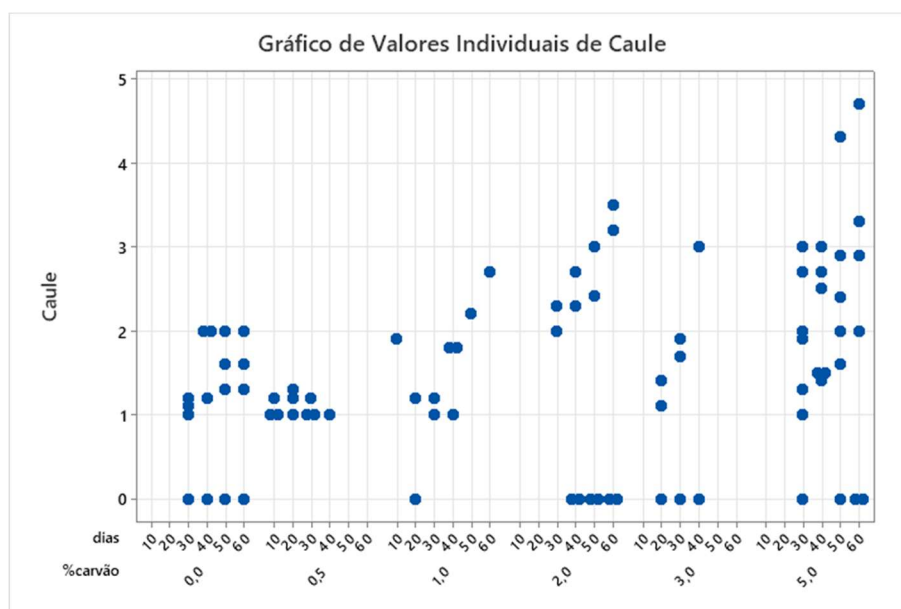
O monitoramento do desenvolvimento vegetal foi realizado a cada vinte dias a partir da data da semeadura através dos parâmetros vegetativos: diâmetro do caule e comprimento total da parte aérea (CTA), com medidas efetuadas com trena digital.

Os resultados foram analisados em triplicata, utilizando o software Minitab, sendo correlacionadas as duas variáveis de estudo: diâmetro do caule e CTA frente as diferentes doses de carvão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Buscando correlacionar o efeito das doses de carvão ativo ao longo dos dias para o crescimento do diâmetro de caule, representada na Figura 1, é possível verificar que para ausência de carvão ao longo de 60 dias os diâmetros de caule apresentam maior tamanho se comparados com 0,5%, enquanto a porcentagem de 1% apresenta valores semelhantes as amostras sem carvão. Os melhores resultados observados correlacionam-se à dose superior a 2%, com resultados médios de 4,3 e 4,7cm.

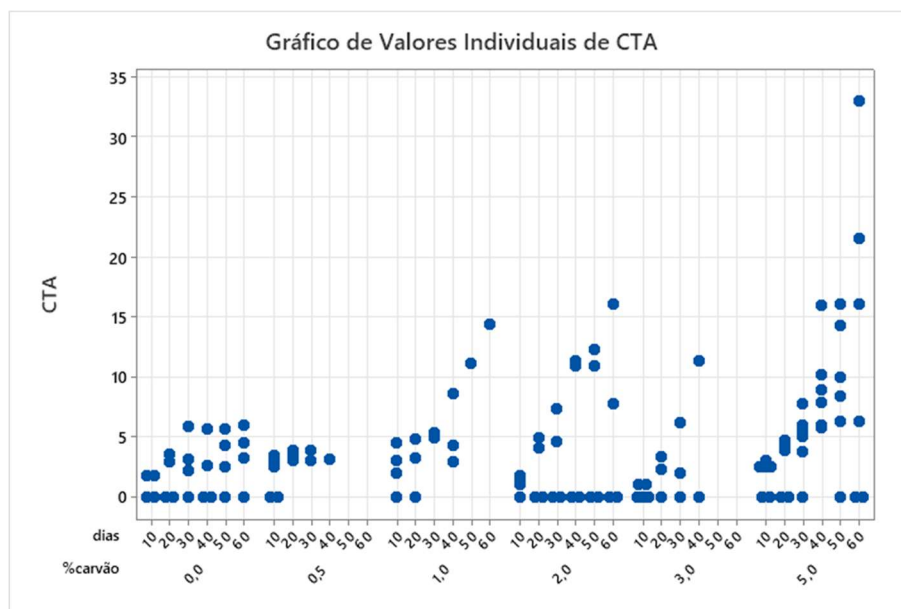
Figura 1 – Relação do crescimento do diâmetro de caule para aumento da porcentagem de carvão ao longo do tempo



Fonte os autores

Outra correlação importante é o comprimento total da parte aérea (CTA), cujos valores de crescimento parecem estabilizar nas doses de carvão entre 1 e 3% com valores entre 14,3 e 16,1cm, com um aparente outlier em 5% com comprimento de 33cm, como se observa na Figura 2.

Figura 2 – Relação do comprimento total da parte aérea (CTA) em relação às doses de carvão ao longo do tempo



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença de carvão ativo no solo tende a gerar melhores taxas de crescimento na parte aérea da planta, assim como no tamanho do diâmetro do caule, resultados que estão de acordo com outros trabalhos da literatura (Machado, 2005).

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. T. da E. et al. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: Instituto Agrônomo. BOLETIM No 200, 7.a edição, Revisada e atualizada, junho/2014. Disponível em <https://www.iac.sp.gov.br/media/publicacoes/iacboletim200.pdf>. Acesso 20.set.2025

BERTONI, J.; Lombardi Neto, F. **Conservação do solo**. 5.ed. São Paulo: Ícone, 2005. 355p

GANJOO, R., Sharma, S., Kumar, A., Daouda, M.M.A. **Activated Carbon: Fundamentals, Classification, and Properties**. Chapter 1, 1-22p. may 2023. <https://doi.org/10.1039/BK9781839169861-00001>

MACHADO, P. L O de A. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global.

Química Nova, 28 (2) • Mar 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000200026>

PETTER, F. A. , MADARRI, B. E. Madari. Biochar: Agronomic and environmental potential

in Brazilian savannah soils. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.16, n.7, p.761–768, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000700009>

PREMALATHA, R. P., Poorna Bindu, j., Nivetha, E., Malarvizhi, P., Manorama, K., Parameswari, E., Davamani, V. A review on biochar's effect on soil properties and crop growth. **Front. Energy Res.** 11:1092637. Doi: 10.3389/fenrg.2023.1092637, 2023

YUSO, M. A.; de Izquierdo, M. T.; Valenciano, R.; Rubio, B. Toluene and n-hexane adsorption and recovery behavior on activated carbons derived from almond shell wastes. **Fuel Processing Technology**, p. 1-7, 2013. Doi: https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2013FuPrT.110....1M/doi:10.1016/j.fuproc.2013.01.001

AUTORES

MAÍSA COMAR PINHOTTI AGUIAR: Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduada em Geologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho-UNESP- Campus de Rio Claro. Mestre e Doutora em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho-UNESP- Campus de Rio Claro. E-mail: maisa.aguiar@uemg.br

RENAN GUSTAVO COELHO DE SOUZA DOS REIS: Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduado em Química Bacharelado pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Mestre em Química pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Doutor em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG). E-mail: renan.reis@uemg.br

USO COMBINADO DE BIOPOLÍMEROS E COMPOSTOS NATURAIS NA PRESERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MANGAS PALMER

RAFAEL DE OLIVEIRA PEDRO, HELLEN FRANCIANE GONÇALVES
BARBOSA.

Palavras-chave: filmes comestíveis; quitosana; cera de carnaúba.

INTRODUÇÃO

O desperdício alimentar é um problema global com impactos econômicos e sociais significativos. No Brasil, estima-se uma perda diária de aproximadamente 39.000 toneladas de alimentos, enquanto a FAO reporta perdas anuais de aproximadamente 1,3 bilhão de toneladas mundialmente (FAO, 2024). As frutas são particularmente suscetíveis a perdas no pós-colheita por fatores intrínsecos como senescência e oxidação, além de fatores extrínsecos como danos físicos e pragas.

Para mitigar a degradação pós-colheita de frutas, os revestimentos comestíveis surgem como uma estratégia promissora, atuando como barreira contra perda de água, trocas gasosas e microrganismos. É essencial que tais revestimentos apresentem características organolépticas adequadas e sejam compostos por biomoléculas naturais, como a quitosana. Este biopolímero é uma opção ideal devido à sua biocompatibilidade, biodegradabilidade, propriedades antimicrobianas e baixo custo, alinhando-se às demandas por soluções sustentáveis e seguras para a preservação de frutas (Jurić et al., 2023).

Nesse contexto, este trabalho investigou filmes comestíveis obtidos pela técnica camada-por-camada (*LbL*) compostos por quitosana, cera de carnaúba e óleo essencial de orégano. A cera de carnaúba fornece barreira lipofílica que reduz a desidratação e melhora a aparência, e o óleo de orégano confere ação antimicrobiana e antioxidante adicional por meio de compostos fenólicos como timol e carvacrol. A técnica *LbL* permitiu incorporar de forma controlada esses componentes em filmes multicamadas, potencializando funcionalidades físicas e bioativas.

MATERIAL E MÉTODOS

A quitosana foi caracterizada por titulação potenciométrica para determinação do grau de desacetilação, conforme a literatura (Tolaimate et al., 2000). Complementarmente, o polímero foi analisado por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier em modo ATR (FTIR-ATR) para confirmação de sua estrutura e pureza.

Para avaliar os filmes, mangas 'Palmer' homogêneas e sem imperfeições foram selecionadas, higienizadas com hipoclorito de sódio (2,5%) e submetidas ao recobrimento. O processo consistiu em imersão na solução filmogênica por 15 min, secagem à temperatura ambiente e novo banho em solução de cera de carnaúba pelo mesmo período. As frutas foram então armazenadas a 25 ± 1 °C por 31 dias, com avaliações periódicas de parâmetros de qualidade. A perda de massa (% PM) foi calculada pela fórmula:

$$PM(\%) = \left[\frac{(\text{massa inicial} - \text{massa final})}{\text{massa inicial}} \right] \times 100$$

Os dados de perda de massa foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas para avaliar os efeitos do tratamento e do tempo de armazenamento, considerando os fatores tratamento (Controle, QC, Q.Cera.10, Q.Cera.10.OE.1, Q.Cera.10.OE.5) e tempo (9 medições). A esfericidade foi verificada (teste de Mauchly) e, quando necessário, aplicou-se a correção de Greenhouse-Geisser, com comparações post-hoc por Tukey ($\alpha=0,05$) no software R v.4.3.1.

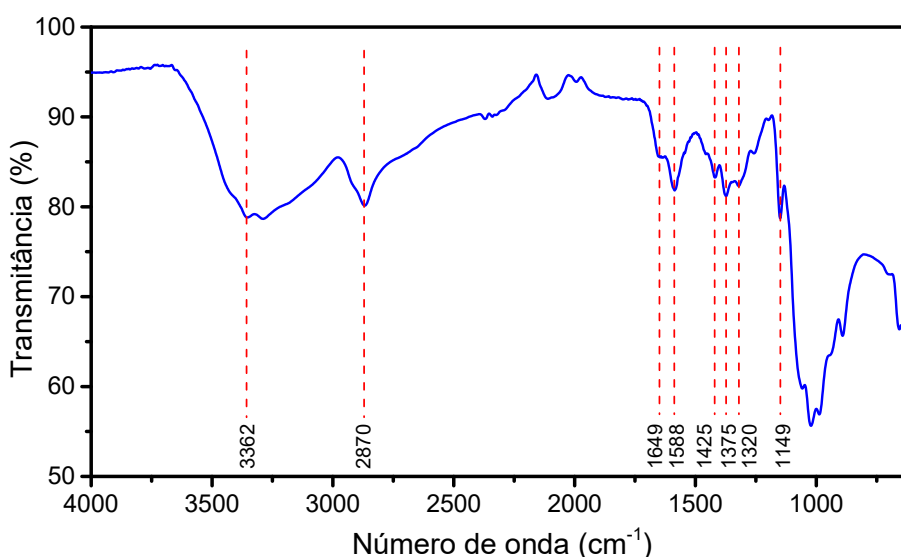
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grau de desacetilação (GD) da quitosana, parâmetro crítico que reflete a proporção de grupos amina livres, foi determinado por titulação potenciométrica. O método baseia-se na protonação da amostra com ácido, seguida de titulação com NaOH sob monitoramento de pH. A análise em triplicata revelou um GD de $97,6 \pm 1,8\%$, indicando um alto teor de unidades desacetiladas. Este elevado valor é vantajoso para filmes comestíveis, pois confere maior solubilidade em meio ácido, densidade de carga positiva e potencializa as propriedades antimicrobianas e

formadoras de filme, características essenciais para revestimentos de proteção pós-colheita.

A quitosana também foi caracterizada por FTIR-ATR e o espectro está exibido na Figura 1. No espectro de FTIR da amostra, observou-se a banda em 3362 cm^{-1} , atribuída ao estiramento axial dos grupos hidroxilas (O–H) (Domszy; Roberts, 1985).

Figura 1 – Espectro de absorção na região do infravermelho para amostra de quitosana.



A banda em 2870 cm^{-1} corresponde ao estiramento das ligações C–H da cadeia polimérica (Dong et al., 2002). Em 1649 cm^{-1} identifica-se a banda característica do estiramento C=O da amida I, já reportada na literatura para polímeros amídicos (Brugnerotto et al., 2001). A região de 1588 cm^{-1} foi atribuída à deformação angular de N–H dos grupos amina, enquanto as bandas em 1425 cm^{-1} e 1375 cm^{-1} foram associadas a deformações envolvendo ligações C–N (amida e amina, respectivamente). A banda em 1320 cm^{-1} também foi relacionada à deformação característica da amida III (C–N). Finalmente, a banda em 1149 cm^{-1} foi atribuída ao estiramento antissimétrico de C–O–C das unidades de glicosamina (Brugnerotto et al., 2001).

Os filmes comestíveis protetores foram aplicados em amostras de mangas e a perda de massa foi avaliada ao longo de 31 dias. A análise de variância revelou efeitos

significativos do tratamento ($p < 0,001$), tempo ($p < 0,001$) e interação tratamento $\times$ tempo ($p < 0,001$). Os dados estão apresentados na Tabela 1.

As comparações múltiplas (Tukey HSD) demonstraram que no 31º dia, o tratamento Q.Cera.10.OE.5 promoveu a maior redução na perda de massa ($17,58 \pm 1,83\%$), diferindo significativamente do controle ($36,27 \pm 4,85\%$; $p < 0,001$) e dos demais tratamentos (Tabela 1). Os filmes contendo 5% de óleo essencial de orégano reduziram a perda de massa em 51,5% comparado ao controle, superando significativamente ($p < 0,01$) a proteção oferecida pela quitosana isolada.

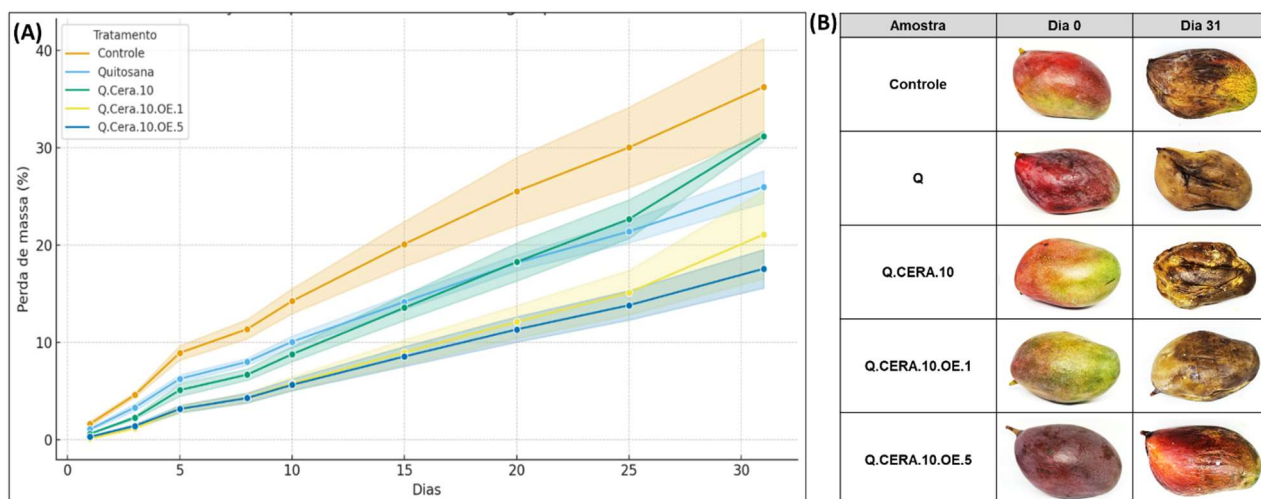
Tabela 1 – Médias Finais e Agrupamentos Estatísticos (Dia 31).

Tratamento	Perda de Massa (%) (Média $\pm$ DP)	Agrupamento Estatístico	Redução vs. Grupo Controle
Grupo Controle	$36,27 \pm 4,85^a$	a	-
Q.Cera.10	$31,21 \pm 0,52^{ab}$	ab	-13,9%
Quitosana (QC)	$25,99 \pm 1,56^b$	b	-28,3%
Q.Cera.10.OE.1	$21,09 \pm 4,36^{bc}$	bc	-41,8%
Q.Cera.10.OE.5	$17,58 \pm 1,83^c$	c	-51,5%

*Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

A evolução da perda de massa das amostras submetidas a diferentes tratamentos está exibida na Figura 2(A).

Figura 2 – (A) Evolução da perda de massa de mangas por tratamento. (B) Comparativo do efeito protetivo dos filmes de quitosana em amostras de manga Palmer.



Observa-se claramente que o grupo controle apresentou uma grande variação da perda de massa ao longo do período, enquanto as amostras Q.Cera.10.OE.1 e Q.Cera.10.OE.1 apresentaram as menores perdas de massa, comprovando a eficiência dos filmes de quitosana, cera de carnaúba e óleo essencial de orégano. A Figura 2(B) exibe uma comparação entre amostras de mangas tratadas no início e final do período de armazenamento pós-colheita.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo comprovou o potencial do revestimento comestível produzido pela técnica camada-por-camada (*LbL*) com quitosana, cera de carnaúba e óleo essencial de orégano para conservar mangas da variedade Palmer por 31 dias. A adição do óleo de orégano foi determinante para preservar a aparência e minimizar a perda de massa das frutas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG (Processos APQ-03402-22, BIP-00196-24 e APQ-04952-24) e à Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Ituiutaba pelo apoio institucional e financeiro ao desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- BRUGNEROTTO, J. *et al.* Characterization of chitosan by steric exclusion chromatography. **Polymer**, v. 42, p. 9921–9927, 2001.
- DOMSZY, Julian G.; ROBERTS, George A. F. Evaluation of infrared spectroscopic techniques for analysing chitosan. **Die Makromolekulare Chemie**, v. 186, n. 8, p. 1671–1677, 1985.
- DONG, Yanming *et al.* Influence of degree of deacetylation on critical concentration of chitosan/dichloroacetic acid liquid-crystalline solution. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 83, n. 6, p. 1204–1208, 2002.
- FAO. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2024**. Rome, Italy; Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024.
- JURIĆ, Slaven *et al.* Chitosan-based layer-by-layer edible coatings application for the preservation of mandarin fruit bioactive compounds and organic acids. **Food Chemistry: X**, p. 100575, jan. 2023.

TOLAIMATE, A. *et al.* On the influence of deacetylation process on the physicochemical characteristics of chitosan from squid chitin. **Polymer**, v. 41, n. 7, p. 2463–2469, 2000.

AUTORES

Rafael de Oliveira Pedro: Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) Unidade Ituiutaba. Bacharel em Química Ambiental e Mestre em Química pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - IBILCE/UNESP, Doutor em Ciências (Físico-Química) pelo Instituto de Química de São Carlos (IQSC/USP). E-mail: rafael.pedro@uemg.br

Hellen Franciane Gonçalves Barbosa: Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) Unidade Ituiutaba. Bacharel em Química Ambiental e Mestre em Química pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - IBILCE/UNESP, Doutora em Ciências (Química Analítica) pelo Instituto de Química de São Carlos (IQSC/USP). E-mail: hellen.barbosa@uemg.br

**ANÁLISE COMPARATIVA POR ESPECTROSCOPIA NO
INFRAVERMELHO DOS ÓLEOS DE BURITI ARTESANAL E
REFINADO NA FORMULAÇÃO DA POMADA "VÓ SINHANINHA"**

**HUGO GABRIEL CARVALHO DE ANDRADE RODRIGUES, WILLIAM
GOMES BERNARDO, ADRIANA GOMES DE MORAES, ADRIANO
OLIVEIRA, RAFAEL DE OLIVEIRA PEDRO, EVELINE SOARES COSTA**

Palavras-chave: Controle de Qualidade; Fitoterápico; Matéria-Prima;

INTRODUÇÃO

O uso de plantas medicinais como base para o tratamento de enfermidades é uma prática milenar, fundamentada tanto no saber popular, herdado ao longo de gerações, quanto no emprego científico de suas moléculas bioativas (Carvalho & Silveira, 2010). Refletindo essa tendência, a pesquisa e o desenvolvimento de produtos medicinais de origem natural tiveram um crescimento significativo nos últimos anos (Marques & Souza, 2012). Um exemplo comercial desse segmento é o Creamex®, um fitoterápico com propriedades anti-sépticas e cicatrizantes formulado pela Quinabra (Química Natural Brasileira Ltda.), cuja eficácia baseia-se na ação sinérgica de seus princípios ativos (Quinabra, 2018).

No cenário de associações e desenvolvimento comunitário, destaca-se a pomada "Vó Sinhaninha", produzida pela Associação Tijucanna. Este fitoterápico, à base de *Cannabis sativa* e outros ingredientes naturais, é reconhecido por seus usuários por significativos efeitos terapêuticos. Um componente essencial de sua formulação tradicional é o óleo de buriti (*Mauritia flexuosa*) artesanal. Recentemente, porém, a associação optou pela substituição desse ingrediente por uma versão refinada, o que resultou em uma alteração visual perceptível na coloração da pomada. Diante dessa modificação, tornou-se necessário caracterizar e comparar quimicamente os dois óleos (artesanal e refinado). Assim, este estudo foi conduzido para verificar se a alteração na matéria-prima impacta a composição química principal

do produto, utilizando para isso a técnica de Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR).

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de óleo de buriti industrial e artesanal foram gentilmente cedidas pela Associação Tijucanna para realização das análises. A caracterização química foi conduzida por meio de Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier acoplada à Reflexão Total Atenuada (FTIR-ATR), empregando um espectrômetro Agilent Cary 630. Os espectros foram registrados na faixa de 4000 a 400 cm^{-1} , com resolução de 4 cm^{-1} e um mínimo de 8 varreduras (scans) por amostra, visando garantir uma relação sinal-ruído adequada.

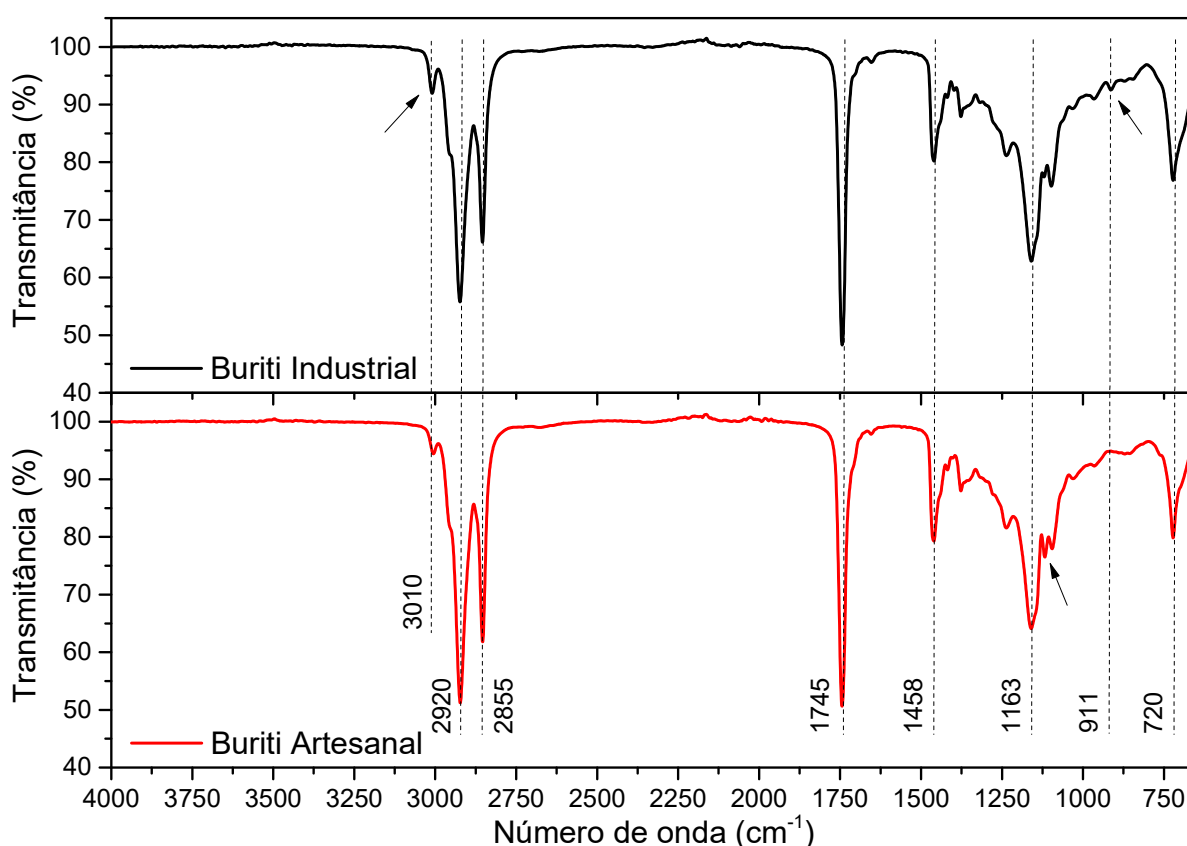
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier e reflectância total atenuada (FTIR-ATR) foi utilizada para comparar a composição química do óleo de buriti industrial (refinado) e artesanal (não refinado ou tradicional). Ambos os espectros, mostrados na Figura 1, exibem os picos característicos de triglicerídeos, confirmando a natureza lipídica comum aos óleos vegetais. No entanto, diferenças sutis nas intensidades e formas de algumas bandas permitem inferir variações relacionadas ao processamento, estabilidade oxidativa e presença de compostos minoritários. Tais diferenças estão destacadas por setas na Figura 1 e a Tabela 1 resume as diferenças nas regiões dos espectros das diferentes amostras de óleo de buriti.

A banda intensa em aproximadamente 1740 cm^{-1} , atribuída ao estiramento do grupo carbonila ($\text{C}=\text{O}$) dos ésteres de triglicerídeos, apresenta-se muito similar em ambas as amostras. Isso indica que a estrutura fundamental dos triglicerídeos permanece intacta, independentemente do tipo de processamento. Da mesma forma, as bandas em 2920 cm^{-1} e 2850 cm^{-1} , correspondentes aos estiramentos assimétrico e simétrico das ligações CH_2 de cadeias de ácidos graxos, são evidentes em ambos os espectros, embora a intensidade ligeiramente maior no óleo industrial possa sugerir uma maior pureza lipídica ou padronização da matriz, resultado do refino.

Uma diferença perceptível ocorre na região próxima a 3010 cm^{-1} , associada ao estiramento das ligações $=\text{C-H}$ de duplas ligações. Variações na intensidade relativa desse pico podem estar relacionadas a diferenças no grau de insaturação ou no estado oxidativo do óleo. O processamento industrial, que geralmente envolve etapas de refino, branqueamento e desodorização, pode alterar o perfil de ácidos graxos ou remover produtos de oxidação iniciais, justificando uma pequena divergência em relação ao óleo artesanal.

Figura 1 – Espectros FTIR-ATR comparativos do óleo de buriti industrial (linha preta) e artesanal (linha vermelha), destacando as principais bandas de absorção características de triglicerídeos e as regiões com variações sutis entre as amostras (setas).



A região entre 1200 e 1000 cm^{-1} (região de *fingerprint*) apresenta as diferenças mais significativas. Nesta faixa, vibrações de ligações C-O e a presença de grupos oxidados ou polares são detectadas. O óleo artesanal exibe alterações sutis na forma e intensidade dos picos nessa região, o que pode ser indicativo de uma maior concentração de compostos polares, como ácidos graxos livres, produtos de oxidação

primária ou mesmo a presença de antioxidantes naturais (ex.: tocoferóis e carotenoides), que não foram removidos por refino. Por outro lado, o óleo industrial apresenta um espectro mais “limpo” nessa região, refletindo a remoção de impurezas e a padronização típica de processos industriais.

Além disso, a banda próxima a 1460 cm^{-1} , referente a deformações angulares de CH_2 e CH_3 , e a banda em 720 cm^{-1} , característica do balanço de sequências $(\text{CH}_2)_n$ de cadeias longas, são muito similares nas duas amostras, reafirmando que a estrutura geral dos ácidos graxos de cadeia longa se mantém.

Tabela 1: Atribuição das principais bandas FTIR-ATR e análise comparativa entre os óleos de buriti industrial e artesanal.

Banda (cm^{-1})	Atribuição Principal	Diferenças Observadas (Industrial vs. Artesanal)
~2920 e 2850	Estiramento de CH_2 (assimétrico e simétrico)	Intensidade ligeiramente maior no industrial; possível maior pureza lipídica.
~3010	Estiramento de $=\text{C}-\text{H}$ (insaturações)	Pequena diferença de intensidade; pode indicar variação no grau de oxidação ou insaturação.
~1740	Estiramento de $\text{C}=\text{O}$ (éster de triglicerídeos)	Pico muito similar; estrutura básica dos triglicerídeos preservada em ambos.
~1460	Deformação angular de CH_2/CH_3	Pouca diferença; ambos mostram padrão típico de lipídios.
~1160	Estiramento de $\text{C}-\text{O}$ (éster)	Diferenças sutis na forma/intensidade; artesanal pode conter mais compostos polares ou produtos de oxidação.
1200–1000	Região de "fingerprint" ($\text{C}-\text{O}$, grupos oxidados)	Variações na forma dos picos; artesanal pode apresentar maior conteúdo de antioxidantes ou ácidos graxos livres.
~720	Balanço de $(\text{CH}_2)_n$ (cadeias longas)	Similar em ambos; confirma presença de ácidos graxos de cadeia longa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises por FTIR-ATR confirmam que ambos os óleos são quimicamente similares em sua constituição majoritária (triglicerídeos). Entretanto, as variações observadas, especialmente na região de *fingerprint* e na intensidade de bandas específicas, refletem impactos do processamento. O óleo industrial apresenta um perfil mais homogêneo, possivelmente com maior estabilidade oxidativa devido ao refino, enquanto o óleo artesanal pode reter compostos bioativos naturais, porém com potencial maior susceptibilidade à oxidação, dependendo das condições de extração e armazenamento. Portanto, a técnica mostrou-se eficaz na detecção de diferenças sutis, porém quimicamente relevantes, entre os dois tipos de óleo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de bolsa de produtividade em pesquisa (PQ/UEMG - Edital 13/2024) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais FAPEMIG (Edital 009/2022 e Edital 009/2024 - Fortalecimento e Consolidação da Pesquisa na UEMG E UNIMONTES, Processo APQ-03287-22, APQ-04841-24 e Processo APQ-04952-24,).

REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. C. B.; SILVEIRA, D. Drogas vegetais: uma antiga nova forma de utilização de plantas medicinais. Brasília Médica, v. 48, n. 2, p. 219-237, 2010.

QUINABRA – Química Natural Brasileira Ltda. Creamex. São José dos Campos, 1998. 25p. (Informativo Técnico).

MARQUES, L. C & SOUZA, C. M. Pesquisa e Desenvolvimento de Fitoterápicos: Relatos de Experiência em Indústria Farmacêutica Nacional. Revista Fitos, v. 7, n. 1, p. 50-66, 2012.

AUTORES

Hugo Gabriel Carvalho de Andrade Rodrigues: Discente graduando do curso de Química na Universidade Federal de Uberlândia (UFU-Pontal). E-mail: hugo.rodrigues@ufu.br

William Gomes Bernardo: Graduado em Química, discente graduando do curso de Engenharia da Computação na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: william.242150005@discente.uemg.br

Adriana Gomes de Moraes: Agrônoma, mãe atípica, presidente e sócia-fundadora da Tijucanna Cannabis Terapêutica. E-mail: drica@tijucanna.org

Adriano Oliveira: Administrador, pai atípico, diretor executivo e sócio-fundador da Tijucanna Cannabis Terapêutica. E-mail: adriano@tijucanna.org

Rafael de Oliveira Pedro: Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG Ituiutaba). Bacharel em Química Ambiental e Mestre em Química pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - IBILCE/UNESP, Doutor em Ciências (Físico-Química) pelo Instituto de Química de São Carlos (IQSC/USP), E-mail: rafael.pedro@uemg.br

Eveline Soares Costa: Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduada em Química e Mestre pela Universidade de Franca (Unifran), Doutora em Química de Orgânica pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). E-mail: eveline.costa@uemg.br

DETECÇÃO E QUANTIFICAÇÃO ELETROANALÍTICA DE COBRE EM RESÍDUOS

YASMIN OLIVEIRA DEVOTI, ANDRÉ FERNANDES PEREIRA,
ALEXSANDRO NUNES COLIM, BRUNA CLÁUDIA LOURENÇÃO

Palavras-chave: Metal tóxico; Voltametria de onda quadrada; Eletrodo de diamante dopado com boro; Redissolução anódica.

INTRODUÇÃO

Entre os resíduos gerados em laboratórios, os aquosos contendo metais tóxicos merecem destaque. O cobre, embora essencial em pequenas quantidades, pode causar sérios impactos ambientais e à saúde em concentrações elevadas (Bagchi et al., 2020).

Os métodos espectroscópicos são os mais utilizados na análise de metais, porém apresentam alto custo. Nesse contexto, técnicas eletroanalíticas têm se destacado por aliarem baixo custo a boa exatidão, precisão, sensibilidade e limites de detecção reduzidos. Entre elas, destacam-se as técnicas pulsadas (onda quadrada (SWV) e pulso diferencial (DPV)) que, associadas ao método de redissolução anódica (ASV), promovem pré-concentração da amostra e aumento da resposta de corrente (Skoog et al., 2015).

Assim, este trabalho teve como objetivo desenvolver um método eletroanalítico para monitorar e quantificar cobre em resíduos dos laboratórios de ensino da Universidade do Estado de Minas Gerais (Uemg), tanto antes quanto após o tratamento.

MATERIAL E MÉTODOS

A solução estoque de cobre (Cu^{2+}) $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ foi obtida a partir do $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ preparada em água deionizada. Solução de ácido sulfúrico $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ foi preparada em água deionizada e diluída quando necessário.

As amostras de resíduos laboratoriais contendo cobre foram obtidas no Laboratório de Ensino, Pesquisa e Extensão (LABEPE) da Uemg – Ituiutaba. As amostras foram tratadas utilizando o método de precipitação com hidróxido de sódio em pH 4,8,10 e 12. (Afonso et al., 2003), o resíduo sólido (precipitado) foi filtrado e o resíduo líquido (sobrenadante) foi analisado.

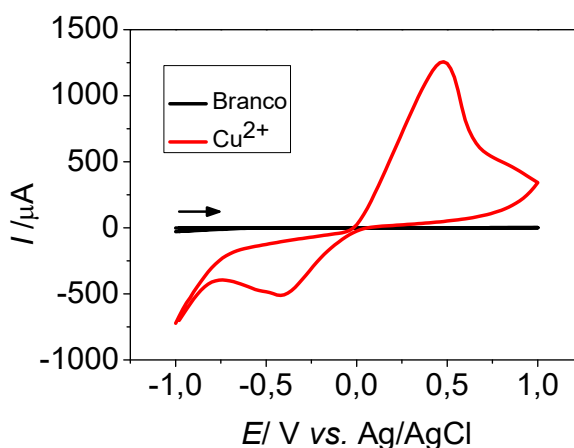
Todas as medidas eletroanalíticas foram realizadas em um potenciostato PalmSens®. Os procedimentos eletroanalíticos foram realizados em uma célula eletroquímica de compartimento único equipada com uma tampa, onde há orifícios para o posicionamento dos eletrodos utilizados: eletrodo de referência Ag/AgCl (KCl 3,0 mol L⁻¹), eletrodo auxiliar de placa de platina e o eletrodo de trabalho, diamante dopado com boro (BDD) pré-tratado catodicamente (PTC) (–100mA/cm²/ 180 s).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como é bastante conhecido na literatura, o uso da ASV para detecção de metais é bastante vantajosa, desta forma, optou-se por utilizar um potencial para que o cobre reduza na superfície do BDD, e em seguida, na varredura anódica, ele sofra a oxidação.

Assim, inicialmente o comportamento eletroquímico do Cu²⁺ sobre a superfície de BDD foi avaliado por CV utilizando-se como eletrólito suporte uma solução de tampão acetato 0,2 mol L⁻¹ (pH 4,8) e pré-concentração em –0,5 V por 30 s, Figura 1.

Figura 1 – Voltamograma cíclico (50mV/s) na ausência (branco) e na presença de Cu²⁺ 3,0 × 10⁻³ mol L⁻¹ em tampão acetato 0,2 mol L⁻¹ (pH 4,8) e eletrodo de BDD-PTC.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

Como pode ser observado na Figura 1, o Cu^{2+} apresentou um comportamento quase-reversível sobre o eletrodo de BDD-PTC, com pico de oxidação e redução em torno de 480 mV e -410 mV, respectivamente.

Observou-se no estudo de pH com tampão BR, que em valores acima de 5,0 começou a ocorrer a precipitação do Cu^{2+} no meio, com isso, o melhor sinal analítico foi obtido em ácido sulfúrico 0,01 mol L⁻¹.

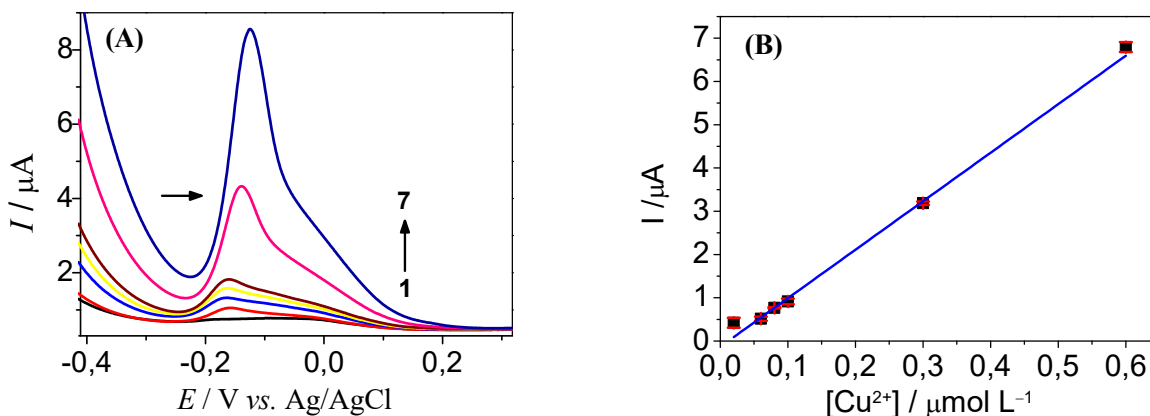
Em seguida, avaliou-se o melhor potencial de pré-tratamento e tempo para o uso da redissolução, e os melhores resultados foram obtidos utilizando-se $E = -0,6$ V e $t = 180$ s.

Avaliou-se também os parâmetros das técnicas pulsadas, DPV e SWV. Após a escolha das melhores condições em cada uma das técnicas, observou-se que a técnica SWV apresentou os melhores resultados em relação a definição de pico de oxidação e menor concentração de detecção do Cu^{2+} .

Assim, construiu-se uma curva de calibração utilizando a redissolução anódica com a SWV (SWASV) com linearidade de $2,00 \times 10^{-8}$ mol L⁻¹ a $6,00 \times 10^{-7}$ mol L⁻¹, conforme apresentado na Figura 2A.

A equação da reta que representa a curva obtida (Figura 2B) pode ser descrita como: $I \text{ (A)} = -9,05 \times 10^{-8} + 11,33 \times 10^{10} [\text{Cu}^{2+} / (\text{mol L}^{-1})]$; ($r = 0,9949$). E o limite de detecção (LD) calculado, conforme a IUPAC, (Skoog et al., 2015) foi de $4,02 \times 10^{-9}$ mol L⁻¹.

Figura 2 – A) Voltamogramas obtidos por SWASV em diferentes concentrações de Cu^{2+} (1 a 7: (1) Branco, (2) $2,00 \times 10^{-8}$ mol L⁻¹ a (7) $6,00 \times 10^{-7}$ mol L⁻¹). B) Curva analítica. Eletrólito suporte: ácido sulfúrico 0,01 mol L⁻¹; condições da SWASV: (α): 130 mV; (f): 10 Hz; (ΔE): 1 mV; $E = -0,6$ V e $t = 180$ s.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

A repetibilidade do método foi analisada para a concentração de Cu^{2+} $9,0 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$, e para dez medidas consecutivas obteve-se um desvio padrão relativo de 11 %, indicando assim uma boa repetibilidade do procedimento desenvolvido.

Os resultados da amostra sem tratamento e tratada com diferentes valores de pH foi analisada pelo método proposto e os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados obtidos na determinação de Cu^{2+} na amostra de resíduos laboratoriais, antes e após o tratamento com diferentes valores de pH, usando o método de SWASV desenvolvido

Amostras					
	Antes do tratamento	Após tratamento			
		pH 4	pH 8	pH 10	pH 12
$[\text{Cu}^{2+}]^*$ (mol L^{-1})	$(1,85 \pm 0,08) \times 10^{-2}$	$(7,53 \pm 0,03) \times 10^{-3}$	$(5,56 \pm 0,17) \times 10^{-4}$	$(6,38 \pm 0,08) \times 10^{-7}$	$(4,72 \pm 0,38) \times 10^{-7}$

*n = 3

As amostras tratadas apresentaram concentrações inferiores a amostra sem tratamento. Além disso, houve diminuição na concentração de Cu^{2+} conforme o pH do tratamento de resíduo aumentou, o que demonstra que a solubilidade do hidróxido de cobre diminui com o aumento do pH, ocasionando menos Cu^{2+} em solução, dados condizentes com a literatura (Afonso, et. al., 2003). Com isso, a amostra tratada com pH 12 foi a que apresentou menor concentração de Cu^{2+} , supondo melhor eficiência no tratamento neste valor de pH.

Adicionalmente, considerou-se que o tratamento dos resíduos foi totalmente eficaz para os pH 10 e 12, uma vez que, as amostras tratadas neste pH apresentaram teor de Cu^{2+} abaixo do limite estabelecido pela legislação do Conama 430/2011 ($1,57 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$) (Brasil, 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível concluir que o eletrodo de BDD PTC e o uso da SWASV foi bastante adequada para determinação de Cu^{2+} obtendo-se uma curva linear de $2,0 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$ a $6,0 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$ e LD de $4,02 \times 10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$.

O procedimento desenvolvido foi adequado para análises das amostras laboratoriais de resíduos e observou-se uma grande diminuição da concentração de

Cu^{2+} antes e após o tratamento. Adicionalmente, as amostras apresentaram diminuição na concentração de Cu^{2+} conforme o pH tratamento de resíduo aumentou, e ainda, as amostras tratadas com pH acima de 8 apresentaram valores adequados de Cu^{2+} , conforme as normas do Conama 430/2011 (Brasil, 2011).

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG - APQ 04371-24 , PQ/UEMG - 14/2024 e PAPq/UEMG - 15/2024

REFERÊNCIAS

AFONSO, J. C. et al. Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos

BAGCHI, D.; BAGCHI, M. **Metal toxicology handbook**. 1. ed. Boca Raton: CRC Press, 2020. 510 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 maio 2011. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770>. Acesso em: 25 set. 2025.

NASR, M.; NEGM, A. Solid waste management and sustainability: introduction and updates. In: NASR, M.; NEGM, A. (org.). **Solid waste management: advances and trends**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 1-16. (Sustainable Development Goals Series).

SKOOG, D. A. et al. **Fundamentos de química analítica**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 1088 p.

AUTORES

Alexsandro Nunes Colim. Analista Universitário da Universidade do Estado de Minas Gerais (Uemg) – Unidade Acadêmica de Ituiutaba. Bacharel, Licenciado, Mestre e Doutor em Química pela Universidade Federal de Santa Maria. Atualmente, é responsável pela gestão dos Laboratórios de Ensino, Pesquisa e Extensão vinculados ao setor LABEPE/ UEMG-Ituiutaba. E-mail: alexsandro.colim@uemg.br

André Fernandes Pereira: Discente graduando do curso de Engenharia Agrônoma na Uemg -Ituiutaba. E-mail: andre.241158551@discente.uemg.br.

Bruna Cláudia Lourenção. Professora da Uemg - Ituiutaba. Licenciada em Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), mestrado em Química pela Universidade de São Paulo (campus São Carlos) e doutorado em Química pela UFSCar, na área de Química Analítica, com ênfase em Eletroanalítica. E-mail: bruna.lourencao@uemg.br

Yasmin Oliveira Devoti: Discente graduando do curso de Engenharia Agrônômica na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: yasmin.241153592@discente.uemg.br

GESTÃO E SEGURANÇA DE ALMOXARIFADO DE PRODUTOS QUÍMICOS

**WILLIAN CANDIDO DA SILVA PINTO; AMANDA GABRIELA
ANTONIO; HELIOMAR DE OLIVEIRA ANDRADE; ANA BEATRIZ
BARROS FRANCO; MARCIA DA COSTA TELES LOPES; ALEXSANDRO
NUNES COLIM**

Palavras-chave: Incompatibilidade Química; Classes de Risco; Extensão Universitária.

INTRODUÇÃO

O armazenamento de produtos químicos é um tema de grande relevância acadêmica, social e ambiental, pois envolve a segurança de trabalhadores, estudantes e preservação do meio ambiente. Em universidades, o uso de reagentes químicos é fundamental para atividades de ensino, pesquisa e extensão, especialmente em cursos das áreas exatas. Entretanto, quando esses produtos não são devidamente identificados, classificados e armazenados, podem gerar riscos significativos, como exposição humana a substâncias tóxicas, contaminações ambientais, incêndios e explosões.

Um almoxarifado de produtos químicos é, portanto, um espaço físico destinado ao armazenamento seguro, organizado e normatizado dessas substâncias. Sua função vai além da simples guarda de materiais: trata-se de um ambiente projetado para minimizar riscos, assegurar a compatibilidade química entre reagentes, facilitar o controle de estoque e garantir condições adequadas de manuseio. No contexto acadêmico, a implantação de um almoxarifado contribui também para a formação discente, oferecendo oportunidades de aprendizagem prática sobre segurança química, gestão ambiental e normas técnicas vigentes.

No Brasil, a regulamentação do tema é respaldada por legislações e normas específicas, com destaque para a Norma Regulamentadora NR 26 – Sinalização de Segurança (Brasil, 2011), que trata da classificação e rotulagem preventiva de produtos químicos, e a ABNT NBR 14725 – Produtos Químicos: Informações sobre Segurança, Saúde e Meio Ambiente (ABNT, 2012), que estabelece critérios para a classificação de

risco, rotulagem e elaboração das Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), alinhada ao Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS). Além delas, destacam-se a Lei nº 9.605/1998, que dispõe sobre os crimes ambientais, e a Lei nº 10.357/2001, referente ao controle de produtos químicos sujeitos à fiscalização pela Polícia Federal.

Na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Unidade Ituiutaba, a necessidade de reestruturar o armazenamento de produtos químicos destinado ao setor de Laboratórios de Ensino, Pesquisa e Extensão – LABEPE, motivou a criação do projeto de extensão “*ARMAZÉM QUÍMICO: Segurança e Eficiência na Gestão do Almoxarifado de Produtos Químicos da UEMG Ituiutaba*”. A iniciativa surge como resposta à constatação de inadequações no antigo modelo de armazenamento, que seguia apenas a ordem alfabética, sem levar em consideração as classes de risco e as incompatibilidades químicas.

DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO TRABALHO

Na etapa inicial do projeto, foi realizado a avaliação do espaço físico disponível (36 m²), considerando as dimensões das paredes para a disposição das estantes metálicas, bem como as condições de ventilação e iluminação natural, especialmente nas áreas próximas à janela e à porta, a fim de garantir segurança no armazenamento de substâncias sensíveis. Foi planejada a adaptação de estantes metálicas em conformidade com as normas técnicas vigentes e iniciados os trâmites para instalação de equipamentos de segurança, como extintores adequados e sinalização de emergência.

Para a identificação correta dos produtos químicos e posterior organização do Almoxarifado LABEPE, foi realizado o levantamento individual de todos os reagentes do setor e coleta de suas respectivas Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), atualmente denominadas Ficha de Dados de Segurança (FDS), utilizadas para verificar a classe de risco, compatibilidade química e condições ideais de armazenamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise, classificação, catalogação e transporte, foram organizados no novo almoxarifado 478 produtos químicos, distribuídos entre sete classes de risco segundo a ABNT NBR 14725 (Tab. 1). Além disso, foram organizadas e arquivadas 304 FDS, disponíveis para consulta técnica. Esse processo representa um avanço em relação ao sistema anterior, que se baseava apenas na ordem alfabética dos produtos, sem considerar riscos ou incompatibilidades.

Durante a classificação, constatou-se a necessidade de separação dos reagentes entre sólidos e líquidos, de modo a evitar reações perigosas, como incêndios ou liberação de gases tóxicos. Além disso, foram identificadas incompatibilidades críticas, entre cianetos e ácidos, que liberam gases tóxicos, e entre oxidantes fortes e redutores, que podem provocar explosões. Essa etapa consolidou uma estrutura de segurança preventiva no setor.

Tabela 1 – Quantidade de Produtos Químicos por Classe de Risco

Classe de Risco	Descrição	Quantidade de Itens
Classe 3	Líquidos inflamáveis	30
Classe 4	Sólidos inflamáveis	09
Classe 5	Substâncias oxidantes e peróxidos	24
Classe 6	Substâncias tóxicas e infecciosas	79
Classe 7 (adaptada)	Produtos potencialmente carcinogênicos	19
Classe 8	Substâncias corrosivas	36
Classe 9	Substâncias perigosas diversas	107
Total		304

Fonte: os autores

Numeração e Catalogação dos Produtos Químicos

Para padronizar a nova organização dos produtos químicos e facilitar sua localização no almoxarifado, foi desenvolvido um sistema de numeração no formato “**x.y.zz**”, no qual: **x** representa a classe de risco (variando de 3 a 9), **y** indica o estado físico (1 = sólido; 2 = líquido) e **zz** corresponde à ordem alfabética dentro da respectiva classe. Por exemplo, o **Acetato de Amônio** recebeu a identificação **9.1.02**, sendo classificado como pertencente à Classe 9 (perigosos diversos), sólido (1) e o segundo reagente da lista em ordem alfabética. Esse padrão foi aplicado a todos os reagentes e

incorporado à **Lista Geral de Produtos Químicos**, que reúne informações como nome, número interno, fórmula química, prazo de validade e quantidade disponível em estoque.

Além disso, ao final de cada classe foram incluídos os sinônimos existentes para os reagentes, a fim de facilitar a identificação e evitar duplicidades ou confusões no registro e manuseio dos materiais. Adicionalmente, foi realizado o levantamento específico dos produtos químicos sujeitos à regulamentação da Polícia Federal (PF) e do Exército Brasileiro (EB), em conformidade com a legislação vigente. Esses produtos receberam etiquetas de cor amarela (PF) e laranja (EB), para destacar visualmente sua presença no almoxarifado, possibilitando um monitoramento mais ágil e a adoção de protocolos de segurança diferenciados.

Armazenamento e Disposição dos Produtos Químicos no Almoxarifado LABEPE

O novo almoxarifado foi setorizado (Fig. 1) em três áreas principais: produtos líquidos, produtos sólidos e vidrarias. Os reagentes foram distribuídos em estantes metálicas conforme sua classe de risco, devidamente identificadas com rótulos padronizados. Inflamáveis foram armazenados em locais ventilados e afastados de fontes de calor ou ignição, enquanto corrosivos foram acondicionados em bandejas plásticas para evitar contato com as estantes metálicas. Essa organização garante maior segurança, otimiza o acesso e assegura a conformidade com a NR 26 e a ABNT NBR 14725.

Figura 1 – Setorização e organização dos produtos químicos no novo almoxarifado LABEPE



Fonte: Arquivo pessoal dos autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de uma nova metodologia de classificação e armazenamento dos reagentes químicos representou um avanço significativo para a segurança, a organização e a gestão do almoxarifado da UEMG Ituiutaba. Diferentemente do sistema anterior, baseado apenas na ordem alfabética, o modelo atual adota critérios técnicos definidos pela ABNT NBR 14725, considerando as classes de risco e prevenindo o armazenamento de substâncias incompatíveis lado a lado, o que reduz de forma efetiva a possibilidade de reações perigosas, como combustões e explosões.

Com o objetivo de assegurar a rastreabilidade e o controle do uso dos reagentes, foi instituído um Livro de Registro de Movimentação, no qual devem ser anotados dados essenciais: data de saída, número interno do reagente, nome do produto químico, finalidade da utilização (ensino, pesquisa ou extensão), nome do usuário (professor ou pesquisador), quantidade empregada, data de retorno (quando aplicável) e assinatura do responsável. Esse sistema garante transparência, segurança e conformidade com a legislação vigente.

As próximas etapas do projeto incluem a instalação de sinalizações padronizadas, a aquisição de equipamentos de emergência, a realização de treinamentos regulares e simulações de resposta a incidentes, além da elaboração de um Manual de Organização de Almoxarifados de Produtos Químicos, que servirá como referência não apenas para a equipe local, mas também para outras unidades e instituições acadêmicas interessadas.

Além de atender às legislações, o projeto consolidou-se como uma importante ferramenta de formação discente, proporcionando aos estudantes a vivência prática da classificação, catalogação e reorganização de reagentes químicos. Essa experiência contribui para a formação de profissionais mais conscientes e qualificados, fortalece a cultura de segurança no ambiente acadêmico e reafirma o compromisso institucional da UEMG Ituiutaba com a gestão responsável e socioambiental dos insumos laboratoriais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14725-1:2012 – Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 1: Requisitos gerais para classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14725-2:2009 – Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 2: Sistema de classificação de perigo.** Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14725-3:2017 – Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 3: Rotulagem.** Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14725-4:2014 – Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 4: Ficha de Dados de Segurança (FDS).** Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12235:1992 – Armazenamento de produtos químicos perigosos – Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 26 – Sinalização de Segurança.** Brasília, DF: MTE, 2011.

BRASIL. **Lei nº 10.357, de 27 de dezembro de 2001.** Dispõe sobre a fiscalização e o controle das atividades que envolvem produtos químicos que possam ser utilizados como precursores na fabricação de drogas ilícitas. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 dez. 2001.

GHS. **Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS).** 9th ed. New York: United Nations, 2021.

SOBRE OS AUTORES

Willian Candido da Silva Pinto, Graduando (6º período) do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Unidade Acadêmica de Ituiutaba. Atualmente é estagiário do setor LABEPE/ UEMG-Ituiutaba.

Amanda Gabriela Antonio, Graduanda (10º período) do curso de Engenharia Agrônoma da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Unidade Acadêmica de Ituiutaba. Atualmente é estagiária do setor LABEPE/ UEMG-Ituiutaba.

Heliomar De Oliveira Andrade, Graduando (8º período) do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Unidade Acadêmica de Ituiutaba. Atualmente é estagiário do setor LABEPE/ UEMG-Ituiutaba.

Ana Beatriz Barros Franco, Graduanda (6º período) do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Unidade Acadêmica de Ituiutaba. Atualmente é estagiária do setor LABEPE/ UEMG-Ituiutaba.

Marcia Da Costa Teles Lopes, Analista Universitária da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Unidade Ituiutaba. Licenciada em Ciências Biológicas pela UEMG-Ituiutaba. Atua na gestão dos Laboratórios de Ensino, Pesquisa e Extensão vinculados ao setor LABEPE. E-mail: marcia.lopes@uemg.br

Alexsandro Nunes Colim, Analista Universitário da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Unidade Ituiutaba. Bacharel, Licenciado, Mestre e Doutor em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Responsável pela gestão

dos Laboratórios de Ensino, Pesquisa e Extensão (LABEPE/UEMG-Ituiutaba), supervisiona a equipe de estagiários e desenvolve projetos voltados à sustentabilidade, segurança química e boas práticas laboratoriais. E-mail: alexsandro.colim@uemg.br

IMPACTO DOS NÍVEIS DE RUÍDO EM ATIVIDADES AGRÍCOLAS NA SAÚDE OCUPACIONAL DE OPERADORES DE MÁQUINAS

CLÁUDIA REGINA MARQUES; FRANCISCA NIVANDA DE LIMA
ESTEVAM; RENAN GUSTAVO COELHO DE SOUZA DOS REIS.

Palavras-chave: Normas Regulamentadoras; Perda auditiva; Mecanização agrícola.

INTRODUÇÃO

A mecanização agrícola tem desempenhado papel fundamental no aumento da produtividade e na otimização das atividades no campo. Ao viabilizar maior eficiência operacional, o uso intensivo de máquinas e implementos tornou-se essencial para diversas culturas e sistemas produtivos. No entanto, a presença constante desses equipamentos nas atividades diárias também introduz uma série de riscos ocupacionais, destacando-se a exposição contínua a níveis elevados de ruído. Esse agente físico, quando presente de forma excessiva, pode comprometer a saúde auditiva dos trabalhadores, tornando-se um fator relevante para a segurança e saúde no trabalho rural.

Estudos internacionais e nacionais têm apontado crescimento expressivo nos casos de perda auditiva relacionada ao ambiente ocupacional. No Brasil, estima-se que grande parte dessas ocorrências esteja associada ao uso inadequado ou à ausência de medidas de proteção individual e coletiva, especialmente em setores onde o controle de riscos ainda é incipiente, como nas pequenas propriedades rurais e na agricultura familiar.

As normas regulamentadoras estabelecem limites de tolerância para exposição ao ruído, com o objetivo de prevenir danos à saúde. Contudo, a efetiva aplicação dessas diretrizes depende da realização de avaliações técnicas representativas que considerem as particularidades das máquinas utilizadas, o tempo de exposição e as condições específicas de operação. Nesse sentido, destaca-se a importância das

medições de campo, que permitem quantificar os níveis de pressão sonora e identificar atividades com maior potencial de risco.

Diante desse cenário, a presente pesquisa tem como objetivo geral avaliar os níveis de ruído em operações agrícolas realizadas com diferentes máquinas e implementos, por meio de medições dos níveis de ruídos emitidos pelos conjuntos máquina e implemento por meio de decibelímetro digital, comparando os níveis de ruído registrados com os limites de tolerância estabelecidos na legislação vigente.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em 1º maio de 2025, em ambiente rural representativo da agricultura familiar, no Município de Gurinhatã, no estado de Minas Gerais. As quantificações de ruído foram realizadas em condições reais de trabalho, com algumas situações: o trator estático; em deslocamento sem implemento e durante as operações de gradagem e roçagem, utilizando os tratores Massey Ferguson modelos MF 275, MF 290 e MF 270 (Figura 1, Trator (A), (B), (C), respectivamente).

Figura 1 – Tratores utilizados para as avaliações.



Fonte: Marques, 2025.

Para a avaliação dos níveis de pressão sonora, utilizou-se o decibelímetro digital modelo KR 923, da marca AKROM, o equipamento foi configurado com resposta lenta (Slow) e curva de ponderação "A", conforme recomendação da Norma de Higiene Ocupacional nº 01 da Fundacentro (2001), para simulação da percepção auditiva humana. As leituras foram efetuadas com o decibelímetro posicionado próximo ao ouvido do operador, conforme os procedimentos estabelecidos pela Norma Regulamentadora nº 15 – Atividades e Operações Insalubres (BRASIL, 2024). Ressalta-se que, durante as medições, a velocidade do vento permaneceu inferior a 5 m/s, valor 27 considerado tecnicamente desprezível para interferência nas leituras de pressão sonora, conforme recomendado pela NHO 01 da Fundacentro (2001).

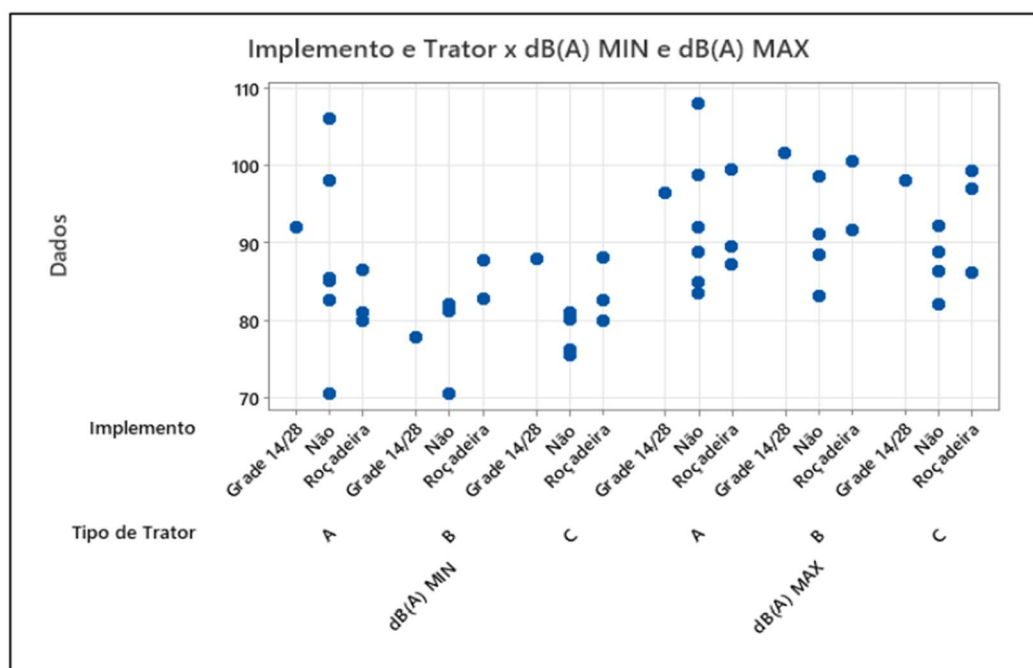
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Gráfico 1 apresenta a distribuição dos níveis de ruído mínimo e máximo, em dB(A), obtidos durante o funcionamento de três modelos de tratores Massey Ferguson (MF 275 - A, MF 290 - B e MF 270 - C), operando em diferentes rotações do motor (800, 1200, 1800 e 2000 RPM). Observa-se uma tendência de crescimento dos níveis de ruído à medida que a rotação do motor aumenta, tanto para os valores mínimos quanto para os máximos. Este comportamento confirma a relação direta entre intensidade de funcionamento do motor e emissão de ruído, fenômeno já descrito por autores como Leme et al. (2018) e Silva et al. (2020), os quais destacam o impacto do regime de operação no conforto e segurança dos operadores. Foi observado que, mesmo em baixa rotação, alguns modelos já alcançam níveis preocupantes de pressão sonora.

À medida que se avança para 1200 e 1800 RPM, tanto os níveis mínimos quanto os máximos passam a ultrapassar com frequência os 85 dB(A), alcançando valores de até 100 dB(A) nas medições máximas. Este patamar excede os limites legais de tolerância para qualquer jornada, exigindo a redução do tempo de exposição, uso de protetores auriculares com atenuação adequada e recomendavelmente a implementação de soluções de engenharia, como o enclausuramento acústico da fonte de ruído. Os dados também sugerem diferenças entre os modelos de tratores. Em diversas rotações, o trator MF 290 (B) apresentou níveis de ruído ligeiramente

superiores aos demais, tanto nos mínimos quanto nos máximos. Essa diferença pode ser atribuída a fatores como potência do motor, tipo de escapamento, ausência de cabine ou idade da máquina, aspectos que merecem investigação complementar em estudos futuros.

Gráfico 1 – Níveis de ruído máximo e mínimo medidos durante a operação do trator sem implemento, com grade e com roçadeira - Tratores Massey Ferguson – MF 275 (A), MF 290(B) e MF 270(C).



Fonte: Marques, 2025.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises gráficas realizadas a partir das medições dos níveis de pressão sonora durante as operações mecanizadas com três tipos de tratores agrícolas, observou-se que os níveis de ruído variaram de forma significativa entre os tipos de implementos utilizados e as condições operacionais. Em diversos cenários, os valores de exposição ultrapassaram o limite de tolerância de 85 dB(A) estabelecido pela Norma Regulamentadora nº 15 – Atividades e Operações Insalubres (BRASIL, 2024), o que configura uma condição de insalubridade por agente físico ruído contínuo ou intermitente.

A presente pesquisa possibilitou a avaliação quantitativa dos níveis de ruído aos quais os operadores de máquinas agrícolas estão expostos durante diferentes

operações mecanizadas, utilizando tratores com e sem implementos. As medições, realizadas com auxílio de decibelímetro digital, demonstraram que os níveis de pressão sonora variam significativamente conforme o tipo de implemento utilizado, a rotação do motor e o estágio operacional do trator (repouso, deslocamento ou trabalho ativo).

AGRADECIMENTOS

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG/Ituiutaba), ao grupo de extensão e pesquisa agrícola (GEPEA) e aos demais envolvidos na condução do experimento.

REFERÊNCIAS

FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. Normas de Higiene Ocupacional – **NHO 01: Avaliação da exposição ocupacional ao ruído**. São Paulo: Fundacentro, 2001. 14 p. Disponível em: Normas de Higiene Ocupacional - NHOs — FUNDACENTRO. Acesso em: 21 abr. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **NR-15 – Atividades e operações insalubres**. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/assuntos/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-15>. Acesso em: 02 nov. 2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 15 – Atividades e Operações Insalubres**; Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-dotrabalho/normas-regulamentadoras/nr-15>. Acesso em: 02 nov. 2024

AUTORES

Cláudia Regina Marques: Graduada do curso de Engenharia Agrônômica da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). E-mail: claudia.1594707@discente.uemg.br

Francisca Nivanda de Lima Estevam: Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduada em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Mestra em Engenharia Agrícola Universidade Federal do Ceará (UFC), Doutora em Agronomia (Ciência do solo) Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), E-mail: francisca .estevam@uemg.br

Renan Gustavo Coelho de Souza dos Reis: Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG-Ituiutaba). Graduado em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Mestre em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Doutor em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG), E-mail: renan.reis@uemg.br