

Rusbene Bruno Fonseca de Carvalho
Lívia Fernanda Nery da Silva
Lívio Cesar Cunha Nunes
(Orgs.)



QUÍMICA NO ENSINO A DISTÂNCIA:

**EXPERIÊNCIAS, DESAFIOS E
PERSPECTIVAS NO CENÁRIO PIAUIENSE**

Rusbene Bruno Fonseca de Carvalho
Livia Fernanda Nery da Silva
Livio Cesar Cunha Nunes
Organizadores

QUÍMICA NO ENSINO A DISTÂNCIA:
EXPERIÊNCIAS, DESAFIOS E PERSPECTIVAS NO CENÁRIO
PIAUIENSE





UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

CENTRO DE EDUCAÇÃO ABERTA E A DISTÂNCIA

Reitor

Gildásio Guedes Fernandes

Diretora

Lívia Fernanda Nery da Silva

Vice-Reitor

Viriato Campelo

Vice-Diretor

Idelmir Ferreira dos Santos

Superintendente de Comunicação Social

Samantha Viana Castelo Branco Rocha Carvalho

Coordenadora do Setor de Produção de Material Didático

Maria do Socorro de Andrade Oliveira

Diretor da EDUFPI

Cleber de Deus Pereira da Silva

Supervisora do Setor de Produção de Material Didático

Rannyelle Andrade da Silva

EDUFPI - Conselho Editorial

Cleber de Deus Pereira da Silva (presidente)

Cleber Ranieri Ribas de Almeida

Gustavo Fortes Said

Nelson Juliano Cardoso Matos

Nelson Nery Costa

Viriato Campelo

Wilson Seraine da Silva Filho

Projeto Gráfico e Capa

Giovanna Carvalho Sousa

Rusbene Bruno de Fonseca Carvalho

Diagramação

Rusbene Bruno de Fonseca Carvalho

Revisão

Rusbene Bruno de Fonseca Carvalho

Lívio Cesar Cunha Nunes

FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade Federal do Piauí

Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco

Divisão de Representação da Informação

Q6 Química no ensino a distância : experiências, desafios e perspectivas no cenário piauiense / organizadores, Rusbene Bruno Fonseca de Carvalho, Lívia Fernanda Nery da Silva, Lívio Cesar Cunha Nunes. – Teresina : EDUFPI, 2024. 264 p.

ISBN 978-65-5904-307-1

1. Química. 2. Ensino. 3. Ensino à Distância. 4. EaD. 5. Piauí. 6. Educação. I. Carvalho, Rusbene Bruno Fonseca de. II. Silva, Lívia Fernanda Nery da. III. Nunes, Lívio Cesar Cunha.

CDD 540.7

Bibliotecária: Francisca das Chagas Dias Leite – CRB3/1004



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



PREFÁCIO

É com grande satisfação que apresentamos este livro intitulado "Química no Ensino a Distância: Experiências, Desafios e Perspectivas no Cenário Piauiense", uma iniciativa do Centro de Educação a Distância da Universidade Federal do Piauí (CEAD/UFPI) em colaboração com o curso de Química do CEAD/UFPI. O livro é uma coletânea de pesquisas referentes aos Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) de alunos do CEAD/UFPI, oferecendo uma visão abrangente das experiências, desafios e perspectivas relacionados ao ensino de Química a distância no contexto piauiense.

Os capítulos* aqui apresentados refletem a diversidade de experiências e investigações realizadas por professores, tutores, alunos e ex-alunos da UFPI e instituições colaboradoras em diferentes áreas da Química e Educação, proporcionando uma compreensão dos desafios enfrentados e das perspectivas emergentes neste campo.

Ao longo deste livro, os leitores terão a oportunidade de explorar temas como a adaptação ao ensino remoto, a importância das práticas experimentais, o estudo dos impactos ambientais, entre outros assuntos pertinentes à realidade educacional e ambiental do estado do Piauí. Além disso, são apresentadas reflexões sobre os desafios enfrentados por professores e alunos durante a pandemia de COVID-19 e as estratégias adotadas para superá-los, destacando a resiliência e a criatividade dos profissionais envolvidos no processo educacional.

Desejamos que este livro se torne uma fonte de inspiração e conhecimento para educadores, pesquisadores, estudantes e a todos os interessados no ensino e na disseminação da Química. Que as experiências compartilhadas e as reflexões apresentadas aqui estimulem a criação de novas ideias, fomentem debates construtivos e inspirem iniciativas que visem a uma educação mais inclusiva, inovadora e eficaz.

Profa. Lívia Fernanda Nery da Silva

* O conteúdo de cada capítulo e seus dados em sua forma e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	7
A importância e os desafios das atividades experimentais no ensino de Química: uma análise em uma unidade escolar estadual de Luzilândia-PI	
Polyana de Sousa Ferreira, Tallyta Nogueira Fernandes, Leanne Silva de Sousa, Davi da Silva, Rusbene Bruno Fonseca de Carvalho & Wiury Chaves de Abreu	
CAPÍTULO 2	23
As características físico-químicas do mel produzido em Pio IX, Piauí	
Maria Edna de Sá, Lívio Cesar Cunha Nunes & Marinaldo Sousa de Carvalho	
CAPÍTULO 3	36
Investigação sobre o impacto das atividades experimentais na disciplina de Química: um estudo em uma escola pública de ensino médio em Simões - PI	
Ana Raquel da Costa Carvalho, Rusbene Bruno Fonseca de Carvalho & Antonia Amanda Cardoso de Almeida	
CAPÍTULO 4	49
Conscientização ambiental: impactos do descarte inadequado de lixo eletrônico entre estudantes do ensino médio em Simplício Mendes – PI	
Ilany Moura Luz, Milton Batista da Silva, Jarbas Soares de Mesquita Junior, Romézio Alves Carvalho da Silva, Wiury Chaves de Abreu, Wesley Fernandes Araújo & Leanne Silva de Sousa	
CAPÍTULO 5	66
Análise da utilização de produtos químicos de limpeza por trabalhadores domésticos e de estabelecimentos em Simplício Mendes – PI	
Alice de Sousa Monteiro, Milton Batista da Silva, Inês Maria de Sousa Araújo, Francisca das Chagas Alves da Silva, Romézio Alves Carvalho da Silva, Juciely Carvalho Maia Mota & Leanne Silva de Sousa	
CAPÍTULO 6	81
Aulas experimentais no curso de Licenciatura em Química UFPI/EAD: uma perspectiva discente	
Nickolly Ellen de Amorim Santos, Hellen Isnádia Teixeira Nolêto, Daniella dos Santos Silva, Milton Batista da Silva, Adriano Gomes de Castro & Jurandy do Nascimento Silva	
CAPÍTULO 7	93
Teor de alumínio na água tratada para o abastecimento humano do município de Piracuruca – PI	
Antonio Diheyllon de Brito Gomes & Florisvaldo Clementino Santos Filho	
CAPÍTULO 8	104
Química medicinal farmacêutica: estratégias para o planejamento racional, produção e desenvolvimento de novos fármacos	
David dos Reis Silva Filho, Inês Maria de Souza Araújo, Leanne Silva de Sousa & Milton Batista da Silva	

CAPÍTULO 9	137
O uso dos agrotóxicos nas lavouras: uma abordagem bibliográfica	
Eurivaldo Sales Leal, Arthur Francisco de Paiva Alcântara, Francisco Renan Clementino Santos, Layse Policarpo Moita da Silva & Florisvaldo Clementino Santos Filho	
CAPÍTULO 10	151
Dificuldade docente na adaptação ao ensino remoto em Redenção do Gurguéia, Piauí	
Denise da Silva Catuaba, Francisco Renan Clementino Santos, Layse Policarpo Moita da Silva & Florisvaldo Clementino Santos Filho	
CAPÍTULO 11	163
O ensino de Química em tempos de pandemia em uma escola da rede pública estadual em Bela Vista do Piauí: percepção dos alunos frente às aulas remotas de química	
Izaías Coelho de Sousa, Jarbas Soares Mesquita Júnior, Milton Batista da Silva, Márcia Letícia de Sousa Ramalho, Tatiana de Sousa Araújo, Leanne Silva de Sousa & Inês Maria de Souza Araújo	
CAPÍTULO 12	184
Ensino remoto: o professor e sua adaptação no ensino básico	
Íngride Alves da Silva, Rafael do Nascimento Silva, João Victor dos Santos Nascimento, Elisângela França Soares, Adriano Gomes de Castro & Jurandy do Nascimento Silva	
CAPÍTULO 13	199
Uma percepção acerca do ensino da química em uma escola pública de Pio IX - PI	
Laurian Edivânia Gomes de Lima, Francisco Mayron de Sousa e Silva, Davi da Silva & Taciana Oliveira de Sousa	
CAPÍTULO 14	222
O lixo urbano e o meio ambiente: uma análise dos impactos causados pelos resíduos sólidos em Isaías Coelho – PI	
Layany da Silva, Jarbas Soares Mesquita Júnior, Milton Batista da Silva, Márcia Letícia de Sousa Ramalho, Adriano Santana Soares, Leanne Silva de Sousa & Inês Maria de Souza Araújo	
CAPÍTULO 15	242
Reflexões sobre o ensino de química durante a pandemia: percepções dos professores da rede estadual em Pio IX – PI	
Carla Patrícia da Silva Carvalho, Giovanna Carvalho Sousa Silva, Davi da Silva & Taciana Oliveira de Sousa	

Sobre os organizadores

Sobre os autores

CAPÍTULO 1

A IMPORTÂNCIA E OS DESAFIOS DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE EM UMA UNIDADE ESCOLAR ESTADUAL DE LUZILÂNDIA-PI

Polyana de Sousa Ferreira
Tallyta Nogueira Fernandes
Leanne Silva de Sousa
Davi da Silva
Rusbene Bruno Fonseca de Carvalho
Wiury Chaves de Abreu*

RESUMO

O capítulo aborda a importância dos experimentos de química no processo de ensino e aprendizagem, com foco no contexto do 1º ano do Ensino Médio em uma escola pública estadual do Piauí. A pesquisa adotou uma abordagem quali-quantitativa, envolvendo duas professoras e 29 alunos, utilizando questionários direcionados a ambos os grupos. Os resultados destacam a relevância dos experimentos para uma aprendizagem mais eficaz, evidenciando a necessidade de integração entre teoria e prática. As professoras reconhecem a importância dos experimentos, mas enfrentam desafios como a falta de recursos e laboratórios adequados. Os alunos valorizam as aulas práticas e reconhecem seu potencial para facilitar a compreensão dos conteúdos de química. Conclui-se que a implementação de atividades experimentais nas aulas de química é fundamental para promover um ensino de qualidade e despertar o interesse dos alunos pela disciplina, embora enfrentem obstáculos que precisam ser superados para alcançar esse objetivo.

Palavras-chave: Aulas Experimentais. Laboratório. Ensino. Aprendizagem.

* Autor correspondente: wiury.abreu@ifma.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O ensino da Química representa um desafio significativo para as escolas na contemporaneidade, com diversos obstáculos enfrentados pelos educadores ao integrar teoria e prática de forma eficaz. Muitos professores encontram dificuldades em disponibilizar materiais pedagógicos abrangentes para enriquecer as aulas experimentais, o que pode resultar em uma falta de interesse dos alunos pela disciplina. No entanto, uma abordagem eficaz para estimular o interesse dos alunos pela Química é o uso de materiais e equipamentos educativos. Esses recursos possibilitam uma abordagem mais prática e envolvente, permitindo que os alunos se aproximem dos conteúdos discutidos em sala de aula (Freitas, 2009; Nogueira; Vieira; Carvalho, 2022).

Diante dos desafios enfrentados no ensino de Química, torna-se evidente a necessidade premente de mais aulas experimentais. Essas atividades proporcionam aos alunos uma compreensão mais profunda dos conteúdos químicos, despertando seu interesse científico por meio de uma abordagem prática e aplicável. Ao manipular produtos, sentir aromas e observar reações de perto, os estudantes interagem diretamente com os conceitos, adquirindo experiências significativas tanto na sala de aula quanto no laboratório (Silva, 2015; Gonçalves; Goi, 2020).

A inserção da experimentação no ensino de Química é fundamental, pois permite uma compreensão mais efetiva dos conteúdos. Ao superarem as dificuldades encontradas na disciplina, os alunos encontram maior satisfação no estudo e aumentam seu domínio do conhecimento científico. Dessa forma, as aulas experimentais contribuem para tornar o aprendizado mais prazeroso e promovem um ambiente propício ao desenvolvimento acadêmico dos educandos (Salesse, 2012; Felipe; Almeida; Carvalho, 2022).

Muitas vezes, os alunos necessitam de estímulos adicionais, demandando dos educadores um esforço contínuo para proporcionar a eles aulas de qualidade e mais eficazes. Quando os professores se dedicam a introduzir novidades em suas práticas pedagógicas, os alunos têm mais oportunidades de aprendizado e desenvolvimento efetivo. É crucial que os educadores não se limitem apenas ao conteúdo do livro didático e aos conceitos teóricos, evitando assim uma rotina monótona e pouco estimulante que pode prejudicar o progresso intelectual dos alunos (Silva, 2015; Vieira *et al.*, 2024).

As aulas ministradas no laboratório desempenham um papel crucial na explanação dos conteúdos de forma dinâmica e eficaz. Este ambiente proporciona aos alunos uma aprendizagem significativa, onde o professor pode aplicar os conceitos por meio de experimentação prática, permitindo que os estudantes compreendam como a química se

manifesta na prática, indo além das teorias discutidas em sala de aula (Salesse, 2012; Gonçalves; Goi, 2020).

Diante das diversas dificuldades enfrentadas em sala de aula e da falta de interesse dos alunos pela disciplina de Química, surge a seguinte questão: Será possível despertar o interesse dos alunos por essa matéria por meio do uso do laboratório e da implementação de aulas práticas? Com base nessa indagação, buscou-se respostas para compreender melhor a importância do laboratório no aprimoramento da qualidade das aulas de Química.

É fundamental destacar que o laboratório é uma ferramenta essencial para que os professores de Química utilizem esse espaço como meio de aprimorar a aprendizagem dos alunos. As atividades práticas realizadas neste ambiente não são apenas uma demonstração de habilidades dos educadores, mas sim uma prática respaldada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), que visam impactar positivamente o conhecimento dos alunos (Brasil, 1996).

Neste contexto, o objetivo deste capítulo é investigar a relevância das atividades experimentais no ensino de Química para os alunos do 1º ano do Ensino Médio em uma Unidade Escolar Pública Estadual, localizada na cidade de Luzilândia, no estado do Piauí. Para alcançar esse propósito, foi realizada uma pesquisa que envolveu a aplicação de questionários tanto aos professores quanto aos alunos da instituição de ensino. O intuito foi identificar as dificuldades enfrentadas pelos docentes no ensino da disciplina de Química, bem como compreender a importância dos experimentos práticos para uma aprendizagem mais significativa. Ao final do estudo, destaca-se a relevância do uso do laboratório como uma ferramenta facilitadora no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes.

2 METODOLOGIA

Para esta pesquisa, foi adotada uma abordagem quali-quantitativa, que busca compreender tanto aspectos qualitativos quanto quantitativos do processo de construção do conhecimento na sala de aula do 1º ano do Ensino Médio. O estudo realizado em uma escola da rede pública estadual do Piauí, localizada em Luzilândia-PI, envolveu a colaboração de duas professoras e a participação de 29 alunos. Inicialmente, foram solicitadas às professoras informações sobre suas formações acadêmicas, experiências profissionais e tempo de atuação na Unidade Escolar. Em seguida, foram aplicados dois questionários contendo perguntas de múltipla escolha e respostas livres. Um questionário

foi direcionado às professoras do 1º ano do Ensino Médio (Tabela 1), enquanto o outro foi destinado aos alunos da mesma turma (Tabela 2).

Tabela 1. Lista de perguntas utilizadas no questionário direcionada aos professores.

Ordem	Pergunta	Opção de resposta
01	Você considera importante o experimento na aula de química?	
02	Na sua visão, como os alunos reagem nas suas aulas quando você articula a teoria com a prática?	
03	Com que frequências você utiliza os experimentos para melhorar a qualidade das aulas?	Livre*
04	Em sua opinião como educador, as aulas de química poderiam ser mais aceitas e conseqüentemente gerando maior interesse nos alunos se os alunos tivessem a sua disposição um laboratório de Química na escola? Acredita que o ensino aprendizagem seria facilitado?	
05	Você acredita que as escolas deveriam incentivar mais as aulas experimentais? O que poderia ser melhorado?	

Fonte: Elaborado pelo autor. **Legenda:** *Resposta livre: Sem limitação de opções pré-definidas ou formatos específicos;

Tabela 2. Lista de perguntas utilizadas no questionário direcionada aos alunos.

Ordem	Pergunta	Opção de resposta
01	Como você avalia a disciplina de química?	Livre*
02	O professor de química articula a teoria com a prática?	Múltipla escolha**
03	Você se lembra de algum experimento feito pelo seu professor em sala de aula que ajudou a ter uma melhor compreensão do conteúdo explicado?	
04	Você acha que as aulas práticas na sala de aula facilitara mais sua compreensão sobre os assuntos?	

Fonte: Elaborado pelo autor. **Legenda:** *Resposta livre: Sem limitação de opções pré-definidas ou formatos específicos; **Múltipla escolha: Os participantes podem escolher uma única opção entre um conjunto de opções.

Os questionários foram desenvolvidos on-line devido à pandemia de Covid-19, e o link foi disponibilizado para todos os participantes. Essa abordagem metodológica permite uma análise abrangente e detalhada do fenômeno em estudo, proporcionando uma compreensão mais completa dos dados coletados. Destaca-se que os participantes ao responderem aos questionários concordaram com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que apresentou o propósito e a justificativa da pesquisa, além de garantias de anonimato e confidencialidade dos resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Perfil dos professores pesquisados

Para dar continuidade à discussão, atribuímos codinomes às professoras, identificando-as como, Docente A e Docente B. Em relação às suas formações acadêmicas, experiências profissionais e tempo de atuação na Unidade Escolar, ambas afirmaram que,

- *Possuo graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, Pós-Graduação em Gestão Ambiental e estou há 20 anos atuando como professora de Química, destes, um ano leciono nesta instituição de ensino (Docente A, 44 anos de idade).*
- *Possuo graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, Pós-Graduação em Gestão Ambiental e possuo 16 anos no exercício da profissão, sendo que dois destes anos atuo como professora dessa instituição (Docente B, 44 anos de idade).*

Com base nas respostas iniciais, é possível observar que tanto a Docente A quanto a Docente B não possuem formação em Química, sendo graduadas em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas e com pós-graduação em Gestão Ambiental. Esse cenário suscita questões pertinentes sobre a adequação dos profissionais para lecionar disciplinas que estão além de suas áreas de formação. A ausência de formação e/ou especialização em Química pode impactar diretamente na qualidade do ensino, pois o domínio específico da disciplina é essencial para sua transmissão eficaz aos alunos. Logo, é fundamental considerar estratégias de capacitação e desenvolvimento profissional contínuo para assegurar que os professores estejam adequadamente preparados para lecionar disciplinas fora de suas áreas de expertise, promovendo, assim, uma educação de qualidade e, portanto, mais eficaz.

Resultado semelhante também foi observado em estudo realizado por Silva *et al.* (2014), no qual o professor encarregado da turma investigada possuía formação em licenciatura plena em Matemática e Física, especialização em Estatística e estava cursando Direito. Entretanto, é válido ressaltar que, em conversas informais com as professoras, elas mencionaram que, para completar a carga horária contratada, alguns professores são direcionados a lecionar disciplinas em áreas afins àquelas para as quais foram contratados.

3.2 A importância dos experimentos de química para os professores

Para essa etapa, foram disponibilizadas cinco perguntas, o que permitiu obter uma percepção da visão dos educadores sobre a utilização dos experimentos de Química, bem como as dificuldades encontradas ao tentar aplicar essa metodologia de ensino.

Nesse contexto, a primeira pergunta visava compreender a opinião das educadoras acerca da relevância dos experimentos no ensino de Química. Assim, as professoras afirmaram que,

- *Sim. É uma forma lúdica de chamar a atenção dos alunos. (Docente A).*
- *Sim. Enriquecem mais as aulas. (Docente B).*

Com base nas respostas, observa-se que as educadoras reconhecem a importância dos experimentos para uma aprendizagem mais eficaz, promovendo maior motivação por parte dos alunos. Ambas destacaram que os experimentos enriquecem as aulas, demonstrando concordância nesse aspecto. Nesse sentido, a execução de experimentos contribui para conectar os conceitos de química abordados em sala de aula com as situações do dia-a-dia dos alunos, proporcionando aulas mais dinâmicas. Isso ocorre porque a química está intrinsecamente ligada às necessidades essenciais da vida humana, como alimentação, vestuário, saúde, habitação, transporte, entre outros aspectos. Portanto, o ensino de química deve promover nos alunos a capacidade de compreender os fenômenos químicos presentes em seu cotidiano, ampliando sua percepção sobre o mundo ao seu redor (Galiazzi; Gonçalves, 2004; Salesse, 2012).

Com base nesse argumento, é fundamental ressaltar a importância de manter essa prática pedagógica presente nas aulas de química. Isso visa motivar e estimular os alunos, transformando uma aula rotineira em uma experiência dinâmica e diversificada de aprendizado. Dessa forma, é possível alcançar resultados mais precisos e eficazes, promovendo um maior engajamento e compreensão por parte dos estudantes.

A segunda pergunta teve como propósito explorar a reação dos alunos diante das aulas que integram teoria e prática. Essa abordagem foi realizada por meio da seguinte pergunta: "Na sua visão, como os alunos reagem em suas aulas quando você combina teoria com prática?". As professoras forneceram as seguintes respostas:

- *Se sentem motivados e curiosos para aprender, tendo mais participação deles, nas aulas. (Docente A).*
- *Desperta mais interesse. (Docente B).*

De acordo com as educadoras, quando a teoria é combinada com a prática em sala de aula, os alunos tendem a demonstrar mais entusiasmo, participação e interesse, envolvendo-se mais nas atividades. Há diversos benefícios que as aulas teóricas podem proporcionar aos alunos, mas para isso, é essencial que os professores empreguem metodologias de ensino eficazes e utilizem materiais didáticos adequados, evitando que suas aulas sejam apenas demonstrações vazias de aprendizagem. Como afirmado por Cruz (2007, p. 23-24), "a teoria, as demonstrações, o exercício prático e o experimento devem promover a interação entre o aluno e o aprendizado de maneira gratificante".

O autor também destaca a importância das aulas experimentais, enfatizando que estas "podem e devem contribuir para o melhor aproveitamento acadêmico". No entanto, é crucial estabelecer objetivos claros e rotinas específicas para sua utilização, a fim de evitar que o laboratório se torne apenas mais um recurso didático frustrante. Diante dessas considerações, buscar oferecer atividades experimentais de qualidade nas aulas de química é crucial para uma aprendizagem eficaz. A clareza e objetividade na apresentação desses conteúdos facilitam a compreensão dos alunos, promovendo uma experiência de aprendizado mais rápida e agradável.

A terceira pergunta visava entender com que frequência as educadoras incorporam experimentos em suas aulas de química. Esse aspecto é fundamental para avaliar o grau de integração da prática experimental no processo de ensino, destacando a importância atribuída a essa metodologia pelos professores. As respostas são apresentadas a seguir.

- *Às vezes. A falta de recursos às vezes deixa o professor desmotivado. (Docente A).*

- *Raramente. (Docente B).*

Com base nas respostas, percebe-se que as educadoras não utilizam frequentemente experimentos em suas aulas de química, embora reconheçam sua importância. Acredita-se que isso se deve, em parte, à falta de laboratórios e à escassez de materiais para experimentação, o que dificulta sua implementação em sala de aula. Pois, em escolas públicas, a situação é ainda mais desafiadora devido aos altos custos associados à infraestrutura laboratorial, resultando em um ensino de química precário.

Nesse cenário, Salesse (2012) destaca a importância de os professores buscarem alternativas práticas, como a realização de experimentos com materiais domésticos, com o intuito de permitir que os alunos desenvolvam modelos significativos a partir de suas próprias observações. Segundo Felipe, Almeida e Carvalho (2022), diante da falta de

laboratórios estruturados para experimentação, os educadores podem utilizar materiais alternativos para adaptar práticas experimentais em ambiente domiciliar. Uma abordagem promissora consiste na criação de vídeos demonstrativos de experimentos simples, utilizando materiais de baixo custo e facilmente disponíveis (Valadares, 2001).

Entretanto, é válido ressaltar que diante dos desafios enfrentados pelos professores ao implementar atividades experimentais no ensino de química, é crucial considerar que eles também lidam com diversas dificuldades. Restrições curriculares, falta de recursos e resistência à mudança são obstáculos comuns, exacerbados pela desvalorização da profissão, baixos salários e deficiências na formação inicial e continuada. Além disso, a avaliação e adaptação aos estilos de aprendizado dos alunos, juntamente com a falta de treinamento e apoio administrativo, e a crescente sobrecarga de alunos nas salas de aula, representam desafios adicionais a serem superados (Vieira *et al.*, 2024).

A quarta pergunta tinha como objetivo explorar a percepção das professoras em relação ao laboratório e sua possível influência nas aulas de química, bem como no interesse dos alunos pela disciplina. Essa investigação visava entender se a utilização desse espaço contribuiria para uma maior aceitação das aulas e para despertar um interesse mais profundo dos alunos pelo estudo da matéria. Assim, as professoras afirmaram que,

- Sim. Se tivesse o laboratório e material adequado, as aulas poderiam melhorar bastante. (Docente A).

- O ensino aprendizagem é mais proveitoso, quando o aluno consegue relacionar a teoria à prática, através de experimento. (Docente B).

Com base nas respostas analisadas, observa-se que o laboratório representa uma excelente oportunidade para despertar o interesse dos alunos pela química. A introdução de práticas experimentais proporcionaria uma experiência diferenciada, afastando a monotonia das aulas tradicionais e tornando o processo de ensino-aprendizagem mais eficaz. Segundo Silva (2015, p. 13), a implementação do laboratório de química no ensino médio desempenha um papel crucial no aprendizado dos alunos, estimulando uma abordagem desafiadora que desperta a curiosidade e o interesse pelos conteúdos estudados.

A partir das análises das educadoras e das ideias do autor mencionado, fica evidente que o laboratório representa uma ferramenta eficaz para facilitar a compreensão dos conceitos de química. Além disso, sua introdução permite a implantação de métodos

de ensino mais “inovadores” e menos tradicionais, rompendo com a monotonia das aulas puramente teóricas e proporcionando uma experiência de aprendizado mais dinâmica e envolvente para os alunos.

A quinta pergunta tinha como objetivo explorar a visão das professoras sobre o papel das instituições de ensino no estímulo às aulas experimentais, por meio da seguinte pergunta: "Você acredita que as escolas deveriam incentivar mais as aulas experimentais? O que poderia ser melhorado?". Esse questionamento é crucial diante da crescente valorização das práticas experimentais no processo educacional, reconhecendo sua importância para uma aprendizagem mais profunda e contextualizada dos conteúdos de química. As respostas fornecidas pelas professoras foram:

- *Sim, com mais investimentos dos governos e local adequado para os experimentos.*
- *Sim, inclusão de espaço físico - laboratório e materiais laboratoriais.*

Conforme as respostas das professoras, fica evidente que as escolas deveriam intensificar o incentivo ao uso de aulas experimentais, provendo mais recursos financeiros para investir nessa área e estabelecendo laboratórios como parte integral das instituições, a fim de estimular o interesse dos alunos pelo aprendizado da química.

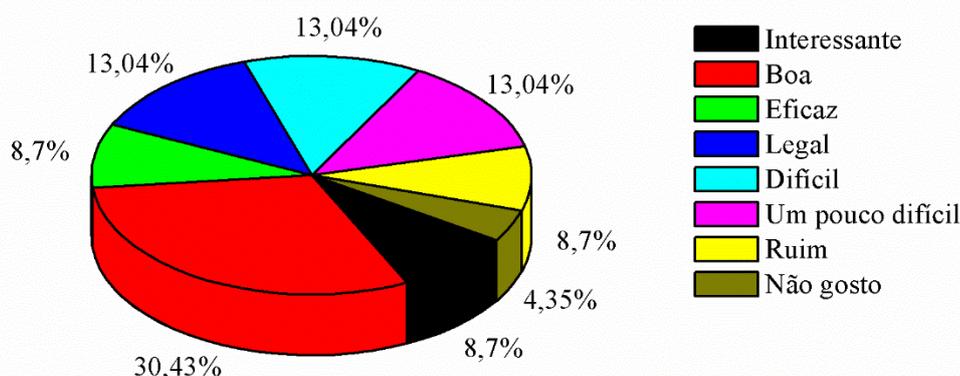
A importância da experimentação é indiscutível ao longo da história da humanidade, sendo evidente em todos os aspectos de nossas vidas. Desde os primórdios, os experimentos têm desempenhado um papel fundamental no desenvolvimento de soluções e avanços em diversas áreas, incluindo a produção de medicamentos. Como destaca Cruz (2007, p. 23), "O laboratório é importante para ter uma junção da teoria com a prática, sendo elo entre o abstrato das ideias e o concreto da realidade física".

Diante desse cenário, uma melhoria significativa nas aulas experimentais seria a implantação de laboratórios bem equipados nas escolas. Com acesso a uma variedade de materiais e recursos, assim os professores teriam a oportunidade de diversificar suas abordagens de ensino, proporcionando uma compreensão mais profunda e interessante dos conceitos de química. Esse ambiente propício à experimentação não apenas motivaria os educadores, mas também promoveria uma relação mais positiva entre alunos e professores, contribuindo para uma educação de qualidade e enriquecedora (Silva, *et al.*, 2014; Barroso, *et al.*, 2019; Felipe *et al.*, 2022).

3.3 A importância dos experimentos de química para os alunos

A disciplina de Química desempenha um papel fundamental na formação educacional, fornecendo conhecimentos essenciais sobre a composição, propriedades e transformações da matéria. Nesse contexto, os alunos foram questionados sobre “Como você avalia a disciplina de Química?” As respostas obtidas estão representadas na Figura 1.

Figura 1 - Percepções dos alunos sobre a disciplina de química.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Com base nos resultados obtidos, é possível observar uma variedade de opiniões dos alunos em relação à disciplina de Química. A maioria dos alunos expressou uma visão positiva, com alguns considerando a disciplina interessante, boa e até mesmo eficaz. Essas respostas sugerem que uma parcela significativa dos alunos vê valor no conteúdo e nas abordagens de ensino da disciplina.

Entretanto, é essencial reconhecer que uma parcela dos alunos considera a disciplina como desafiadora, classificando-a como difícil ou um pouco difícil. Essas respostas sugerem dificuldades enfrentadas pelos alunos na compreensão dos conceitos e na aplicação do conhecimento em Química. Além disso, a presença de opiniões negativas, como considerar a matéria ruim ou não gostar dela, ressalta a diversidade de percepções e experiências dos alunos em relação à disciplina.

Diante desses resultados, é fundamental que os educadores estejam atentos às diferentes necessidades e preferências dos alunos, buscando estratégias de ensino que possam engajar e motivar aqueles que enfrentam dificuldades, ao mesmo tempo em que desafiam e estimulam os que têm uma visão mais positiva da disciplina. Essa abordagem pode contribuir para uma experiência de aprendizado mais satisfatória e significativa para todos os alunos (Soares, 2021).

Nesse contexto, o uso de metodologias alternativas que integram teoria e prática pode enriquecer a experiência de aprendizado em Química. Ao incorporar o uso de jogos didáticos, resolução de problemas, experimentos, entre outros, os educadores podem ajudar os alunos a conectar conceitos teóricos com aplicações do mundo real, promovendo o pensamento crítico e a resolução de problemas. Essa abordagem interativa também contribui para um ambiente de aprendizado inclusivo, onde diferentes estilos de aprendizagem são valorizados, aumentando o interesse, a motivação e o engajamento dos alunos na disciplina (Barroso *et al.*, 2019; Sousa, 2023; Vieira *et al.*, 2024).

Assim, ao adotar uma abordagem integrada de teoria e prática, os educadores podem melhorar significativamente o ensino de Química, beneficiando todos os alunos. Nessa perspectiva, questionou-se, “O professor de química articula a teoria com a prática?”. Com base nos resultados obtidos, observa-se que a maioria dos alunos (56,52%) relatou que seus professores de Química conseguem articular a teoria com a prática, mesmo durante as aulas remotas. No entanto, uma parcela significativa (43,48) dos entrevistados expressou que não percebe essa integração, atribuindo essa falta de conexão à natureza remota das aulas devido à pandemia. Essa variação nas respostas sugere que a eficácia da articulação entre teoria e prática pode variar de acordo com a percepção individual dos alunos e a abordagem adotada pelos professores.

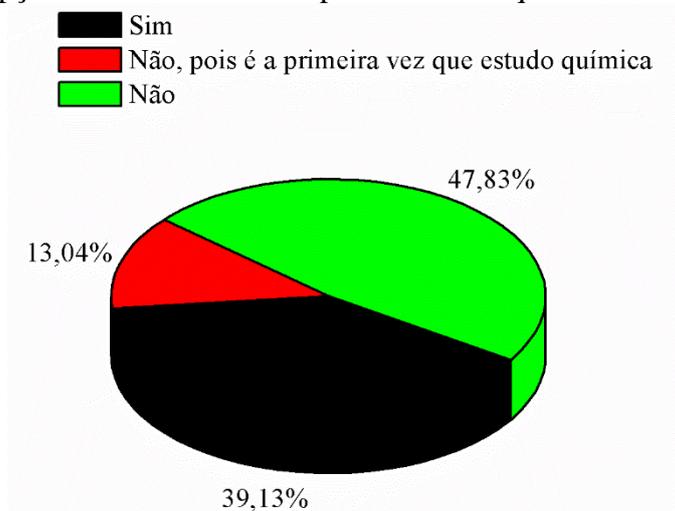
Entretanto, uma alternativa viável no período pandêmico foi desenvolvida por Felipe *et al.* (2022), que realizou a gravação de vídeos contendo três experimentos de baixo custo, com o objetivo de auxiliar os alunos no estudo da Termodinâmica. Os resultados indicaram que o uso de atividades experimentais gravadas em vídeos, utilizando materiais acessíveis, mostrou-se uma alternativa simples e viável, especialmente em tempos de ensino remoto.

A experiência prática é uma parte fundamental do aprendizado, especialmente no campo da ciência. Experimentos conduzidos em sala de aula podem trazer conceitos abstratos à vida, oferecendo aos alunos uma compreensão mais profunda e tangível dos princípios discutidos em sala de aula (Salesse, 2012). No entanto, a lembrança e a percepção dos alunos sobre esses experimentos podem variar amplamente, influenciadas por uma série de fatores, como a natureza do experimento, a qualidade da explicação do professor e o envolvimento do aluno.

Diante disso, questionou-se, "Você se lembra de algum experimento feito pelo seu professor em sala de aula que ajudou a ter uma melhor compreensão do conteúdo

explicado?", e as respostas apresentadas pelos alunos podem ser visualizadas na Figura 2.

Figura 2 – Percepção dos alunos sobre experimentos de química em sala de aula.



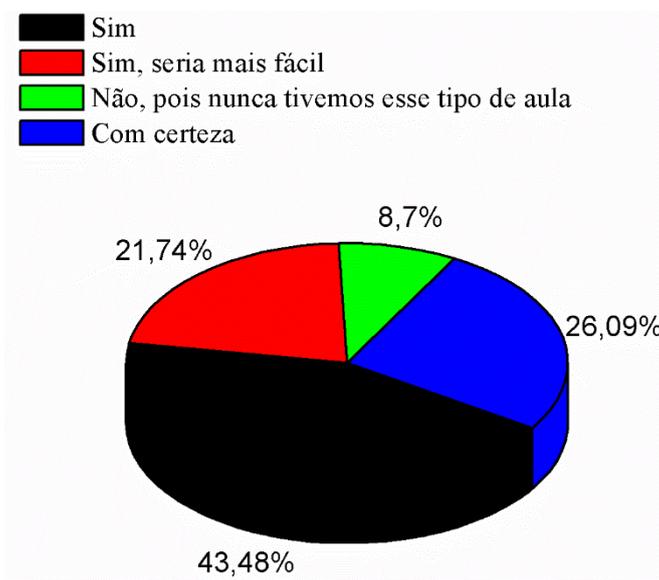
Fonte: Elaborada pelos autores.

Pela análise das respostas é promissor notar que uma parte dos alunos (39,13%) mencionou lembrar-se positivamente de experimentos específicos que os auxiliaram a compreender melhor os conceitos apresentados pelo professor. Isso sugere que essas atividades práticas foram eficazes em estimular a compreensão e o envolvimento dos alunos com o assunto. Por outro lado, é crucial considerar os desafios enfrentados pelos alunos que não têm lembranças ou que estão sendo introduzidos à Química pela primeira vez, totalizando 60,87%. Isso pode indicar uma lacuna na experiência de aprendizado, possivelmente devido à falta de exposição a experimentos relevantes ou à necessidade de maior familiaridade com os conceitos fundamentais da disciplina.

Os resultados destacam a importância de uma abordagem inclusiva no ensino de Química, que atenda às diferentes necessidades dos alunos. É fundamental reconhecer os experimentos práticos como ferramentas cruciais para fortalecer a compreensão dos conceitos teóricos. Entretanto, os professores enfrentam desafios significativos para implementar aulas experimentais, devido à falta de recursos, laboratórios adequados e apoio institucional. Apesar dos esforços em introduzir inovações, como o uso de materiais caseiros e vídeos, muitas vezes são limitados pela escassez de tempo e recursos disponíveis. A carga horária reduzida também dificulta a realização completa dos experimentos, deixando os alunos ávidos por mais experiências práticas (Adams, 2022; Oliveira *et al.*, 2023).

O uso de aulas práticas na sala de aula é uma ferramenta valiosa no processo de aprendizagem, especialmente quando se trata de assimilar conceitos complexos, como na área da ciência. No entanto, é importante entender como os alunos percebem o papel dessas atividades em seu próprio aprendizado. Diante disso, surgiu a seguinte pergunta: "Você acha que as aulas práticas na sala de aula facilitarão mais sua compreensão sobre os assuntos?". As respostas obtidas estão representadas na Figura 3.

Figura 3 - Percepção dos alunos sobre o impacto das aulas práticas na compreensão da química.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Com base na Figura 2, a maioria dos participantes expressou a crença de que as aulas práticas seriam benéficas para o aprendizado de Química. Cerca de 43,48% dos alunos afirmaram explicitamente que sim, destacando que as atividades práticas tornariam mais fácil entender os conceitos abordados na disciplina. Além disso, 26,09% alunos enfatizaram a importância dessas aulas, afirmando que com certeza ajudariam significativamente no entendimento da matéria.

É interessante notar que apenas 8,7% dos discentes indicaram que não poderiam opinar sobre o assunto devido à falta de experiência prévia com esse tipo de aula. Isso sugere uma possível lacuna na exposição dos alunos a atividades práticas na sala de aula e ressalta a importância de proporcionar essas experiências para todos os estudantes. Assim, os resultados apontam para a valorização das aulas práticas como uma ferramenta eficaz para melhorar a compreensão e o envolvimento dos alunos com a disciplina de Química. Essas percepções dos alunos reforçam a importância de integrar atividades

práticas ao currículo escolar, visando promover um aprendizado mais significativo e enriquecedor.

É válido ressaltar que de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, o ensino de Química requer uma compreensão clara de que a experimentação tem uma função pedagógica distinta da prática científica conduzida por profissionais. A simples realização de atividades experimentais em laboratórios não resolve os desafios de ensino e aprendizagem da disciplina. Essas atividades podem ocorrer de diversas formas, como demonstrações em sala de aula ou visitas a laboratórios, mas é essencial que sejam acompanhadas por períodos de preparação e reflexão para construir os conceitos. Portanto, é crucial integrar teoria e prática no processo de ensino (Brasil, 1999).

Além disso, ao desenvolver atividades, é importante considerar o estímulo às habilidades cognitivas dos alunos, como controle de variáveis, interpretação de dados e elaboração de estratégias para resolver problemas, além de promover valores como integridade na comunicação dos resultados e colaboração no trabalho em grupo. As habilidades e competências a serem desenvolvidas devem estar alinhadas aos conteúdos específicos da Química, adaptadas ao nível de complexidade do tema e ao estágio de desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Essa integração é fundamental para o sucesso do processo de ensino e aprendizagem da disciplina (Brasil, 1999a).

Em síntese, os resultados enfatizam a importância das aulas práticas na sala de aula como uma ferramenta fundamental para aprimorar a compreensão dos alunos sobre os conceitos de química. A maioria dos participantes reconheceu o valor dessas atividades, destacando sua capacidade de tornar os assuntos mais acessíveis e envolventes. No entanto, os desafios enfrentados pelos professores na implementação dessas práticas não devem ser subestimados, exigindo um apoio institucional significativo para superar obstáculos como a falta de recursos e tempo. Diante disso, é crucial que educadores e instituições de ensino trabalhem em conjunto para promover uma abordagem mais prática e integrada ao ensino de química, visando proporcionar uma educação de qualidade e mais eficaz para todos os alunos.

4 CONCLUSÃO

A pesquisa revelou a importância dos experimentos em sala de aula para uma compreensão efetiva dos assuntos. Os dados mostraram que a experimentação promove conhecimento, curiosidade e questionamento nos alunos, contribuindo para uma

aprendizagem mais significativa. Tanto os professores quanto os alunos reconhecem o impacto positivo dos experimentos, facilitando a articulação entre teoria e prática, tornando as aulas mais dinâmicas e despertando maior interesse pela química. A falta de laboratório e recursos representa um desafio para os educadores, mas esta pesquisa reforça a importância de práticas pedagógicas “inovadoras” para tornar o ensino mais eficaz e atraente.

REFERÊNCIAS

ADAMS, F. W. A desvalorização e desprofissionalização docente: o olhar de coordenadores de cursos de licenciatura em Ciências da Natureza. **Revista Cocar**, [S. l.], v. 16, n. 34, 2022.

BARROSO, E. O.; QUEIROZ, V. S.; CARVALHO, R. B. F. **Contribuições das atividades experimentais no processo ensino-aprendizagem de Química no ensino médio em Luís Domingues, Maranhão**. In: Rusbene Bruno Fonseca de Carvalho; Antonia Amanda Cardoso de Almeida; Ana Paula dos Santos Correia Lima da Silva. (Org.). *Propostas metodológicas para o ensino das Ciências Naturais: Contribuições multidisciplinares*. 1ed.: Novas Edições Acadêmicas, 2019, v. 1, p. 8-23.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio). Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Secretaria de Educação Básica/MEC, 1999.

CRUZ, J. B. *Laboratórios*. Brasília: Universidade de Brasília, 2007.

FELIPE, I. R.; ALMEIDA, A. A. C.; CARVALHO, R. B. F. Uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de química durante a pandemia de Covid-19 em Redenção do Gurgueia, Piauí, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, p. e53111637987, 2022.

FREITAS, Olga. **Equipamentos e materiais didáticos**. / Olga Freitas. – Brasília: Universidade de Brasília, 132 p. 2009.

GALIAZZI, M. DO C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura em Química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. Experimentação no Ensino de Química na Educação Básica: Uma Revisão de Literatura. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 136–152, 2021.

NOGUEIRA, E. A.; VIEIRA, T. B. S.; CARVALHO, R. B. F. O ensino de química em tempos de covid-19 em Redenção do Gurguéia - PI, Brasil: concepções de professores e alunos. **Revista Ciências & Ideias**, v. 13, p. 16-32, 2022.

OLIVEIRA, J. M. M.; NÓBREGA-TERRIEN, S. M.; DA SILVA BARBOSA, E. A história da formação e do desenvolvimento profissional docente no Brasil: rupturas e continuidades. **Revista Cocar**, [S. l.], v. 18, n. 36, 2023.

ESSE, A. M. T. **A experimentação no ensino de química: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem**. 2012. 39f Monografia (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

SILVA, S. D. **A importância do Laboratório de Química da rede estadual de ensino como recurso prático pedagógico**. 2015. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

SILVA, C. C.; SILVA, J. A. C.; COSTA, M. B.; CARVALHO, R. B. F. 'Lava-luz' luminaire: a pedagogical proposal for science teaching. **Tchê Química**, v. 12, p. 22-27, 2015.

SOARES, C. **Metodologias ativas: uma nova experiência de aprendizagem**. 1. ed. - São Paulo: Cortez, 2021.

SOUSA, M. A. M. A. Um estudo sobre as práticas pedagógicas nas aulas de Matemática. **Revista Acadêmica Online**, v. IX, n. 47, p. 1-10, 2023.

VALADARES, E. C. Propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade. **Química Nova na Escola**, n. 13, pp. 38-40, 2001.

VIEIRA, M. A. S.; AGUIAR, C. F. S.; CARDOSO, F.; BRITO, C. S.; SILVA, F. M. S. E.; CARVALHO, R. B. F. Explorando a química com jogos didáticos no 3º ano do ensino médio: uma abordagem prática para o ensino de funções orgânicas. **Revista Ciências & Ideias**, v. 15, p. e24152391, 2024.

CAPÍTULO 2

AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL PRODUZIDO EM PIO IX, PIAUÍ

Maria Edna de Sá
Livio Cesar Cunha Nunes
Marinaldo Sousa de Carvalho*

RESUMO

O mel, um alimento produzido pelas abelhas melíferas, é obtido a partir do néctar das flores, secreções de plantas e excreções de insetos sugadores de plantas. O cultivo de abelhas é dividido em apicultura e meliponicultura. O mel desempenha um papel crucial como fonte de alimento e energia para as colmeias, sendo essencial para o desenvolvimento das larvas. Nesse contexto, o presente trabalho tem como principal objetivo analisar as propriedades físico-químicas de amostras de mel produzidas em diferentes regiões do município de Pio IX, Piauí, Brasil. Assim, foram analisados os parâmetros de umidade e coloração do mel. As amostras foram coletadas em quatro regiões distintas do município de Pio IX, Piauí: Sítio Odilândia, Comunidade Caldeirão do Davi, Serra da Baraúna e Serra do Travessão, no dia 09 de junho de 2021. Os resultados revelam que o mel produzido em Pio IX atende aos padrões estabelecidos por diversos órgãos de controle de qualidade. As amostras analisadas estão dentro das especificações desejadas por esses órgãos reguladores, com a umidade variando de 16,4% a 17,5%. A partir desses resultados, essa pesquisa visa contribuir com a comunidade de produtores locais, buscando compreender o estado atual do produto e sugerir melhorias na produção.

Palavras-chave: Mel. Apicultura. Físico-Química. Pio IX.

* Autor correspondente: marinaldo@ufpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Os avanços industriais e tecnológicos tiveram um papel decisivo nas mudanças climáticas do planeta, fatores como aquecimento global e desmatamento colaboraram com o desaparecimento de espécies e o desequilíbrio do ecossistema e toda cadeia alimentar (Reisch, 2022). Anualmente várias espécies entram na lista de ameaça de extinção, dentre os animais mais ameaçados estão aqueles que são responsáveis pela dispersão e polinização do meio ambiente, e entre estes estão as abelhas que em especial são responsáveis por relevante parte da manutenção da vida na Terra (Machado, 1987; Tiecher *et al.*, 2022).

Nas últimas décadas, os avanços industriais e tecnológicos tiveram um papel decisivo nas mudanças climáticas do planeta, fatores como aquecimento global e desmatamento colaboraram com o desaparecimento de espécies e o desequilíbrio do ecossistema e toda cadeia alimentar. Anualmente várias espécies entram na lista de ameaça de extinção, dentre os animais mais ameaçados estão aqueles que são responsáveis pela dispersão e polinização do meio ambiente. Entre estes estão as abelhas que, em especial, são responsáveis por relevante parte da manutenção da vida na Terra (Machado, 1987).

Conforme Passamani (2005), o manejo das abelhas é geralmente dividido em duas categorias principais: Apicultura e Meliponicultura. A apicultura refere-se ao manejo das espécies da abelha *Apis mellifera*, enquanto a meliponicultura envolve o cuidado das abelhas indígenas sem ferrão, conhecidas como meliponíneos. Em ambas as práticas, o objetivo primordial é a produção de mel. Os produtos que são gerados através do manejo das abelhas são variados indo de geléia real, cera, pólen, própolis, mel e até mesmo apitoxina que é o veneno das abelhas. Essas atividades, em sua maioria, são realizadas por pequenos apicultores que possuem a criação de abelhas como uma atividade complementar de renda (Rodrigues, 1998).

O mel extraído da natureza é definido como um alimento oriundo das abelhas melíferas, que podem se utilizar do néctar das flores e secreções presentes em plantas, bem como das excreções de insetos sugadores de plantas. Esse material é recolhido, processado e maturado no favo das colmeias. A classificação do mel depende da forma como esse foi retirado do favo, sendo definido como: escorrido, prensado ou centrifugado. O mercado absorve esse material em forma de favo cortado em diferentes tamanhos, líquido, filtrado, cristalizado ou semi-cristalizado (Brasil, 2021). Quanto às características

de aroma e sabor dependem das espécies de abelhas e da flora disponível para consumo, isso torna o mercado amplo e de valor agregado variável (Villas-Boas, 2004).

De acordo com a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2020), países como China, Argentina, México, Alemanha e Canadá são responsáveis por mais de 50% das exportações mundiais. Apesar de o Brasil ocupar a 11^a posição no ranking mundial e não estar entre os maiores exportadores, tem registrado um aumento significativo em sua participação no mercado internacional.

Nesse sentido, segundo o Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio (2011), os estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Piauí e Santa Catarina destacam-se como os principais produtores de mel no Brasil. Segundo dados do IBGE, a produção nacional atingiu aproximadamente 45,6 mil toneladas em 2020, representando cerca de 4,0% da produção mundial. Além disso, conforme informações do *United States Department of Agriculture* (USDA, 2020), 91% do mel orgânico produzido no Brasil é direcionado ao mercado norte-americano. O mel produzido na região nordeste, apresenta baixa contaminação por defensivos agrícolas e grande controle de qualidade e produção. O estado do Piauí teve a maior média de produção da região em 2020, com aproximadamente 20,1% correspondendo a 9,21 mil toneladas de todo o mel produzido no país (Zandonadi, 2006).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontam que a produção de mel no Piauí saltou de 1.563 toneladas, em 2012, para 8.321 toneladas em 2022, um aumento da ordem de 432% no período. O levantamento, que se deu a partir de dados da Pesquisa da Pecuária Municipal de 2022, mostra que o Piauí teve a terceira maior produção do país, com um total de 8.321 toneladas de mel. Com essa quantidade, o estado representa 13,7% de toda a produção nacional. Dentre os municípios Picos vem se destacando na produção sendo um dos maiores produtores de mel do estado do Piauí (Araújo, 2023; Barbosa; Pedrosa, 2023).

Embora o Brasil seja um dos principais produtores do mundo, o consumo interno é baixo, girando em torno de 60g por pessoa ao ano, enquanto que, em outros países, estes valores podem ultrapassar um quilo de mel por pessoa ao ano, sendo a maior parte da produção exportada, o mel no nosso país ainda é utilizado na maioria das vezes como medicamento e não como alimento (Vidal, 2020).

Devido ao valor agregado ao produto, a qualidade é constantemente medida e deve obedecer aos parâmetros de segurança alimentar nacional e internacional. Para a detecção de possíveis alteradores e impurezas. No Brasil a Instrução Normativa Nº 11 de 20 de

outubro de 2000, trata da padronização, destacando a composição e requisitos mínimos para cada tipo de mel comercializado no território nacional, além disso a norma trata também das características físico-químicas do produto, dentre elas a quantidade de açúcares redutores, níveis de pureza, aditivos e contaminantes, tratando também dos pesos e medidas, rotulagem e higiene. A normativa se apoia nas recomendações do manual de procedimento da 10ª edição da comissão do *Codex Alimentarius* da FAO/OMS (Paula Neto, 2005).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como principal objetivo analisar as propriedades físico-químicas supramencionadas de amostras de mel produzidas em diferentes regiões do município de Pio IX, Piauí, Brasil. Visto que ao longo dos anos a prática da apicultura tem crescido bastante, sendo uma fonte de renda para pequenos e médios apicultores da região. A partir dos resultados desse trabalho, pretende-se colaborar com a comunidade de produtores locais buscando conhecer o atual estado desse produto e propor possíveis melhorias na produção.

1.1 Extração e composição

A extração do mel é dividida da seguinte forma: mel, quando é escorrido diretamente dos favos. O mel prensado, que passa por esse processo ainda nos favos, ou mesmo centrifugado, em todos os casos não se observa a presença de larvas. Segundo Nogueira-Neto (1997), o produto pode ser apresentado ao mercado alimentício nas mais variadas formas, podendo ser líquido, cristalizado ou parcialmente cristalizado, sendo vendido também em favos ou seções inteiras sem a presença de larva. O mel com um ou mais pedaços de favos, mel cremoso, ou líquido filtrado são comercializados isentos de larvas.

A classificação do tipo de mel segundo as normas internacionais estabelece que o mel pode ser monofloral ou multifloral. O primeiro, monofloral, corresponde ao produto de origem de flores de uma mesma espécie, com características sensoriais, físico-químicas e microscópicas próprias. Já o mel multifloral é obtido a partir de diferentes origens florais. Ambos apresentam características específicas determinadas por sua origem, as quais são influenciadas pelas condições climáticas e pela matéria-prima disponível para as abelhas coletarem. Essa distinção se torna evidente ao analisar as cores do produto final (Santos, 2019).

De acordo com o diretor de Projetos dos Territórios do Semiárido da Secretaria de Estado da Agricultura Familiar (SAF), Francisco Ribeiro, “Chicão”, a principal

característica do mel do Piauí é a diversidade floral. “Enquanto outras regiões do mundo possuem mel monoflorais (de uma única florada), como eucalipto, maçã, no Piauí o mel é silvestre e a gente perde o controle sobre as floradas, o que faz com que ele seja multifloral. Possuindo aroma e sabores diversos, apresentando coloração de cor âmbar, se tornando atrativo para o comércio e exportação.

Segundo Penteado (2008), a composição do mel vai depender das fontes das quais é derivado, os principais determinantes são o solo, estado fisiológico da colônia e espécies das abelhas. Fatores sensoriais como aroma, sabor e coloração são variáveis e dependem de clima, armazenamento, região geográfica e principalmente das espécies florais disponíveis. Nesse contexto, a Tabela 1 demonstra a composição do mel e seus teores médios.

Tabela 1 - Composição típica do mel.

Parâmetros	Faixa de variação	Média
Taxa frutose/glicose	0,76 - 1,86	1,23
Frutose (%)	30,91 - 44,26	38,38
Glicose (%)	22,89 - 40,75	30,31
Minerais (%)	0,020 - 1,028	0,169
Umidade (%)	13,4 - 22,9	17,2
Açúcares redutores (%)	61,39 - 83,72	76,75
Sacarose (%)	0,25 - 7,57	1,31
Ph	3,42 - 6,10	3,91
Acidez total (meq/kg)	8,68 - 59,49	29,12
Proteína (mg/100g)	57,7 - 567 (0,0577 - 0,567 %)	168,6 (0,1686%)

Fonte: Adaptado de NHB (2004).

1.2 Parâmetros de avaliação de qualidade

Os méis devem obedecer aos seguintes requisitos, a cor deve variar de quase incolor (*branco D'água*) a pardo-escuro (*âmbar escuro*), como se verifica na Tabela 1. Seu aroma e sabor devem ser característicos e correspondentes a sua origem (monofloral e multifloral), a sua consistência (viscosidade) deve ser de acordo com o estado físico que se apresenta, variando pela quantidade de água presente em sua composição (Penteado, 2008).

Dentre os parâmetros físico-químicos, a maturidade corresponde ao valor de açúcares redutores, e deve ser de no mínimo de 65g/100g para mel floral, a umidade máxima permitida deve ser de 20%, a sacarose aparente deve permanecer abaixo de 6g/100g. A pureza do mel líquido é no máximo 0,1 g/100g de sólidos insolúveis em água, já para o mel prensado tolera-se até 0,5g/100g. A quantidade de minerais (cinzas) máxima

é de 0,6g/100g, e o mel deve necessariamente apresentar em sua composição grãos de pólen. A adição de aditivos em sua composição é estritamente proibida, como evidenciado na Tabela 2, que apresenta os valores permitidos por diversos órgãos de controle (Camargo, 2002; Silva, 2013).

De acordo com a CA (*Codex Alimentarius*) uma das formas mais utilizadas na adulteração do mel é a mistura com mel da cana de açúcar, com a finalidade de alterar a aparência, outra forma de modificar a percepção sensorial é a adição de iodo para conferir uma coloração mais agradável, uma vez que isso aumenta o valor agregado ao produto, a textura pode ser alterada por meio de outros aditivos químicos (Matos, 2005). O aquecimento deve ser feito de forma que não degrade ou comprometa as suas características químicas, essa etapa pode ser considerada uma forma de adulteração quando feita de forma equivocada.

Tabela 2 - Parâmetros físico-químicos estabelecidos pela Legislação Brasileira, Legislação Mercosul e do *Codex Alimentarius* para o mel floral.

Parâmetros	Brasil	Mercosul	<i>Codex Alimentarius</i>
Umidade (%)	Máximo de 20,00	Máximo de 20,00	Máximo de 20,00
HMF (mg.kg ⁻¹)	Máximo de 60,00	Máximo de 60,00	Máximo de 80,00 em regiões tropicais
Atividade diastásica (Gothe)	Mínimo de 8,00 *	Mínimo de 8,00*	Mínimo de 8,00*
Açúcares redutores (%)	Mínimo de 65,00	Mínimo de 65,00	Mínimo de 60,00
Sacarose (%)	Máximo de 6,00	Máximo de 6,00	Máximo de 5,00
Cinzas (%)	Máximo 0,60	Máximo 0,60	-
Condutividade elétrica (µS.cm)	-	-	Máximo 800,00
Acidez (meq.kg ⁻¹)	Máxima de 50,00	Máxima de 50,00	Máxima de 50,00
Cor	quase incolor a pardo-escuro	quase incolor a pardo-escuro	incolor a pardo-escuro

Fonte: Elaborada pelos autores. **Legenda:** HMF – Hidroximetilfurfural. *Tolera-se 3,00 se o HMF for menor que 15,00 mg.kg-1.

A quantidade de água presente não deve passar de 20%, quando o mel é colhido antes do período adequado seu teor de água é maior que o recomendado, causando a fermentação e alterando o sabor, algumas fábricas usam centrífugas para a diminuição do teor de água, podendo também utilizar técnicas de liquefação e pasteurização (Matos, 2005).

3 METODOLOGIA

As amostras de mel foram selecionadas na cidade de Pio IX, situada na região oeste do estado do Piauí, onde, de acordo com Cepro (2007), prevalece um clima tropical semiárido seco e uma vegetação predominante de Caatinga arbórea e arbustiva. Este ambiente é caracterizado por um período chuvoso de cinco meses e é circundado por plantações agrícolas diversificadas, sujeitas à rotação de culturas, além de contar com vegetação de mata nativa.

A escolha das propriedades agrícolas considerou sua localização geográfica, conforme ilustrado na Figura 1, para garantir a representatividade das fontes produtoras. Dessa forma, as localidades escolhidas incluem Sítio Odilândia, Comunidade Caldeirão do Davi, Serra da Braúna e Serra do Travessão. Para obter amostras representativas, foram adotadas boas práticas de coleta (Figura 2) em quatro microrregiões da zona rural de Pio IX, por meio do contato direto com apicultores locais.

Figura 1 - Mapa de localização das amostras de mel.



Fonte: Elaborada pelos autores.

A colheita das amostras de mel segue critérios rigorosos para garantir sua qualidade e evitar a fermentação, sendo realizada somente quando a colmeia está populosa, com pelo menos 80% dos favos operculados, e seguida por procedimentos de higiene desde o apiário até o ponto de coleta (Figura 2).

Figura 2 - Coleta das amostras de mel.



Fonte: Arquivo pessoal. **Legenda:** A - Local onde as colônias estão dispostas; B - Coleta das caixas, cujo processo ocorre quando os favos estiverem com no mínimo 90% dos favos operculados no tempo chuvoso e no mínimo 80% no tempo seco; C- Extração do mel das caixas.

As amostras foram coletadas, extraídas e armazenadas com o auxílio dos produtores como se pode verificar na Figura 3. Entre os materiais de coleta, utilizou-se materiais de inox, bacias, facas, garfos e peneira de *nylons* para realizar a filtração. As amostras foram acondicionadas em recipientes de vidro de 200 ml, devidamente higienizados e identificados com o local, data e hora da colheita. Todas as coletas foram realizadas em 09 de junho de 2021, no intervalo das 8:00 às 15:00 horas. As análises físico-químicas de umidade e cor foram conduzidas em triplicata.

Figura 3 - Extração e armazenamento das amostras de méis.



Fonte: Arquivo pessoal. **Legenda:** A - Centrífuga utilizada para a extração do mel; B - Filtração utilizando a peneira para retirar partículas sólidas do mel, por exemplo, algumas partículas de cera.

Como o produto proveniente da cidade é distribuído nas regiões vizinhas, a principal demanda das análises é com relação ao tempo de validade do mesmo, uma vez que esse passa por transporte e variação de calor quando sai do armazenamento e segue em direção aos centros comerciais vizinhos, tendo como destino final pequenos comércios e feiras livres. Exportado para outros estados e países, sendo exposto a situações que favorecem a fermentação e conseqüentemente a proliferação de micro-organismos, logo a análise de umidade se torna fundamental para controlar e garantir a qualidade e valor comercial do produto, aliado à coloração que depende da flora disponível nas proximidades das colônias, e a flora depende, por sua vez, das estações do ano, que determinam a diversidade disponível mediante o nível pluviométrico. Todos esses fatores são agregados de forma qualitativa e valor comercial final.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras foram analisadas sendo realizados na cidade de Pio IX na sede do apiário Puro Mel R&E, receberam os códigos segundo o local de origem, as análises de umidade foram realizadas em triplicatas, tirando as médias e desvios para analisar a concordância das medidas. Os resultados estão presentes na Tabela 3.

Tabela 3 - Tabelas dos valores de umidade das amostras.

Local de origem	Amostras (código)	Média dos valores em % (desvio)
Serra de Baraúna	A1 (SeB)	16,4% ± (0,503)
Localidade da Baraúna	A2 (LoB)	16,7% ± (0,305)
Serra do travessão	A3 (SeT)	16,6% ± (0,208)
Localidade do travessão	A4 (LoT)	16,9 % ± (0,301)
Localidade caldeirão do Davi	A5 (LoCD)	17,5% ± (0,251)
Localidade sitio Odilandia	A6 (LoSO)	17,2% ± (0,2)

Fonte: Elaborada pelos autores.

As amostras de méis analisados estão dentro das especificações desejadas por todos os órgãos regulamentadores, variando de 16,4% a 17,5%, vale lembrar que o período do ano que o mel foi coletado é o final do clima úmido da região no mês de junho quando a maturação do mel está finalizada, os valores apontam que o mel da região é caracterizado como polifloral, esse fato se justifica pela grande diversidade de culturas próximas aos locais de origem das amostras. Quanto a coloração dos méis eles variavam de 31 a 90 na escala de *Pfun* (Tabela 4).

Tabela 4 - Tabela de classificação segundo o teste pfun.

Coloração	Escala de Pfun	Faixa de coloração
Branco d'água	1 a 8 mm	Até 0,030
Extra branco	Mais de 8 a 17mm	Mais de 0,030 incl. 0,60
Branco	Mais de 17 a 34 mm	Mais de 0,60 incl 0,120
Extra branco claro	Mais de 34 a 50 mm	Mais de 0,120 incl 0,188
Âmbar claro	Mais de 50 a 85mm	Mais de 0,188 incl 0,440
Âmbar	Mais de 85 a 144 mm	Mais de 0,440 incl 0,945
Âmbar escuro	Mais de 144 mm	Mais de 0,945

Fonte: Elaborada pelos autores.

Seguindo a classificação da Tabela 4, os dados obtidos por meio das análises de coloração foram organizados.

Tabela 5 - Coloração das amostras analisadas

Local de origem	Amostras (código)	Escala de Pfun	Coloração
Serra de Baraúna	A1 (SeB)	57 mm	Âmbar claro
Localidade da Baraúna	A2 (LoB)	49 mm	Extra branco claro
Serra do travessão	A3 (SeT)	31 mm	Extra branco claro
Localidade do travessão	A4 (LoT)	43 mm	Extra branco claro
Localidade caldeirão do Davi	A5 (LoCD)	45 mm	Extra branco claro
Localidade sítio Odilandia	A6 (LoSO)	90 mm	Âmbar

Fonte: Elaborada pelos autores.

Em geral as amostras apresentam a coloração extra-branco como mostra a Tabela 5, indicando menos teor de cinzas, tendo maior valor comercial agregado, sendo associado ao mesmo gosto mais leve. As A1 (SeB) e A6 (LoSO) apresentaram maiores colorações na escala de *Pfun* tendo, respectivamente, 57 mm e 90 mm. Isso indica mel polifloral, com elevados níveis de cinzas e maior condutividade elétrica. Os testes apontam que apesar de estarem em uma microrregião relativamente próxima, com vegetação aparentemente similar, os dados apontam para uma possível fonte alternativa de coleta das colônias.

5 CONCLUSÃO

Os resultados das análises de coloração e umidade foram satisfatórios, mesmo que todas as análises iniciais não tenham sido realizadas por motivos diversos. Com os dados obtidos foi possível observar a distinção entre as amostras das microrregiões, os dados apontam que os produtos do município de Pio IX têm a coloração predominantemente clara, duas das amostras são mais escuras, e seu valor de 57 mm a 90 mm são associados a âmbar claro e âmbar, isso pode indicar que nas suas composições os valores

correspondentes a cinzas seja maior que as amostras mais claras, a associação dos valores de umidade com a viscosidade, coloração e cinzas são relevantes para compreensão do comportamento físico-químico das amostras. As amostras estão dentro dos parâmetros exigidos por diferentes órgãos de controle de qualidade, tendo teores de umidade entre 16,4% e 17,5%, quando o indicado pela norma brasileira é de no máximo 20%, logo esses dados apontam para um produto de maior duração no mercado de valor elevado.

REFERÊNCIAS

BARBOSA N.; PEDROSA, R. **A ascensão do mel: como o Piauí se tornou o maior exportador nacional do produto.** 2023. Disponível em: <https://www.pinegocios.com.br/noticia/1636-a-ascensao-do-mel:-como-o-piaui-se-tornou-o-maior-exportador-nacional-do-produto>. Acesso em: 16 Fev. 2024

BRASIL. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mel. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2000.

CAMARGO, R. **Produção de mel. Embrapa Meio-Norte - Sistema de Produção.** Teresina: Embrapa Meio-Norte. p. 133, 2002.

CAC – *Codex Alimentarius Commission*. **Official methods of analysis.** v. 3, Supl. 2, 1990.

CAC – *Codex Alimentarius Commission*. **Revised Codex standard for honey.** Codex stan 12 – 1981, Roma, 2 ed, 2001, 7p.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. FAO: Faostat, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/data>. Acesso em: 06 jun. 2021.

MACHADO, P. O Homem e os Insetos, Passado, Presente, Futuro. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 21, n. 6, p. 474-479, 1987.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Relação de Produtos Autorizados para os Estabelecimentos Brasileiros Exportarem por País, 2020** Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br>. Acesso em: 07 de jun. 2021.

MATOS, V. D. **A apicultura no estado do Ceará: competitividade, nível tecnológico e seus fatores condicionantes, produção e exportação de mel natural.** 2005. 192 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Economia Rural, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). **Secretaria de Estado de Desenvolvimento e Inovação: Sistema Aliceweb,** 2021. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br>. Acesso em: 19 de jun de 2021.

NHB - National Honey Board. Disponível em: www.honey.com. Acesso em: 12 jun. 2021.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas em ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis. 1997.

PASSAMANI, L. **Estudo das características físicas, químicas e microbiológicas de 41 compostos de mel produzidos no estado do Rio de Janeiro**. Seropédica, 2005. 70 f. Dissertação (Pós-Graduação) – Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

PAULA NETO, F. L.; ALMEIDA NETO, R. M. Principais mercados apícolas mundiais e a apicultura brasileira. *In*: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia, 48, 2005. **Anais**. Ribeirão Preto: SOBER, 2005.

PENTEADO, D. M. R.; PENTEADO, F. R.; **Determinação da qualidade de méis comercializados na Região de Ponta Grossa- PR**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2008.

ARAUJO, R. **Produção de mel no Piauí aumenta 432% em dez anos, aponta IBGE**. 2023. Disponível em: <https://www.pi.gov.br/noticia/producao-de-mel-no-piaui-aumenta-432percent-em-dez-anos-aponta-ibge>. Acesso em: 16 Fev. 2024.

REISCH, R. D. N. O potencial brasileiro para gerar créditos de carbono através da conservação florestal, reflorestamento e produção agrícola sustentável. **Humboldt - Revista de Geografia Física e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 1, n. 3, 2022.

RODRIGUES, A. C. L.; MARCHINI, L. C.; CARVALHO, C. A. L. de. Análises de mel de *Apis mellifera* L. 1758 e *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) coletado em Piracicaba-SP. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 73, p. 255-262, 1998.

SANTOS, S. P., CRUZ, G.R.B., SOUSA, D.G., MELO, T.S. Perfil da produção apícola e qualidade físico-química de méis produzidos no agreste paraibano. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 24, n. 4, p. 24-35, 2019.

SILVA, C. **Avaliação da atividade antimicrobiana de Néia e água-mel**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Biológica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve, Gambelas, 2013.

TIECHER, P. R.; MUNIZ DUARTE, S.; LIMA MOREIRA, A.; SAMUELSSON, E. Abelhas: um dos pilares de sustentação da humanidade. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 13, n. edespmulti, 2022.

VIDAL, M. Evolução da produção de mel na área de atuação do BNB. Caderno Setorial ETENE, ano 5, n. 112, 2020.

VILLAS-BOAS, J.K.; MALASPINA, O. Physico-chemical analysis of *Melipona compressipes* and *Melipona seminigra* honey of Boa Vista do Ramos, Amazonas, Brazil. *In*: PROCEEDINGS OF THE 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON

TROPICAL BEES AND VI ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2004, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 2004. p. 729.

ZANDONADI, D. A.; SILVA, O. M. Competitividade das exportações brasileiras de mel. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 37-53, 2006.

CAPÍTULO 3

INVESTIGAÇÃO SOBRE O IMPACTO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA DISCIPLINA DE QUÍMICA: UM ESTUDO EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO EM SIMÕES - PI

Ana Raquel da Costa Carvalho
Rusbene Bruno Fonseca de Carvalho
Antonia Amanda Cardoso de Almeida*

RESUMO

Na disciplina de Química é importante que o professor busque novas estratégias, promovendo, estimulando e facilitando o ensino-aprendizagem. Nesse contexto, as atividades experimentais surgem como uma alternativa que possibilita uma melhoria no desempenho dos alunos. O objetivo deste estudo é analisar a importância das atividades experimentais na disciplina de Química, visando investigar a relevância do uso dessa metodologia, bem como avaliar o grau de motivação e entendimento que essas atividades exercem nos estudantes. O presente trabalho é uma pesquisa realizada com alunos de uma escola de ensino médio da cidade de Simões, no estado do Piauí, que foi desenvolvida em quatro etapas: revisão de literatura sobre o tema, aplicação de questionários aos alunos, realização de aula experimental e, por fim, aplicação de questionário após a atividade experimental. Os resultados revelam que os alunos enfrentam dificuldades na disciplina de Química, atribuída em parte ao pouco uso de atividades experimentais. A não utilização dessas atividades está relacionada à falta de materiais e estrutura da escola, embora estas contribuam para o aprendizado quando aplicadas. Após a aula experimental, o nível de assimilação apresentado pelos alunos foi superior em comparação com a aula teórica, tanto em relação à compreensão de novos conhecimentos quanto à assimilação do conteúdo. Conclui-se que o uso das atividades experimentais nas aulas de Química é relevante e que essa metodologia traz melhoria na qualidade de ensino e contribui para um melhor desempenho dos alunos.

Palavras-chave: Química. Atividades Experimentais. Ensino-Aprendizagem.

* **Autor correspondente:** antoniaamanda.almeida@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, as reformas educacionais visam promover uma transformação na prática educacional, visando aprimorar a formação dos cidadãos e superar o modelo tradicional de ensino (Nunes; Nunes, 2007). Nesse contexto, no âmbito da pesquisa em educação em ciências, há uma ampla discussão sobre as contribuições para o ensino de química. A ciência avança em consonância com as demandas da sociedade, e, portanto, o ensino de química desempenha um papel crucial como instrumento na formação de profissionais e estudantes nessa área. Trata-se de uma disciplina que proporciona conhecimento e compreensão de uma série de fenômenos por meio de estudos científicos (Fontes; Nascimento; Reis, 2015; Vieira *et al.*, 2024).

Os conhecimentos adquiridos no ensino de Química capacitam os indivíduos a desenvolverem uma compreensão mais abrangente do mundo, permitindo-lhes reconhecer sua inserção em uma realidade em constante evolução. Nesse contexto, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) têm como objetivo promover a interconexão de diversos temas, contribuindo tanto para a formação cidadã quanto para a preparação para o mercado de trabalho. Os valores e conhecimentos adquiridos devem servir como mediadores para o indivíduo, capacitando-o a enfrentar os desafios e demandas da sociedade contemporânea (Brasil, 1999; Clementina, 2011; Bedin; Siqueira, 2023).

Assim, é de suma importância que os professores busquem ferramentas que estimulem seus alunos. Ao enriquecerem as aulas com novas estratégias, criatividade e habilidade, os educadores são capazes de promover e facilitar uma aprendizagem mais abrangente. Isso ocorre ao incentivar os alunos a participarem ativamente, o que possibilita um melhor desempenho acadêmico (Sousa, 2012). Nesse sentido, a experimentação surge como uma estratégia essencial para tornar o ensino mais dinâmico e eficaz, proporcionando aos alunos a oportunidade de vivenciarem na prática os conceitos teóricos discutidos em sala de aula (Alencar *et al.*, 2015; Pereira *et al.*, 2024).

De acordo com PCN's para o Ensino Médio, a experimentação é destacada como uma ferramenta fundamental para a construção de conceitos por meio de atividades práticas. Essas atividades devem ser motivadoras, visando capturar a atenção dos alunos, desenvolver suas habilidades de trabalho em grupo e estimulá-los a demonstrar iniciativa e criatividade. É essencial que as atividades experimentais envolvam os alunos de forma significativa, requerendo não apenas a capacidade de observação para analisar dados, mas também proporcionando oportunidades para que eles ajam. Entretanto, é crucial compreender que a experimentação no ensino médio desempenha um papel pedagógico

distinto da pesquisa científica conduzida por profissionais. A realização de experimentos em laboratórios didáticos, embora valiosa, não resolve integralmente os desafios de ensino e aprendizagem em Química (Brasil, 1999; Oliveira, 2010)

Nesse contexto, Penaforte e Santos (2014) afirmam que as atividades experimentais proporcionam aos estudantes uma compreensão mais profunda de como a química é construída e se desenvolve, permitindo que eles testemunhem as reações "ao vivo e a cores". No entanto, para conduzir atividades experimentais de forma eficaz, é necessário que o professor tenha um conhecimento científico sólido dos conteúdos, a fim de garantir o bom desempenho desse recurso didático, estabelecendo assim uma base sólida para a aprendizagem (Sousa, 2012; Pereira *et al.*, 2024).

As atividades experimentais bem planejadas e com uma abordagem pedagógica eficiente, alinhada ao conteúdo programático da disciplina, capacitam os alunos para uma preparação completa em termos de conhecimento. Muitas vezes, isso permite que os alunos reproduzam e/ou criem novos experimentos com base nas ideias assimiladas durante a aula. Os conhecimentos adquiridos ao longo de todo o processo utilizado pelo professor em sua metodologia teórica, combinados com a exposição prática por meio de experimentos, despertam no aluno um senso científico, transformando-o em um estudante pesquisador (Oliveira, 2010; Felipe; Almeida; Carvalho, 2022).

Nesse contexto, a escolha de se trabalhar com alunos de ensino médio deve-se a esses já possuírem capacidade de entender de forma mais íntegra seus direitos e responsabilidades, pois se encontram mais agregados à comunidade e dotados de maior aprendizado nessa fase de ensino. Ressalta-se, mais uma vez, a importância da elaboração e aplicação de atividades que possam contribuir no processo de ensino-aprendizagem, apenas a transmissão de informações não será suficiente para uma aprendizagem significativa (Brasil, 1999; Brasil, 2002).

Portanto, o objetivo deste capítulo é o de analisar a importância das atividades experimentais na disciplina de Química em uma escola pública estadual de ensino médio na cidade de Simões, Piauí. Também se buscou investigar a relevância do uso dessa metodologia, bem como avaliar o nível de motivação e compreensão que essas atividades proporcionam aos estudantes.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa, realizada em uma escola pública estadual de ensino médio em Simões, Piauí, que atende alunos tanto da zona urbana quanto rural do município, foi

dividida em quatro etapas distintas. Na primeira etapa, foi realizada uma revisão da literatura sobre o tema, visando contribuir para a construção teórica e o conhecimento sobre o uso de atividades experimentais na disciplina de química. Na segunda etapa, procedeu-se à coleta de dados por meio da aplicação de questionários aos alunos da referida instituição de ensino.

Esses questionários continham questões objetivas e subjetivas, com o objetivo de obter informações sobre as dificuldades dos alunos com a disciplina de química, a realização de atividades experimentais em sala de aula, bem como identificar os conhecimentos prévios e as opiniões dos alunos sobre esse tipo de atividade, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Questionário aplicado aos alunos na primeira etapa desse estudo.

Ordem	Questão	Opção de Resposta
1 ^a	Qual a sua idade?	Resposta livre.
2 ^a	Na disciplina de química, quais são suas maiores dificuldades?	Resposta livre.
3 ^a	Durante as aulas de química, o professor realiza alguma atividade experimental?	() Não; () Sim, com muita frequência; () Sim, com pouca frequência.
4 ^a	Caso a resposta da questão anterior seja “Não”, cite os motivos pelos quais você acredita da não realização dos experimentos pelo professor de química.	Resposta livre.
5 ^a	Você considera importante o uso de atividades experimentais nas aulas de química? Justifique.	Resposta livre.
6 ^a	Você acha que a utilização de atividades experimentais em sala auxiliar/auxiliaria no seu aprendizado?	() Sim; () Não.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Posteriormente, foi realizada uma aula com uma atividade experimental sobre o tema “carboidratos”, com o propósito de analisar a presença de amido nos alimentos como reserva energética. Essa atividade abordou a ocorrência de reações químicas por meio da adição de reagentes em diferentes tipos de alimentos. Nesta atividade, foram utilizadas pequenas quantidades de diversos alimentos, incluindo arroz, leite em pó, batata, maçã, pão, farinha de trigo, sal e tintura de iodo 2%. Durante o experimento, algumas gotas de tintura de iodo foram adicionadas aos alimentos mencionados e foi observada uma variação de tons na cor dos alimentos, indicando diferentes níveis de presença de amido. Quanto maior a concentração de amido, mais escuro o alimento ficava.

Por fim, na última etapa, foi aplicado um questionário estruturado, também contendo questões subjetivas e objetivas (conforme apresentado na Tabela 2), com o

intuito de avaliar o grau de motivação e entendimento que as atividades exerceram sobre os estudantes. É válido ressaltar que todos os participantes ao responderem aos questionários concordavam com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), no qual constavam o objetivo e a justificativa da pesquisa, assim como as garantias de anonimato dos participantes.

Tabela 2 - Questionário aplicado ao aluno após a realização da atividade experimental.

Ordem	Questão	Opção de Resposta
1 ^a	Durante a atividade experimental você conseguiu compreender o conteúdo que estava sendo discutido?	() Sim; () Não.
2 ^a	Após a realização da atividade experimental, você acredita que adquiriu novos conhecimentos?	() Sim; () Não.
3 ^a	Você acredita que a utilização de atividades pratica/experimental por professores de outras disciplinas ajudariam a melhorar seu desempenho como estudante de Ensino Médio? De que forma?	Resposta livre.

Fonte: Elaborada pelos autores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa foi realizada na turma de 2º ano do ensino médio no turno da manhã em que a faixa etária dos alunos participantes da pesquisa variava entre 15 e 18, com média da turma de 16 anos, idade na qual permite que o aluno já exerça a capacidade de compreender a relevância das atividades experimentais nas aulas e opinar sobre o uso delas ou não. Inicialmente, os alunos foram questionados sobre as suas maiores dificuldades na disciplina de química. Entre as principais respostas apontadas, percebe-se que a maioria delas está relacionada ao professor, conforme algumas das respostas são apresentadas abaixo.

- “Meu professor não explica os conteúdos corretamente”.
- “A maior dificuldade é que o professor não explica e não tem interesse em ensinar”.
- “Nos cálculos, porque o professor não explica muito bem. Ele manda estudar um assunto e coloca outro na prova”.
- “Meu professor não é bom, o que muitas vezes leva a não entender o conteúdo”.

Conforme evidenciado nas respostas acima, a falta de interesse, comprometimento e a dificuldade na compreensão do conteúdo emergem como aspectos significativos. Essas observações podem estar relacionadas às dificuldades dos alunos na assimilação dos conteúdos e na interpretação de questões, especialmente quando se trata de cálculos e fórmulas. Diante disso, surge a preocupação com a formação dos profissionais e seu

ingresso no magistério, visando contribuir de forma efetiva para a aprendizagem dos alunos. Nesse sentido, Mello (2000) ressalta que,

Ninguém promove a aprendizagem de conteúdos que não domina, a constituição de significados que não compreende, nem a autonomia que não pôde construir. É imprescindível que o professor que se prepara para lecionar na educação básica demonstre que desenvolveu ou tenha oportunidade de desenvolver, de modo sólido e pleno, as competências previstas para os egressos da educação básica (Melo, 2000).

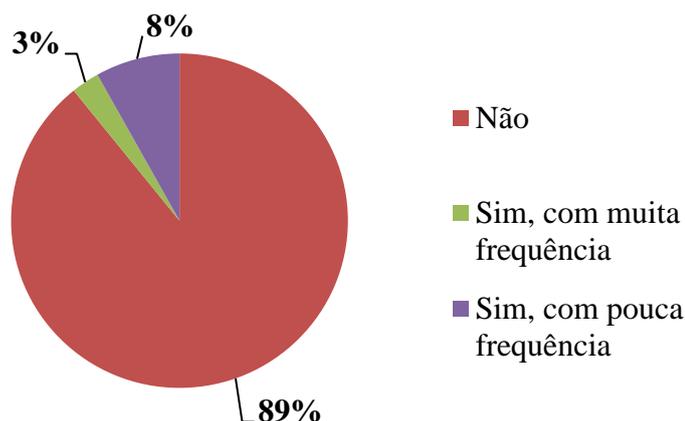
Nesse contexto, observa-se que os estudantes percebem uma falta de clareza na explicação por parte do professor, o que resulta na ausência de estímulo ao interesse dos alunos e, conseqüentemente, em maiores dificuldades de aprendizado. O ensino de química deve facilitar a compreensão dos conteúdos e sua conexão com a realidade dos alunos. Portanto, é fundamental que o professor tenha domínio do conteúdo teórico para aprimorar sua prática pedagógica (Penaforte; Antos, 2014).

Assim, é fundamental que o professor assuma plena responsabilidade e compromisso com seu trabalho, buscando constantemente aprimorar-se e superar as dificuldades encontradas. Ele deve cultivar uma relação de respeito com seus alunos e desenvolver métodos que estimulem sua aprendizagem e interesse (Leite; Lima, 2015).

No entanto, nem sempre a responsabilidade pela falta de aprendizagem pode ser atribuída exclusivamente ao professor. O ensino fundamental é crucial para o sucesso acadêmico do aluno, fornecendo a base necessária para compreender os conteúdos de forma mais eficaz (Bianchi, 2011). Uma má preparação nas séries iniciais pode resultar em dificuldades de aprendizagem ao longo da educação básica. Além disso, muitos alunos encaram as disciplinas de cálculo como desafiadoras desde o início, o que pode influenciar negativamente sua disposição para aprender. A falta de participação e envolvimento dos alunos, bem como eventuais conflitos com o professor, podem impactar significativamente seu desempenho acadêmico.

Quando questionados sobre a utilização de atividades experimentais em sala de aula, os estudantes revelaram que tais práticas são pouco comuns. De acordo com 89% dos alunos, as aulas de química raramente incluem atividades experimentais que auxiliem na compreensão dos conteúdos teóricos. Apenas 8% dos alunos relataram que atividades experimentais são realizadas ocasionalmente pelo professor, enquanto apenas 3% afirmaram que essas atividades ocorrem com frequência, como mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Frequência das atividades experimentais realizadas pelo professor nas aulas de Química.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Nessa perspectiva, Ferreira *et al.* (2019) destacam que as práticas experimentais são de grande importância para o ensino de química. Elas têm o potencial de despertar a atenção dos alunos, motivá-los e auxiliar no desenvolvimento de habilidades e capacidades diversas. Por outro lado, é importante destacar que os professores também enfrentam diversos desafios ao implementar atividades experimentais no ensino de Química. Restrições curriculares, falta de recursos adequados e resistência à mudança são obstáculos significativos. Esses desafios são agravados pela desvalorização da profissão, baixos salários e deficiências na formação inicial e contínua dos educadores. Além disso, a avaliação e adaptação aos diferentes estilos de aprendizagem dos alunos, juntamente com a falta de treinamento e apoio administrativo, bem como o aumento da sobrecarga de alunos nas salas de aula, também representam barreiras adicionais a serem enfrentadas (Vieira *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2020; Ferreira *et al.*, 2020).

Ao serem questionados sobre os motivos que levam o professor a não realizar atividades experimentais nas aulas de química, os estudantes mencionaram algumas razões que acreditam ser responsáveis pela ausência delas. Algumas das respostas mais relevantes são apresentadas a seguir:

- “Ausência de um laboratório apropriado para realização de experimentos”.
- “Falta de materiais e equipamentos na escola”.
- “Falta de materiais na escola e falta de interesse do professor”.

Observa-se que a carência de recursos e infraestrutura nesta instituição de ensino limita a realização de experimentos. Entretanto, é importante ressaltar que a execução de

experimentos não está restrita ao ambiente laboratorial, pois há diversas formas de conduzi-los dentro da sala de aula. Uma alternativa viável para a realização dessas atividades é utilizar materiais e objetos comuns do dia a dia dos alunos, como plantas, alimentos e utensílios domésticos que seriam descartados, adaptando-os de maneira sustentável e reciclável. Quando os alunos têm a oportunidade, junto com o professor, de criar experimentos utilizando esses recursos, sua compreensão do processo se torna mais clara e eles conseguem dominá-lo com mais facilidade (Santos; Piassi; Ferreira, 2004; Alencar *et al.*, 2015; Fin; Uhmman, 2023).

Além disso, a tecnologia desempenha um papel importante, tornando mais simples tanto para os alunos quanto para os professores a elaboração desses experimentos. Esse uso da tecnologia amplia o conhecimento dos alunos sobre as diversas maneiras de criar e aplicar, tornando os experimentos mais dinâmicos e atrativos. Assim, uma abordagem eficaz é gravar vídeos de experimentos utilizando materiais de baixo custo e facilmente acessíveis. Dessa forma, as gravações se tornam uma maneira ideal de proporcionar atividades experimentais aos alunos, especialmente quando não há tempo ou material necessário para ser usado na escola (Felipe; Almeida; Carvalho, 2022).

Outra alternativa adicional e de grande eficácia é a adoção de laboratórios virtuais, os quais oferecem acesso contínuo aos alunos e professores por meio de dispositivos móveis, facilitando enormemente o uso dessa ferramenta. Considerando que estamos em uma era cercada por tecnologia avançada, os alunos têm à disposição a oportunidade de explorar novas formas e métodos de aprendizagem. A utilização de laboratórios virtuais e diversas fontes de informação auxilia os estudantes na construção do conhecimento, proporcionando um valioso suporte educacional (Simão *et al.*, 2013; Silva; Silva; Silva, 2023).

Nesse contexto, os alunos foram indagados sobre se consideram que a aplicação de atividades experimentais em sala de aula contribui ou contribuiria para o seu aprendizado. A seguir, algumas das principais respostas fornecidas por eles são apresentadas.

- *“Sim, seria mais fácil entender e compreender o conteúdo e as aulas ficaria mais interessante”.*
- *“Sim, pois melhora a compreensão e as aulas ficariam mais interativas”.*
- *“Sim, pois tanto estimula os alunos, quanto facilita a compreensão”.*

A aplicação de atividades experimentais não garante a todos os alunos um desenvolvimento ideal, mas representa uma oportunidade de expandir suas capacidades, incentivando-os a observar, opinar e participar ativamente. Quando conduzidas de forma adequada, as atividades experimentais capturam a atenção do aluno, especialmente ao explicar fenômenos que não são apenas vistos, mas também sentidos, envolvendo sua participação direta. Além disso, essas atividades proporcionam uma experiência de aprendizado mais agradável, estimulando o interesse dos alunos em participar ativamente das aulas (Penaforte; Antos, 2014).

Nesse sentido, todas as disciplinas têm o dever de promover o aprendizado dos estudantes e a Química não é exceção. Na escola em questão, as aulas expositivas são comumente adotadas pelos professores no ensino médio. No entanto, todos os alunos entrevistados expressaram o desejo de que essas aulas estivessem mais conectadas a atividades experimentais. Eles acreditam que isso facilitaria o aprendizado e a compreensão dos temas, especialmente quando essas atividades estão relacionadas ao cotidiano do aluno. Além disso, os estudantes destacam que as atividades experimentais contribuem significativamente para que compreendam a relevância dos conteúdos abordados e entendam seu contexto prático.

Para realizar o experimento, foi ministrada uma aula expositiva abordando os conceitos relacionados aos carboidratos, incluindo sua função e importância para o organismo, além da classificação dos grupos, com ênfase nos polissacarídeos, como o amido. Também foi explicada a reação química envolvida na identificação da presença de amido em diferentes tipos de alimentos por meio da aplicação de reagentes específicos.

Durante esta atividade, os alunos fizeram alguns questionamentos sobre outros alimentos não utilizados na atividade, bem como sobre a importância dos carboidratos e a presença de amido nos alimentos testados. Alguns alunos manifestaram interesse em reproduzir o experimento com outros alimentos em suas casas, considerando-o simples e de fácil realização. Nesse contexto, ficou evidente o interesse e a curiosidade dos alunos em observar os resultados, levando-os a se aproximar da mesa e a desejar participar ativamente da atividade experimental. Todos estavam atentos e se comportaram de forma tranquila, permitindo que pudessem observar e interagir com os colegas sobre o tema abordado.

Após a conclusão da atividade experimental, os alunos foram questionados se haviam compreendido o conteúdo discutido durante sua realização. Para facilitar a compreensão, a atividade experimental foi elaborada de forma a relacionar-se com

situações do dia-a-dia dos alunos. Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios. Dos participantes entrevistados, 95% afirmaram ter assimilado o conteúdo de forma eficaz por meio da prática experimental. Além disso, eles demonstraram interesse em aprofundar seus conhecimentos, questionando e se envolvendo mais com o tema e o experimento, especialmente devido ao uso de materiais comuns em seu cotidiano.

Esses resultados reforçam a importância de incorporar atividades experimentais e práticas no ensino, especialmente em disciplinas como a Química, em que os conceitos teóricos muitas vezes podem parecer abstratos para os alunos. Ao fornecerem oportunidades para a exploração prática e a experimentação, os educadores podem aumentar significativamente a eficácia do processo de ensino-aprendizagem (Suart; Marcondes, 2009; Alencar *et al.*, 2015; Felipe; Almeida; Carvalho, 2022).

É válido ressaltar que todos os alunos entrevistados concordaram que adquiriram novos conhecimentos após a realização da atividade experimental. Essa abordagem prática permitiu aos alunos ampliarem seu entendimento sobre os conteúdos abordados, além de proporcionar uma compreensão mais profunda e facilitada dos conceitos. Nesse sentido, para que o ensino seja significativo, é essencial conhecer e valorizar os conhecimentos prévios dos alunos. Em consonância com Guimarães (2009), que afirma: "Se a intenção do educador é promover um ensino significativo, é suficiente avaliar o que o aluno já sabe e, em seguida, ensinar de acordo com esses conhecimentos". Embora não seja um processo simples, é viável, exigindo apenas dedicação extra tanto do professor quanto do aluno para transformar esse conhecimento em ação.

Por último, foi indagado aos alunos, "Você acredita que a adoção de atividades práticas/experimentais por professores de outras disciplinas poderia contribuir para aprimorar seu desempenho como estudante do Ensino Médio? De que maneira?". Abaixo estão algumas das respostas recebidas.

- *"Sim, com atividades práticas e experimentais, se torna mais fácil à absorção de conhecimentos"*.
- *"Sim, pois o aluno tem mais interesse em aprender, desenvolve o aprendizado e ainda adquire conhecimento"*.
- *"Sim, as atividades ajudam a compreender melhor os conteúdos e a gente se interessa mais"*.

As respostas dos alunos destacam a eficácia das atividades práticas e

experimentais no processo de aprendizagem. Por meio dessas atividades, os alunos encontram uma maneira mais tangível e envolvente de absorver conhecimentos. O envolvimento ativo em experimentos permite uma compreensão mais profunda dos conteúdos, uma vez que os alunos têm a oportunidade de aplicar teorias e conceitos em situações reais.

Nesse contexto, esta pesquisa se configura como uma sugestão valiosa para os professores do ensino médio, visando aprimorar o desenvolvimento de suas aulas e torná-las mais atrativas e envolventes para os alunos. É crucial garantir uma qualidade de ensino durante essa fase educacional, preparando os estudantes adequadamente para o ingresso em uma etapa igualmente importante de suas vidas acadêmicas: o ensino superior (Corrêa, 2011).

4 CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa indicam que as atividades experimentais desempenham um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem da Química no ensino médio. Os alunos demonstraram uma percepção positiva em relação a essas atividades, reconhecendo sua eficácia na compreensão dos conteúdos, no estímulo ao interesse pelo aprendizado e na aquisição de novos conhecimentos. A escassez de práticas experimentais também foi ressaltada como uma preocupação, destacando a necessidade de maior incentivo e suporte para sua implementação. Esses achados reforçam a importância de uma abordagem educacional que valorize a experimentação e promova uma aprendizagem mais significativa e envolvente para os alunos.

REFERÊNCIAS

FONTES, J. L. R.; NASCIMENTO, J. P. A.; REIS C. S. **Contribuições do ensino de química para a formação cidadã**. Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional 8.1, 2015.

CLEMENTINA, C. M. **A importância do ensino da química no cotidiano dos alunos do colégio estadual São Carlos do Ivaí de São Carlos do Ivaí-PR**. São Carlos do Ivaí-PR, 2011.

SOUSA, R. P. **A importância da experimentação como recurso didático no ensino de Ciências Naturais**. 2012.73f. Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Universidade Federal do Piauí, 2012.

ALENCAR, F. V. S.; SILVA, A. F.; SILVA, L. M.; CARVALHO, R. B. F. 'Lava-Luz'

luminaire: A pedagogical proposal for science teaching. **Periódico Tchê Química**, v. 12, p. 22-27, 2015.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Canoas: Acta Scientiae**, v. 12, n.1, p.139-153, 2010.

PENAFORTE, G. S.; SANTOS, V. S. O ensino de química por meio de atividades experimentais: aplicação de um novo indicador natural de ph como alternativa no processo de construção do conhecimento no ensino de ácidos e bases. **Revista EDUC Amazônia - Educação Sociedade e Meio Ambiente**, v.7, p. 8-21, 2014.

SOUSA, R. P. **A importância da experimentação como recurso didático no ensino de Ciências Naturais**. 2012. 73f. Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Universidade Federal do Piauí, 2012.

BRASIL. Química. In: **PCN+ Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2002. p. 87-110.

LEITE, L. R.; LIMA, J. O. G. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 96, n. 243, p. 380-398, 2015.

MELLO, G. N. Formação inicial de professores para a educação básica uma (re)visão radical. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, n. 1, 2000.

BIANCHI, S. R. **A importância da motivação na aprendizagem no ensino fundamental**. São Carlos – SP, 2011.

SILVA, F. V. C.; SANTOS, L. G. T.; SANTOS, A. L. C.; FEITOSA, A. A. F. M. A. Dificuldades apontadas por professores do programa de mestrado profissional em ensino de biologia para o uso de metodologias ativas em escolas de rede pública na Paraíba. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 21959-21973, 2020.

SANTOS, E. I.; PIASSI, L. P. C.; FERREIRA, N. C. **Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de física: uma experiência em formação continuada**. IX encontro nacional de pesquisa em ensino de física, 2004.

FIN, J. G.; UHMANN, R. I. M. Reações Químicas no Ensino de Química: Compreensões por meio da Experimentação. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 128–139, 2023.

SIMÃO, J. P. S.; LIMA, J. P. C.; ROCHADEL, W.; SILVA, J. B. Utilização de Experimentação Remota Móvel no Ensino Médio. **CINTED-UFRGS**, v. 11, n. 1, 2013.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1. 2009.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química nova na escola**, v. 31, n 3, 2009.

CORRÊA, A. R. **Atividades práticas na disciplina de artes visuais no ensino médio. Um modo de despertar o interesse do aluno em sala de aula.** Universidade de Brasília – UNB - curso de artes visuais, Tarauacá, 2011.

Brasil. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN):** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Parte III. Brasília: MEC, 1999.

Felipe, I. R.; ALMEIDA, A. A. C.; CARVALHO, R. B. F. Uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de química durante a pandemia de Covid-19 em Redenção do Gurgueia, Piauí, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, p. e53111637987, 2022.

VIEIRA, M. A. S.; AGUIAR, C. F. S.; CARDOSO, F.; BRITO, C. S.; SILVA, F. M. S. E.; CARVALHO, R. B. F. Explorando a química com jogos didáticos no 3º ano do ensino médio: uma abordagem prática para o ensino de funções orgânicas. **Revista Ciências & Ideias**, v. 15, p. e24152391, 2024.

BEDIN, E.; SIQUEIRA, L. E. Aprender pela pesquisa centrada no aluno e o ensino de química: uma avaliação primária. **Educação Química em Punto de Vista**, [S. l.], v.7, 2023.

PEREIRA, J. A.; SILVA, E. R. da; VILALVA, E. A. M. M.; RODRIGUES, F. F.; CASTRO, V. A. Metodologias ativas na educação. **Revista Ilustração**, [S. l.], v.5, n. 1, p. 89–99, 2024.

FERREIRA, B. N.; SOUTO, E. B.; SILVA, L. M. B.; RAULINO, A. M. D.; SANTOS, J. C. O. **A importância das aulas experimentais no ensino de química: uma revisão integrativa.** In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências -CONAPESC, Anais... Campina Grande: Realize Editora, 4, 1-6, 2019.

SILVA, ADRIELLE F.; SILVA, ERIKA M.; SILVA, ÉRIK J. F. Tecnologias digitais inseridas como ferramenta didática no ensino de química: uma revisão de literatura. **Open Science Research XI**. XIed.:Editora Científica Digital, p. 582-597, 2023.

FERREIRA, V. O.; BÓ, A. D.; ROSA, M. P. A.; LIMA, V. M. R.; RAMOS, M. G. A desvalorização do professor: percepções de professores participantes de um programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. **Revista Thema**, v. 17, n. 1, p. 243- 255, 2020.

CAPÍTULO 4

CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL: IMPACTOS DO DESCARTE INADEQUADO DE LIXO ELETRÔNICO ENTRE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO EM SIMPLÍCIO MENDES-PI

Ilany Moura Luz
Milton Batista da Silva
Jarbas Soares de Mesquita Junior
Romézio Alves Carvalho da Silva
Wiury Chaves de Abreu
Wesley Fernandes Araújo
Leanne Silva de Sousa*

RESUMO

O avanço tecnológico traz consigo o desafio do descarte correto do lixo eletrônico, que contém substâncias tóxicas. Isso pode causar danos ao meio ambiente e representar riscos à saúde. Compreender o nível de conscientização dos alunos do ensino médio sobre esses impactos é fundamental para promover a educação ambiental e práticas sustentáveis. Nesse sentido, o presente estudo aborda a problemática do lixo eletrônico e seus impactos ambientais, com foco no nível de conhecimento dos alunos do ensino médio em Simplício Mendes - PI. Reconhecendo a importância crescente desse tema, o estudo investiga os principais problemas causados pelo descarte inadequado de eletrônicos. O objetivo deste trabalho é identificar o entendimento dos alunos do ensino médio sobre os danos ambientais gerados pelo lixo eletrônico. Utilizou-se uma abordagem de pesquisa de campo, empregando um questionário com 11 questões, incluindo perguntas abertas e fechadas. Os resultados revelam os impactos negativos do lixo eletrônico na saúde humana, na vida selvagem e no meio ambiente em geral. Destaca-se a necessidade de ações de conscientização e educação, além da cooperação entre o poder público e a comunidade para enfrentar, controlar e tratar adequadamente o lixo eletrônico que, muitas vezes, é descartado de forma inadequada, prejudicando o meio ambiente.

Palavras-chave: Lixo Eletrônico. Danos Ambientais. Ensino Médio.

* Autor correspondente: leannesilva@ifpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A definição e a conceituação dos termos “lixo”, “resíduo” e “reciclagem” diferem conforme a situação em que sejam aplicadas. Seu uso na linguagem correta, com efeito, distingue-se de outras acepções adotadas consoante a visão institucional ou de acordo com seu significado econômico. Na linguagem corrente, o termo *resíduo* é tido praticamente como sinônimo de *lixo*. Lixo é todo material inútil. Designa todo material descartado posto em lugar público. Lixo é tudo aquilo que se “joga fora”. É o objeto ou a substância que se considera inútil ou cuja existência em dado meio é tida como nociva (Sanchez; Iared, 2023).

Essa temática que aborda um problema que pode ser facilmente visto em nosso meio e que vem afetando o ambiente como todo, com o descarte inadequado de aparelhos eletroeletrônicos tem impactos significativos no meio ambiente, refletindo a falta de conscientização das pessoas. É essencial promover ações conjuntas entre a população e as autoridades para lidar com esse problema, destacando a importância da reciclagem para minimizar danos ambientais e gerar renda para comunidades.

Portanto, faz-se necessário que se destaque a referida temática, de modo que se possa ter uma maior facilidade na aquisição de respostas e significados para a questão que envolve o tema e para que seja possível compreender ainda mais o quanto é preciso ter cuidado e controle com os aparelhos velhos que em muitos casos ficam estocados em casa sem utilidade. E quando são despejados fora não recebem um tratamento mínimo ou um cuidado adequado a fim de que não se tornem uma ameaça ao meio ambiente (Fraguas e Gonzalez, 2020).

Em relação a isso, cuidados devem ser tomados na medida em que se observam as ações e os costumes relacionados ao consumo que tem crescido e tem feito com que os indivíduos adquiram produtos com pouca durabilidade. Isso pode ser visto por meio do aumento crescente da aquisição de produtos que são comumente consumidos e descartados. Diante de uma realidade como essa, faz-se necessário que se conscientize as pessoas sobre as formas de consumo e sobre o destino quanto ao destino dado ao lixo que se é gerado e que, muitas vezes, é descartado ou simplesmente acumulado em locais impróprios. Nessa lógica, o lixo produzido acaba, na maioria das vezes, sendo conduzido para as áreas periféricas, ou para as áreas distantes dos centros urbanos e/ou em locais indevidos como lotes baldios, margens de estradas, fundos de vale e margens de lagos e rios (Bellini; Mucelin, 2008).

Considerando-se esse contexto, este estudo busca destacar a relevância de compreender os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de lixo eletrônico no intuito de discutir alguns dos principais problemas associados a essa prática. Além disso, almeja-se sensibilizar as pessoas sobre a importância de realizar o descarte adequado de aparelhos eletrônicos obsoletos, muitas vezes descartados sem considerar os danos que podem causar.

Desse modo, reafirma-se o quanto a temática aqui abordada é importante, pois contextualiza um assunto que muitas vezes não é dada toda a atenção que de fato merece. Daí a importância de se abordar o conteúdo em sala de aula de forma que se possa colaborar para a formação que promova não apenas conhecimento teórico, mas também conhecimento prático aos alunos que resulte no desenvolvimento de uma consciência crítica que resulte em ações práticas em meio ao contexto em que o alunado se encontra inserido. Nesse sentido, o objetivo do trabalho é identificar os principais conhecimentos dos alunos do 1ª ao 3ª Ano do Ensino Médio de uma escola pública do município de Simplício Mendes, sobre os danos causados pelo lixo eletrônico descartados no meio ambiente.

1.1 O lixo eletrônico e os impactos no meio ambiente

O lixo eletrônico é constituído basicamente por resíduos materiais resultantes do descarte de diversos equipamentos eletrônicos que podem ser facilmente encontrados em nossas residências e descartados a céu aberto principalmente nas zonas urbanas. É algo comumente encontrado em nosso meio e com o grande acúmulo dos mesmos tem surgido um grande problema que é descarte inadequado desses produtos no meio ambiente gerando assim impactos negativos para todos. Essa grande quantidade de produção de lixo eletrônico está relacionada ao avanço tecnológico, ao aumento do consumo de tais produtos por parte da população que é estimulada pelas propagandas veiculadas nos meios de comunicação de massa (Gonzaga; Miranda, 2016).

Dentre os lixos eletrônicos mais comuns têm-se os monitores de TV, celulares, computadores, notebooks, baterias dentre outros que necessitam ser descartados de maneira correta a fim de evitar danos ao meio ambiente. Compreende-se, conforme já comentado, que essa é uma questão premente que tem se propagado de maneira crescente impulsionada pelo aumento do poder aquisitivo das pessoas que passaram a comprar mais e a descartar cada vez mais esses objetos em qualquer lugar. Dessa forma,

o consumismo desenfreado, fomentado pela mídia parece contribuir para o agravamento desta problemática (Calvão *et al.*, 2009).

Diante desse cenário tem surgido também uma preocupação por parte de pessoas e de órgãos ambientais sobre as consequências causadas pelo descarte desse lixo de maneira inadequada. Isso tem feito com que esse assunto esteja sendo tratado com mais seriedade e com mais atenção com o objetivo de se buscar medidas que venham a solucionar os problemas no intuito de prevenir danos maiores ao meio ambiente no presente e no futuro.

Essa situação, na verdade, vem se alastrando há muito tempo e vem com o passar dos anos causando cada vez mais danos ao meio ambiente. Apesar disso, só recentemente essa preocupação vem crescendo em meio à sociedade em geral devido aos constantes impactos presenciados por todo o mundo. E sobre essa questão, pode-se, conforme afirmam os estudiosos na área, dizer que na raiz da questão está a onda do consumismo desenfreado que se instalou pelo mundo nas últimas décadas. As constantes inovações tecnológicas fazem com que o ser humano produza cada vez mais uma quantidade excessiva de lixo eletrônico. A produção de resíduos eletrônicos é um dos grandes problemas contemporâneos no campo da sustentabilidade (Magera, 2012).

1.2 A importância da educação ambiental em sala de aula

A educação ambiental é uma ação de ensino cujo objetivo é promover junto aos alunos uma consciência crítica sobre os problemas ambientais que assolam o mundo na atualidade. Dessa forma, esse campo de conhecimento objetiva fazer com que o educando adquira um conhecimento mais amplo e significativo sobre as questões ambientais, de modo que o mesmo passe a ser capaz de adquirir e colocar em prática os conhecimentos sobre as questões ambientais. Portanto, através do contato com esse processo educativo, espera-se que os alunos, a partir dos novos conhecimentos obtidos, se percebam como importantes agentes dentro do processo de preservação e de cuidado com o meio ambiente no qual está inserido e, obviamente, com toda a natureza que o cerca (Matos; Alencar, 2019).

A educação ambiental envolve questões que estão cada vez mais interligadas ao cotidiano das pessoas e assim toda a sociedade deve ter o conhecimento sobre os assuntos relacionados à preservação ambiental. Diante disso, compreende-se que é essencial e fundamental que todas as formas de aprendizagem e abordagens que aproximem os

educandos e os conteúdos relativos às questões ambientais são válidas, necessárias e de grande valor.

Observando-se que, em todo o mundo, o processo de globalização tem sido cada vez mais intensificado e que tem causado inúmeros danos ao planeta e às diversas formas de vida, reafirma-se o quanto a educação ambiental é um tema que sempre será importante. Vê-se assim a necessidade de seu conteúdo ser trabalhado no espaço escolar, pois há muitos exemplos de problemas e danos causados ao meio ambiente que podem ser enfrentadas pelos indivíduos que estão em formação e que frequentam o espaço escolar.

Segundo Viviani (2010, p. 80),

O fenômeno da globalização não é novo; afinal, os homens interagem e se deslocam pela superfície do Planeta, desde os grandes impérios da antiguidade, como aconteceu na expansão e deslocamentos no Império Romano, passando ainda pelo período das navegações e descobertas por Espanha e Portugal no Século XV, na abertura de relações com a China, nas dominações e colonizações provocadas pelos europeus no continente africano e na Ásia, enfim, por todas as movimentações, intercâmbios e confrontos de ideias, valores, pessoas, culturas e bens (Viviani, 2010).

Conforme Viviani, diante de uma realidade que se faz presente há certo tempo em todo o mundo e que geram impactos positivos e negativos oriundos do processo da globalização, é preciso buscar contextualizar essas mudanças a fim de se fazer uma discussão ampla e bem dinâmica sobre os danos proporcionados ao meio ambiente, que são reflexos diretos desse processo (Gonzaga; Miranda, 2016).

Com o passar dos anos as gerações podem ficar cada vez mais distantes do contato e do convívio com um espaço natural protegido, pois com os desgastes que têm sido causados ao meio, são cada vez menores os ambientes naturais. Essa situação deve ser levada ao ambiente escolar, como citado anteriormente, há uma gama de possibilidades de se abordar as questões ambientais exemplificando com situações que estão ao redor dos alunos.

São possibilidades de trabalhar com a conscientização dos alunos quanto ao uso, preservação e conservação do meio, é possível investigar o conhecimento de cada um quando a determinadas espécies da fauna e da flora, como por exemplo, que possivelmente tenha desaparecido devido aos danos causados ao meio ambiente. Nesse sentido, Alves (1999) afirma que: “há crianças que nunca viram uma galinha de verdade, nunca sentiram o cheiro de um pinheiro, nunca ouviram o canto do pintassilgo e não tem prazer em brincar com a terra. Pensam que a terra é sujeira. Não sabem que terra é vida”.

Essa situação revela o valor e a importância da educação ambiental que surge da necessidade de sanar alguns problemas presentes no meio ambiente. Ou seja, a educação ambiental deve ser levada aos espaços formativos buscando agregar valores e conteúdos visando à capacidade de mobilizar os educandos a fim de fazer com que eles compreendam melhor o papel que cada um pode desempenhar no que diz respeito aos cuidados e à preservação da natureza. De acordo com a Unesco (2005, p. 44), “Educação ambiental é uma disciplina bem estabelecida que enfatiza a relação dos homens com o ambiente natural, as formas de conservá-lo, preservá-lo e de administrar seus recursos adequadamente”.

Portanto, fica evidenciado que a educação ambiental tem todo um potencial em seus conteúdos e em suas abordagens, para fazer com que o alunado passe a agir com mais responsabilidade, para que possa exercer com respeito e cidadania o seu papel de preservação, e com isso crescerem sabendo de suas responsabilidades e do quanto são importantes dentro de toda a relação de convívio com a natureza.

A apresentação de temas ambientais no ensino primário deveria se fazer com ênfase em uma perspectiva de educação geral, dentro do marco, por exemplo, das atividades de iniciação e junto com as atividades dedicadas à língua materna, à matemática ou a expressão corporal e artística. O estudo do meio ambiente deve recorrer aos sentidos das crianças (percepção do espaço, das formas, das distâncias e das cores), e fazer parte das visitas e jogos. O estudo do entorno imediato do aluno (casa, escola, caminho entre ambos) reveste-se de muita importância (Dias, 1992).

Dessa forma, a educação ambiental pode contribuir significativamente para que todos possam agir e contribuir nos cuidados para com o ecossistema. Isso pode ser feito por meio de uma abordagem de conteúdos amplos correlacionados a questões cotidianas que envolvem a vida dos alunos, tornando as aulas mais dinâmicas e com uma interação cada vez maior. Com isso fica claro que na sala de aula, o docente tem uma gama de possibilidades de trabalhar conceitos, exemplos e situações que ampliam o conhecimento e promovem a conscientização dos alunos sobre os danos ambientais (Gonzaga; Miranda, 2016).

1.3 As propostas de ensino e de desenvolvimento da conscientização sobre as questões ambientais segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

Faz-se necessário, pelo grande valor e significado, levar ao conhecimento dos educandos os problemas, os riscos, os danos, as consequências e principalmente sobre o papel que cada um pode realizar quando se discute sobre os problemas ambientais que

circundam a vida no planeta. Mesmo que algumas propostas que tratam sobre os problemas ambientais colocadas, ao longo da BNCC, não sejam apresentadas e discutidas de forma profunda impossibilitando assim ir, de fato, ao cerne das questões, elas devem ser apresentadas aos alunos de forma que cada um reconheça os problemas que afetam o meio ambiente desenvolvendo assim um senso crítico que os leve a desenvolver um sentimento de pertencimento e de percepção de que são agentes causadores dos referidos danos, entendendo que podem atuar de diferentes maneiras no combate, no controle e principalmente da disseminação de boas ideias e de boas atitudes para levar ao conhecimento de mais pessoas sobre a referida problemática e sobre o valor e importância de agir.

[...] cuidar e responsabilizar pela saúde e bem-estar próprios daqueles com quem vive, assim como promover o cuidado com os ambientes naturais e os de convivência social e profissional, demandando condições dignas de vida e de trabalho para todos. [...] debater e desenvolver ideias sobre a constituição e evolução da vida, da Terra e do Universo, sobre a transformação nas formas de interação entre humanos e com o meio natural, nas diferentes organizações sociais e políticas, passadas e atuais, assim como problematizar o sentido da vida humana e elaborar hipóteses sobre o futuro da natureza e da sociedade (Brasil, 2015, p. 7-8).

Todas essas propostas colocadas na citação acima são necessariamente importantes e de muito valor no contexto educacional. Essas informações devem ser vistas como bases fundamentais para o desenvolvimento da conscientização do alunado e, desse modo, requer uma atuação constante e objetiva por parte do professor, para que esse assunto seja disseminado e discutido e que passe a fazer parte dos conteúdos escolares de forma que colabore para o desenvolvimento do sentimento de pertencimento a uma dada sociedade.

É um assunto que deve estar sempre em pauta e em prática em sala de aula haja vista a importância que o tema tem. Há sempre uma discussão que envolve todo o assunto, devido à presença de problemas relacionados a questões ambientais em todo o mundo e que vem causando danos que muitas vezes se tornam irreversíveis e que por isso mesmo necessitam de uma atenção toda especial em sala de aula. E dentro dessa linha de abordagem, é afirmado por Loureiro (2002, p. 69) que:

A Educação Ambiental é uma práxis educativa e social que tem por finalidade a construção de valores, conceitos, habilidades e atitudes que possibilitem o entendimento da realidade de vida e a atuação lúcida e responsável de atores sociais individuais e coletivos no ambiente (Loureiro, 2022).

E por possuir um valor significativo para toda a sociedade, a educação ambiental é uma pauta imprescindível, sobretudo, nos dias de hoje. Dessa forma, precisa se fazer presente na sala de aula, pois é por meio dessa prática educativa que se constroem valores sociais, que se buscam medidas, propostas e estratégias para aplicar na busca de soluções para as demandas ambientais. E a escola por ser um espaço, por excelência, de formação humana desempenha um papel fundamental na formação crítica dos alunos que entram em contato com as questões ambientais do seu entorno e do mundo. Por meio dessa aproximação do educando com as realidades que são vistas no contexto social, projetam-se propostas de intervenção. Para isso é preciso que se tenha recurso e todo um suporte que favoreça ao professor conduzir suas aulas através da utilização de uma metodologia variada que conte com recursos que possibilitem promover a interação dos alunos com a realidade, possibilitando assim que o alunado, de fato, se inteire das questões ambientais. Nesse contexto, é necessário que o livro didático possua um conteúdo detalhado e atualizado, constituindo-se assim como um grande aliado nesse processo de formação, pois é uma das ferramentas mais utilizadas pelos professores. Para Medina (2001, p. 20) no que diz respeito ao livro didático, é afirmado que:

Os conteúdos abordados objetivam a homogeneização de conceitos básicos da dinâmica ambiental e a discussão/reflexão sobre o conflito existente entre esta dinâmica e as tendências comportamentais de uso irracional do meio, a fim de proporcionar aos participantes a possibilidade de escolha consciente de quais caminhos de desenvolvimento devem ser seguidos e quais as consequências dessa escolha.

Desse modo, os conteúdos presentes no livro didático, conforme Medina, devem ser organizados de maneira que seja possível fazer uma correlação entre os assuntos e a realidade dos educandos de forma que este se reconheça como um agente promotor de mudanças, acionando em cada um o bom senso e a conscientização da necessidade de cuidados com o meio ambiente.

2 METODOLOGIA

Este estudo exploratório foi conduzido em uma escola pública estadual de ensino médio em Simões, Piauí. Durante a investigação de campo, os dados foram obtidos por meio da aplicação de um questionário contendo 11 perguntas (Tabela 1), tanto abertas quanto fechadas, sobre o tema em questão.

Tabela 1 - Lista de perguntas utilizadas no questionário aplicado.

Ordem	Questão	Opção de Resposta
1 ^a	Você sabe o que é lixo eletrônico?	<input type="checkbox"/> Sim; <input type="checkbox"/> Não.
2 ^a	Possui algum tipo de lixo eletrônico em sua residência?	<input type="checkbox"/> Sim; <input type="checkbox"/> Não.
3 ^a	Tem o conhecimento dos riscos que o mesmo pode causar à saúde?	<input type="checkbox"/> Sim; <input type="checkbox"/> Não.
4 ^a	E sobre os riscos ao meio ambiente?	<input type="checkbox"/> Sim; <input type="checkbox"/> Não.
5 ^a	Qual é o tratamento que você dá ao lixo eletrônico de sua residência?	Resposta livre.
6 ^a	Você sabia que deve haver uma coleta e um armazenamento adequado para todos os tipos de lixo eletrônicos?	<input type="checkbox"/> Sim; <input type="checkbox"/> Não.
7 ^a	Tem conhecimento sobre alguma medida ou política de lixo tratamento de lixo eletrônico em sua cidade?	<input type="checkbox"/> Sim; <input type="checkbox"/> Não.
8 ^a	Em seu município há um armazenamento e um descarte correto do lixo eletrônico?	<input type="checkbox"/> Sim; <input type="checkbox"/> Não.
9 ^a	Na sua escola já foi trabalhada a questão do lixo eletrônico e dos impactos que os mesmos causam ao meio ambiente?	<input type="checkbox"/> Sim; <input type="checkbox"/> Não.
10 ^a	Existe alguma política ou proposta de coleta, armazenamento e/ou tratamento do lixo eletrônico em sua escola?	<input type="checkbox"/> Sim; <input type="checkbox"/> Não.
11 ^a	Tem conhecimento de algum dano que tenha sido causado pelo lixo eletrônico em sua cidade?	<input type="checkbox"/> Sim; <input type="checkbox"/> Não.

Fonte: Elaborada pelos autores.

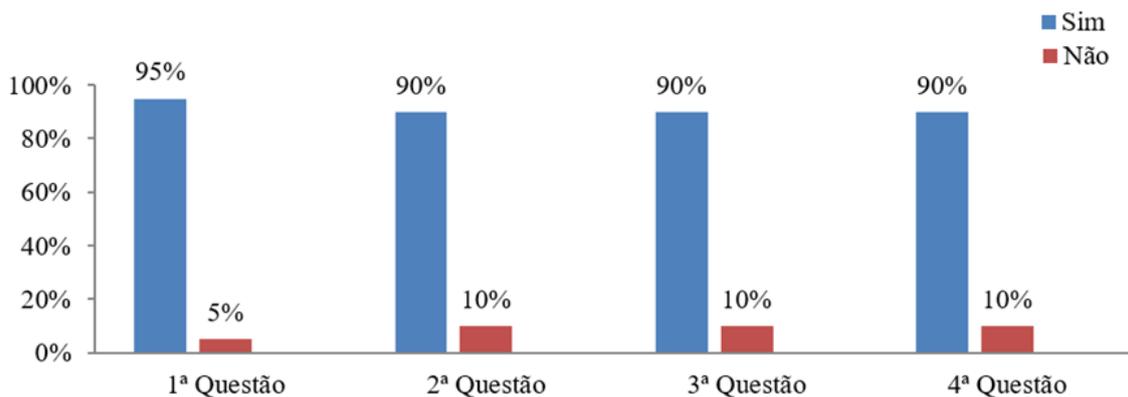
A coleta de dados envolveu a participação de 25 alunos do 1º ao 3º Ano do Ensino Médio, residentes na zona urbana da cidade. Eles foram convidados a expressar seus conhecimentos e concordaram formalmente com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), garantindo o anonimato dos envolvidos e fornecendo informações valiosas para a pesquisa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da aplicação do questionário, realizou-se um levantamento de dados sobre o conhecimento dos alunos acerca do lixo eletrônico e seus impactos ambientais, considerando o contexto em que estão inseridos. Para obter resultados relevantes, foram formuladas perguntas-chave direcionadas aos participantes da pesquisa, cujas respostas serão apresentadas em Figuras nas seções subseqüentes.

Ao abordar o tema do Lixo Eletrônico, as respostas obtidas revelaram importantes afirmações que serão detalhadas ao longo das análises dos dados. A Figura 1 versa sobre o questionamento do resultado sobre o que é lixo eletrônico, a existência do mesmo em casa e sobre o conhecimento dos riscos à saúde e ao meio ambiente.

Figura 1 – Conhecimentos sobre lixo eletrônico, riscos à saúde e ao meio ambiente.



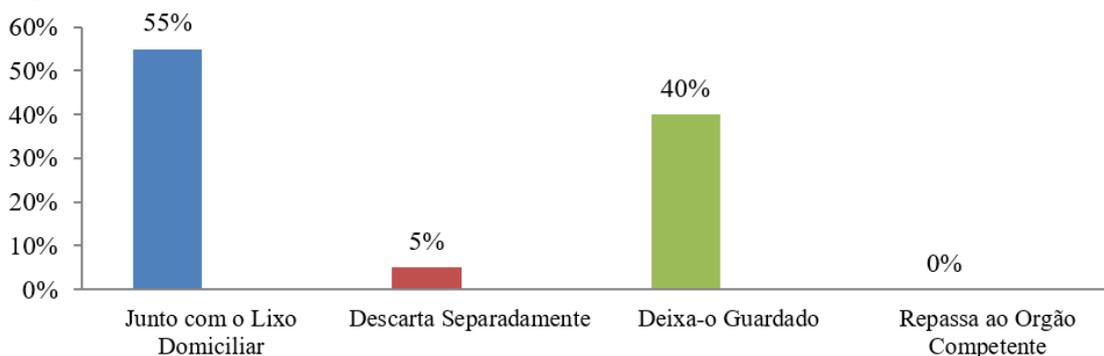
Fonte: Elaborado pelos autores. **Legenda:** 1ª Questão: Você sabe o que é lixo eletrônico? / 2ª Questão: Possui algum tipo de lixo eletrônico em sua residência? / 3ª Questão: Tem conhecimento dos riscos que o mesmo pode causar à saúde? / 4ª Questão: Tem conhecimento sobre os riscos ao meio ambiente?

Conforme ilustrado na Figura 1, a maioria dos entrevistados, representando 95%, possui conhecimento sobre o lixo eletrônico. Esse conhecimento se reflete no fato de que 90% dos entrevistados afirmaram possuir algum tipo de resíduo eletrônico em suas residências. Além disso, esse mesmo percentual de 90% está ciente dos riscos que esses resíduos representam para a saúde humana e para o meio ambiente.

Porém, como se trata de um contexto no qual não é dada uma atenção especial para esse tipo de problema em que se vê pouca presença de políticas e propostas voltadas ao lixo eletrônico conseqüentemente se percebe a falta de conscientização sobre seus danos ao meio ambiente, observa-se que essa questão é abordada de maneira bastante simplificada, ou seja, sem um trabalho especificamente direcionado a essa problemática. Miguez (2010) destaca que 75% dos equipamentos eletrônicos antigos estão armazenados nas residências, pois os consumidores acreditam que esses aparelhos podem render algo e também porque não sabem como descartá-los.

Sobre o tratamento dado pelo alunado ao lixo eletrônico que possuem em suas residências, foram obtidos os dados conforme evidenciados no Figura 2.

Figura 2 – Tratamento dado ao lixo eletrônico em suas residências.



Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com os resultados obtidos, 55% dos entrevistados afirmaram que descartam o lixo eletrônico juntamente com o lixo domiciliar. Isso pode ser explicado por dois fatores principais: primeiro, a falta de esclarecimento por parte dos alunos sobre a necessidade de armazenar e dar um destino adequado a esses resíduos. Segundo, a ausência de uma política municipal voltada para essa questão, que deveria informar a todos sobre os riscos e danos que o lixo eletrônico pode causar à saúde humana e ao meio ambiente. Como afirmam Calvão *et al.* (2009), "As recorrentes discussões sobre o assunto do lixo eletrônico permitem entender que apenas cuidar da reciclagem não soluciona o problema. É necessário um esforço da sociedade no sentido de educar para reciclar com a finalidade de preservar".

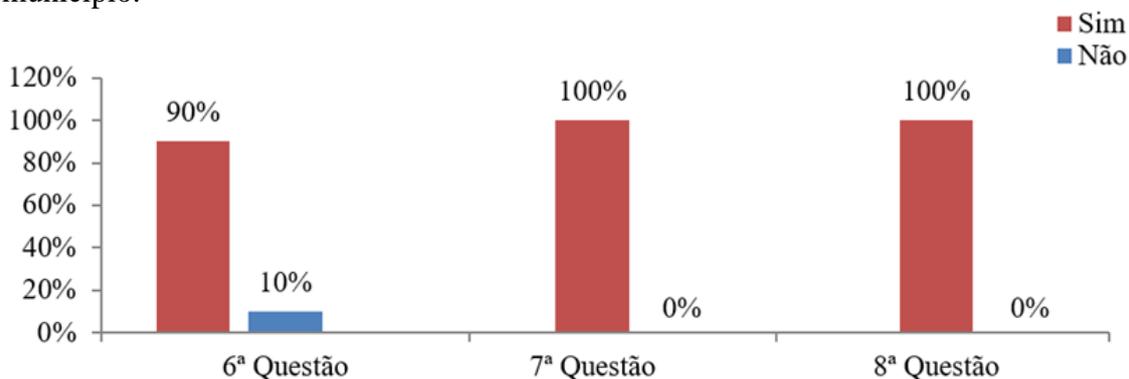
Já 40% relataram deixar cada peça e aparelho eletrônico danificado, como eletrodomésticos e baterias de celulares, em locais específicos de suas residências, como despensas, quintais e garagens, por longos períodos antes de descartá-los inadequadamente. Apenas 5% afirmaram descartá-los separadamente, o que evidencia o baixo conhecimento sobre os danos causados por esses resíduos. Além disso, nenhum dos entrevistados relatou fazer o descarte do lixo eletrônico em locais responsáveis por sua destinação adequada.

Diante da realidade em que os alunos se encontram, percebe-se um elevado consumo de produtos eletrônicos, o que resulta em uma grande quantidade de materiais armazenados nas residências. Esse cenário reflete a diversidade de aparelhos eletrônicos presentes no contexto da pesquisa, destacando-se, principalmente, os celulares e seus acessórios como os itens mais frequentemente descartados como lixo eletrônico.

Como discutido anteriormente, o crescente aumento do lixo eletrônico resulta da incessante busca do ser humano por avanços tecnológicos, impulsionado pela lei da oferta e da procura, pela competitividade capitalista e pelo ritmo acelerado da inovação

tecnológica. Esse constante ciclo de atualização dos equipamentos eletrônicos resulta em uma produção alarmante de resíduos que se convertem em sucata a uma velocidade impressionante (Ferreira; Ferreira, 2008). Quanto à importância da coleta e do armazenamento adequado do lixo eletrônico, os resultados obtidos são apresentados na Figura 3.

Figura 3 – Resultado sobre a importância do armazenamento do lixo eletrônico, sobre o conhecimento de políticas de tratamento e sobre o descarte correto do mesmo no município.

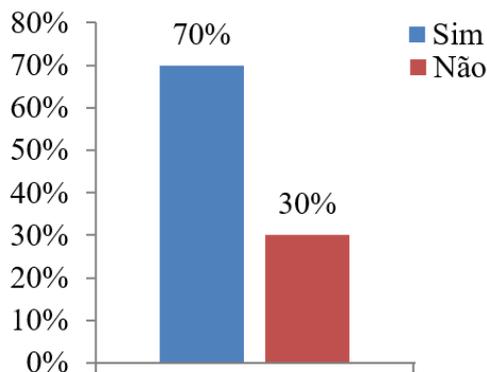


Fonte: Elaborado pelos autores. **Legenda:** 6ª Questão: Você sabia que deve haver uma coleta e um armazenamento adequado para todos os tipos de lixo eletrônicos? / 7ª Questão: Tem conhecimento sobre alguma medida ou política de tratamento do lixo eletrônico em sua cidade? / 8ª Questão: Em seu município há um armazenamento e um descarte correto do lixo eletrônico?

Percebe-se que entre os entrevistados, apenas 10% afirmam realizar o armazenamento adequado do lixo eletrônico, enquanto os outros 90% não o fazem devido à falta de meios para essa prática no dia a dia. De acordo com Nogueira (2010, p. 20), "Somado a esse fato, a falta de informação sobre a forma correta de desfazer-se de um eletrônico usado ou inutilizado acaba acarretando o descarte inadequado, que geralmente ocorre no lixo orgânico ou mesmo no reciclável".

Isso fica evidente quando se constata que 100% dos alunos entrevistados afirmam não ter conhecimento de qualquer medida, política ou ação relacionada ao tratamento, coleta ou armazenamento de lixo eletrônico no município. Além disso, não há registros de políticas públicas ou propostas de coleta, armazenamento ou tratamento do lixo eletrônico na escola. A Lei nº 12.305/10, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos desde 02 de agosto de 2010, formaliza a responsabilidade compartilhada entre o setor privado e o poder público em relação ao destino do lixo tecnológico (Brasil, 2010). Diante dessa falta de conhecimento e de ações concretas, é importante questionar se há consciência das pessoas sobre os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico e se existem danos decorrentes desse tipo de resíduo na cidade.

Figura 4 – Versa sobre a existência do trabalho com o tema do lixo eletrônico na escola.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto ao ensino sobre lixo eletrônico em sala de aula, constata-se, conforme evidenciado na Figura 4, que 70% dos entrevistados afirmam que há abordagem do tema em sala de aula. Essa abordagem ocorre por meio de exemplos, palestras e demonstração de aparelhos antigos que já foram utilizados por todos em suas residências e que foram substituídos ao longo do tempo por outros mais novos. Por outro lado, a parcela restante, que afirma não haver esse tipo de trabalho em sala de aula, justifica essa ausência pela falta de conhecimento ou de recordação de qualquer discussão sobre o assunto durante as aulas.

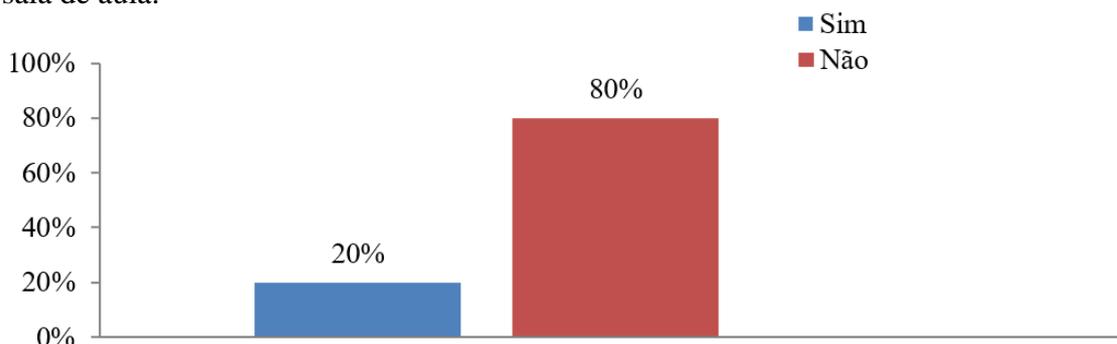
Diante destes resultados, fica evidente a importância de fortalecer e expandir as iniciativas de educação ambiental nas escolas, especialmente no que diz respeito à conscientização sobre o lixo eletrônico. Nesse contexto, estudo realizado por Trajber e Mendonça (2007) investigou 418 escolas em todo o Brasil e constatou que temas como água, lixo e reciclagem, poluição, saneamento básico, hortas e pomares são os mais abordados em relação à educação ambiental. No entanto, esses temas geralmente não são tratados com profundidade teórica ou contextualização histórica.

O estudo atual conduzido por Sanchez e Iared (2023) investigou a presença da educação ambiental nas escolas estaduais do Paraná, especificamente no Núcleo Regional de Toledo. Foi aplicada uma matriz de indicadores composta por quatro dimensões (Gestão Democrática e Participativa, Currículo, Espaço Físico e Comunidade) em 59 escolas, representando 64,13% das instituições cadastradas na região. Os resultados revelaram que as escolas relataram desenvolver ações relacionadas à educação ambiental,

no entanto, foram identificadas fragilidades nos recursos financeiros e humanos destinados a essa área, bem como na integração das escolas com as comunidades locais.

Atualmente, com os avanços tecnológicos e o aumento do consumo de dispositivos eletrônicos, torna-se essencial que os alunos compreendam os problemas ambientais associados ao descarte inadequado desses equipamentos. Introduzir abordagens mais dinâmicas e práticas, em sala de aula, além de integrar o tema de forma transversal em diferentes disciplinas, pode contribuir significativamente para uma maior sensibilização dos alunos e para o desenvolvimento de hábitos mais sustentáveis em relação ao consumo e ao descarte de produtos eletrônicos.

Figura 5 – Sobre a existência ou não de propostas ou políticas sobre o lixo eletrônico em sala de aula.

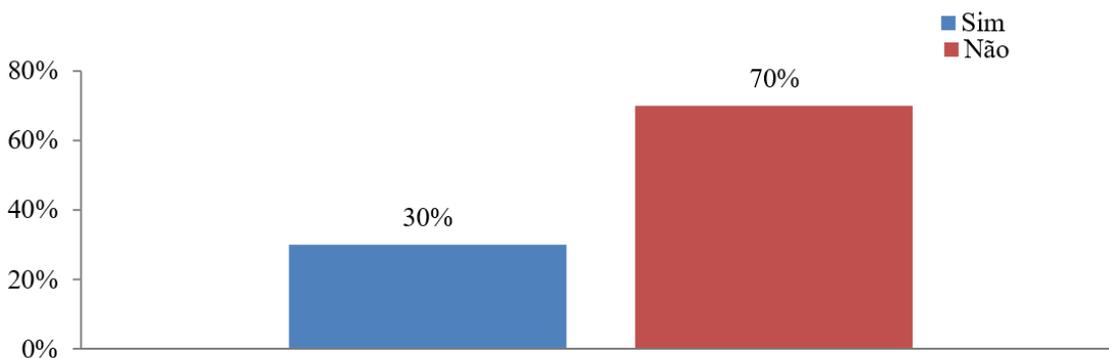


Fonte: Elaborado pelos autores.

No que se refere às políticas ou propostas de coleta, armazenamento ou tratamento do lixo eletrônico dentro do contexto escolar, observa-se que a maioria significativa, ou seja, 80% dos entrevistados, afirma desconhecer qualquer tipo de abordagem relacionada ao assunto ou de iniciativas expressivas nesse sentido. Segundo relatos, há apenas uma explicação teórica do tema, sem um aprofundamento prático. Por outro lado, os 20% restantes dos entrevistados afirmam saber da existência de alguma proposta nesse sentido, justificando suas respostas pelo fato de que há conceituações e outros trabalhos teóricos relacionados ao tema.

Na Figura 6, são apresentadas informações sobre o conhecimento dos alunos a respeito dos danos causados pelo lixo eletrônico em sua cidade. Dos dados obtidos, destaca-se que 70% dos alunos afirmam não ter conhecimento desses problemas. Os outros 30% relatam ter conhecimento sobre o processo de coleta e tratamento desse tipo de resíduo, porém não fazem menção aos danos ou impactos ambientais associados.

Figura 6 – Conhecimento de danos causados pelo lixo eletrônico.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesse contexto, é relevante mencionar as diretrizes da BNCC e da Lei 9.795/99, que enfatizam a importância da educação ambiental para o desenvolvimento de valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências que promovam a conservação do meio ambiente, a qualidade de vida e a sustentabilidade. Portanto, é essencial incluir a educação ambiental nas propostas de ensino, de forma que os conceitos de impactos ambientais estejam relacionados à história do uso da tecnologia, incluindo a digital, em diversas dimensões da vida humana.

4 CONCLUSÃO

Mediante o desenvolvimento da pesquisa foi possível alcançar os objetivos traçados, pois identificando-se os principais conhecimentos do alunado acerca dos danos causados pelo lixo eletrônico, é possível aprofundar-se em novas e importantes metodologias que ampliem o interesse dos alunos e façam com que eles reflitam sobre suas atitudes, tendo-se como base a conscientização da necessidade de cuidado com o meio ambiente. Espera-se que as propostas dentro do referido trabalho sejam capazes de despertar o interesse para novas pesquisas, que venham a tornar mais abrangentes bem mais trabalhadas, proporcionando assim maiores ações e atitudes de controle e cuidado com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. **O amor que acende a lua**. Campinas: Papirus Speculum, 1999. 214 p. Gaia, 1992. 224p.

BRASIL. **Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Diário oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2010.

BRASIL. **Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a Educação Ambiental, Institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras Providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em: 23 fev. 2024.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & natureza**, v. 20, p. 111-124, 2008.

CALVÃO, A. M.; ROSE, D. E.; RIBEIRO, D. S.; D' ALMEIDA, M. H. B.; ALMEIDA, R. L.; LIMA, R. L. **O Lixo Computacional na Sociedade Contemporânea**. In: I ENINED - Encontro Nacional de Informática e Educação, 2009, Cascavel. Anais do Encontro Nacional de Informática e Educação, v.1, p. 262-269, 2009.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. São Paulo: Gaia, 1992. 224p.

FERREIRA, J. M. B.; FERREIRA, A. C. A sociedade da informação e o desafio da sucata eletrônica. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, v. 3, n. 3, p. 157-170, 2008.

FRAGUAS, T. GONZALEZ, C. E. F. O lixo eletrônico no contexto da Educação Ambiental, seu histórico e suas consequências. **Revista Cocar**, v. 14, n. 30, p. 1-15, 2020.

GONZAGA, G. R.; MIRANDA, J. C. **Lixo: grave problema ambiental**. Educação Ambiental em Ação, v. 56, p. 1-8, 2016.

LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental e movimentos sociais na construção da cidadania ecológica e planetária. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Orgs.). **Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2002.

MAGERA, M. **Os caminhos do lixo**. São Paulo: Átomo, 2012.

MATOS, J. P. C.; ALENCAR, T. C.S.B.D. Gerenciamento de Resíduos Sólidos e a Aplicação da Logística Reversa no Segmento da Construção Civil. **Revista Multidisciplinar de Psicologia**, v.13, n. 43, 2019. p. 784-807.

MEDINA, M. N. **A formação dos professores em Educação Fundamental**. Panorama da educação ambiental no Ensino Fundamental. Brasília: MEC; Secretaria de Educação Fundamental, SEF, 2001.

MIGUEZ, E. C. **Logística Reversa como solução para o problema do lixo eletrônico: benefícios ambientais e financeiros**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

NOGUEIRA, P. S. **Logística reversa: A gestão do lixo eletrônico em São José dos Campos**. 2011.

RIBEIRO, D. V.; MORELLI, M. R. **Resíduos sólidos: problema ou oportunidade?** Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

SANCHEZ, A. C. E.; IARED, V. G. Environmental education in the public teaching network in western Paraná State. **Ambiente & Sociedade**, v. 26, p. e0037, 2023.

TRAJBER, R; MENDONÇA, P. R. (org). **O que fazem as escolas que dizem que fazem educação ambiental?** Brasília: Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade, 2007.

UNESCO. **Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014**: documento final do esquema internacional de implementação, Brasília, Brasil, 2005. 120 p

VIVIANI, M. R. In: PASOLD, Cesar Luiz (org.). **Primeiros Ensaio de Teoria do Estado e da Constituição**. Curitiba: Juruá, 2010, p. 80.

CAPÍTULO 5

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS DE LIMPEZA POR TRABALHADORES DOMÉSTICOS E DE ESTABELECIMENTOS EM SIMPLÍCIO MENDES - PI

Alice de Sousa Monteiro
Milton Batista da Silva
Inês Maria de Sousa Araújo
Francisca das Chagas Alves da Silva
Romézio Alves Carvalho da Silva
Juciely Carvalho Maia Mota
Leanne Silva de Sousa*

RESUMO

Compreende-se que uma das principais formas pelas quais a química se faz presente em nosso cotidiano é através dos produtos de limpeza, os quais requerem cuidados no manuseio e conhecimento sobre os malefícios causados pelo uso inadequado. O presente trabalho tem como objetivo analisar a utilização de produtos químicos de limpeza por trabalhadores domésticos em estabelecimentos no município de Simplício Mendes, no Piauí. A metodologia adotada consiste em um estudo exploratório, conduzido por meio de pesquisa de campo, que investigou o uso desses produtos por profissionais e trabalhadores domésticos. Utilizando um questionário, foram identificados os produtos mais comuns, as práticas de manuseio e a conscientização dos riscos. Após a análise das respostas, percebeu-se uma falta de conhecimento em relação ao assunto abordado. Nota-se que não é dada a importância necessária aos devidos cuidados. Dessa forma, pode-se afirmar que, apesar de o uso de produtos de limpeza ser muito comum em nosso cotidiano, a falta de informação sobre o manuseio adequado muitas vezes resulta em acidentes e até mesmo no aparecimento de doenças a longo prazo, além do risco de morte.

Palavras-chave: Produtos Químicos. Produtos de Limpeza. Higiene Ocupacional.

* Autor correspondente: leannesilva@ifpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

É importante destacar que buscar conhecimentos a respeito do que está ao nosso redor, no que compete à vivência do cotidiano em que a química está presente, é uma questão que deve ser compreendida com o intuito de se ter uma base e visão crítica sobre a importância de se estudar essa disciplina.

Em uma abordagem química sobre o tema é considerável ressaltar que alguns produtos de limpeza não devem ser misturados, pois as reações entre eles liberam gases que são prejudiciais à saúde. Diante disso, se se misturar água sanitária, sabão em pó e amoníaco causará um vapor tão tóxico que, em lugares fechados, pode levar até a óbito. Por isso é importante não misturar substâncias químicas sem conhecer os efeitos delas (Alves *et al.*, 2020).

Dessa forma, nessa pesquisa, buscou-se analisar os cuidados necessários que os entrevistados utilizam para os armazenamentos de produtos, como também procurar conhecer os produtos mais utilizados e a consciência das pessoas sobre os riscos para a saúde quanto ao manuseio de tais produtos.

Pesquisadores chegaram à conclusão de que o uso prolongado desses itens durante a faxina leva à inalação de substâncias químicas que acabam com o organismo. O uso prolongado desses produtos equivaleria ao consumo de 20 cigarros por dia, ao longo de 10 a 20 anos. Já foi constatada uma perda muito rápida da função pulmonar devido ao uso de certos produtos, por exemplo, que pode acarretar doenças relacionadas à exposição química, que vão desde problemas como irritação na pele e olhos, doenças respiratórias, até alguns tipos de câncer (Silva, 2019).

Nas prateleiras dos supermercados, existem diversos tipos de produtos químicos perigosos, que são facilmente encontrados nas residências ou ambientes de trabalho. Quando mal armazenados são alvos fáceis de crianças ou animais. Por esse motivo, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) indica vários procedimentos para o armazenamento adequado (Anvisa, 2021).

Quando se fala em produto químico, habitualmente a população relaciona a produtos feitos em laboratórios químicos específicos. Entretanto os produtos químicos são muito utilizados no dia a dia, principalmente nas atividades domésticas. Apesar de o uso de produtos de limpeza ser bastante presente no cotidiano, a falta de informação relativa ao uso adequado muitas vezes pode ocasionar acidentes e, inclusive, risco de morte. Um exemplo disso é quando é reutilizada a embalagem para armazenamento de outro produto de modo inconsciente (Lima *et al.*, 2020).

Desse modo, a busca pelo conforto e bem-estar também se faz presente no dia a dia das pessoas, fazendo com que o consumo de produtos químicos aumente consideravelmente, gerando assim, a necessidade de um conhecimento básico no manuseio e uso dessas substâncias. A escolha por esse tema se dá em função da importância de se valorizar os cuidados com o armazenamento e manuseio dos produtos químicos.

1.1 Histórico dos produtos de limpeza

O uso de produtos químicos data dos primórdios da civilização. A descoberta do fogo pode fornecer elementos básicos para o desenvolvimento cultural de nossos antepassados. A fabricação de algumas armas e objetos metálicos rudimentares, além de tintas utilizadas na expressão de objetos e animais nas cavernas, demonstram este fato (Leicester, 1971).

É importante destacar que a humanidade busca sempre melhoria em seu cotidiano, com isso, pode-se citar os antigos egípcios que já utilizavam a prática de limpeza com óleos vegetais e animais, mais por uma questão de estética e padrão à época. Foi somente no século XIV, com os avanços das epidemias, que teve início o uso de produtos de limpeza.

Após esta fase de utilização mais ou menos empírica de produtos químicos, com o início da I Revolução Industrial (por volta de 1800), houve a mecanização da produção devido ao grande avanço tecnológico decorrente da inserção de máquinas a vapor e de melhorias nos processos produtivos, barateando o preço dos produtos e estimulando o consumo. Esta fase foi fundamental para o surgimento da indústria química moderna (Pimentel *et al.*, 2006).

1.2 A Química dos produtos de limpeza e seu armazenamento

Produtos de limpeza, como detergentes, desinfetantes e sabão em pó, são amplamente usados em ambientes domésticos e comerciais. Apesar de sua diversidade, todos eles podem causar intoxicação. Portanto, é fundamental entender seus usos, riscos e medidas de prevenção para evitar acidentes. Os produtos químicos de limpeza são misturas químicas constituídas por diversos compostos, que juntos, reagem para proporcionar ações com diferentes finalidades como remover sujeira, desinfetar, desengordurar, entre outros. Dentre eles podemos citar sabões e detergentes, ácidos

suaves, solventes, ácidos fortes, leve alcalino e pesado alcalino (Nunes; Yamaguchi, 2022).

De acordo com a Ambientali (2018), no mercado, há diversos tipos de produtos para limpeza pesada ou suave. Entretanto, devido às suas capacidades de limpar profundamente, esses produtos contêm substâncias que podem não só ser prejudiciais à nossa saúde como também ao meio ambiente.

No ano de 2015, foram registrados no Brasil 9.952 casos de intoxicação envolvendo o uso de produtos de limpeza, ocupando a segunda colocação no ranking do Sistema de Informações Toxicológicas da Fiocruz (SINITOX), perdendo apenas para os medicamentos (SOUZA, 2018, p. 17).

Para uma boa gestão dos riscos químicos nos ambientes de trabalho, as informações corretas a respeito das substâncias químicas são de fundamental importância para que os perigos de um determinado produto sejam adequadamente dimensionados e gerenciados. Para que isso seja possível é pré-requisito que as inúmeras fontes de informações disponíveis e atualizadas sejam corretamente interpretadas (Buschinelli; Kato, 2011).

Ter conhecimento sobre o armazenamento correto dos produtos de limpeza é essencial, sobretudo, em casas onde vivem animais e crianças. Isso porque eles não veem o perigo e podem ser facilmente atraídos pela embalagem, da mesma forma pode acontecer em estabelecimentos onde tem um fluxo frequente de criança. Nesse contato, o animal ou a criança pode se intoxicar ou até mesmo ingerir acidentalmente o produto. Além disso, existem pessoas que sofrem reações alérgicas com determinados componentes químicos da fórmula, o contato com o calor, por exemplo, pode causar incêndios e explosões (Echeverria, 2015).

A evolução na produção e consumo de produtos químicos, aliada ao crescimento das atividades de armazenamento e de transporte e a periculosidade intrínseca relacionada a alguns desses produtos, trazem riscos para a saúde humana, para a segurança pública e para o meio ambiente, devido à probabilidade da ocorrência de acidentes, além dos impactos derivados do gerenciamento inadequado de alguns resíduos (Brasil, 2017).

Dessa forma, fez-se necessária a implementação de sistemas de gestão adequada para as substâncias químicas a fim de fornecer informações sobre as propriedades perigosas e medidas de controle de produtos químicos visando garantir sua produção, transporte, uso e descarte seguros. As informações sobre as propriedades perigosas de

uma determinada substância química, bem como as medidas de controle a serem adotadas, devem ser uniformizadas em nível global, para melhor gestão dos riscos químicos que o produto oferece (European Commission, 2019).

1.3 Procedimento de rotulagem apropriada e medidas de prevenção de acidentes

A rotulagem de produtos químicos é crucial para garantir a segurança do consumidor e do meio ambiente, seguindo diretrizes legais para fornecer informações essenciais sobre composição, uso, armazenamento e riscos associados ao produto. Cabe destacar que a produção industrial e o uso de produtos químicos dentro do contexto globalizado são de fundamental importância para o desenvolvimento econômico (Pan, 2012).

É notório que, de fato, esses produtos estão presentes em praticamente todos os bens de consumo e em todas as atividades econômicas (agricultura, setor alimentício, automotivo, eletroeletrônicos, de saúde e farmacêutico, dentre outras), oferecendo soluções e contribuindo para a melhoria dos processos e a qualidade dos produtos (Abiquim, 2018).

A norma NBR 14725, intitulada “Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente”, foi publicada em 2009 e visa implementar o GHS de informação de segurança de produtos químicos perigosos. Ela é dividida em quatro partes: 1) Terminologia; 2) Sistema de classificação de perigo; 3) Rotulagem; e 4) Ficha de Informações de segurança de produtos químicos (FIPSQ) (ABNT, 2017). Nesse estudo, foram consideradas as revisões mais recentes para cada parte da norma.

A norma NBR 14725-3 (ABNT, 2017) é considerada como referência obrigatória para rotulagem de produtos químicos perigosos, estabelecendo os critérios para a inclusão de informações de segurança nos rótulos, sem um formato fixo, embora determine quais são as informações obrigatórias que o rótulo deve conter. Esses critérios não se aplicam aos produtos químicos perigosos já fabricados e rotulados antes da entrada em vigor da mesma, sendo que seus rótulos são válidos até a data final do seu prazo de validade. A rotulagem para os produtos químicos não perigosos deve ser simplificada, possuindo as seguintes informações: identificação do produto, frase “Produto químico não classificado como perigoso de acordo com a NBR 14725-2”, recomendações de precaução quando tiver alguma exigência normativa ou quando forem pertinentes outras informações (Cordeiro, 2016).

2 METODOLOGIA

Este estudo exploratório, caracterizado com uma pesquisa de campo, empregou um questionário para investigar as percepções de profissionais e trabalhadores domésticos que utilizam produtos químicos de limpeza em sua rotina diária. O objetivo foi identificar os produtos de limpeza mais frequentemente utilizados, as práticas de manuseio e armazenamento, bem como o contato diário com esses produtos, entre outros aspectos relevantes. O público alvo desta pesquisa foi exclusivamente feminino. Essa escolha reflete uma tendência real de gênero na utilização e na conscientização sobre produtos de limpeza, o que justifica uma análise mais detalhada das percepções e práticas das mulheres nesse contexto.

Durante a pesquisa de campo, os dados foram coletados por meio da aplicação de um questionário composto por 12 perguntas, conforme apresentado na Tabela 1, englobando tanto questões abertas quanto fechadas. Essas indagações foram elaboradas com o intuito de compreender os cuidados necessários e a conscientização dos riscos associados ao uso desses produtos.

Tabela 1 - Lista de perguntas utilizadas no questionário aplicado.

Ordem	Questão	Opção de Resposta
1 ^a	Quais os tipos de produtos químicos de limpeza mais utilizados por você?	Livre*
2 ^a	Como você costuma armazenar os produtos químicos de limpeza em sua residência?	Livre*
3 ^a	Com que frequência você lê os rótulos dos produtos de limpeza que utiliza?	Múltipla escolha**
4 ^a	Quais alterações no estado de saúde você observa durante o uso de produtos químicos de limpeza?	Múltipla escolha**
5 ^a	Você tem algum cuidado ao utilizar produtos de limpeza?	Múltipla escolha**

Fonte: Elaborada pelos autores. **Legenda:** *Resposta livre: Sem limitação de opções pré-definidas ou formatos específicos; **Múltipla escolha: Os participantes podem escolher uma única opção entre um conjunto de opções.

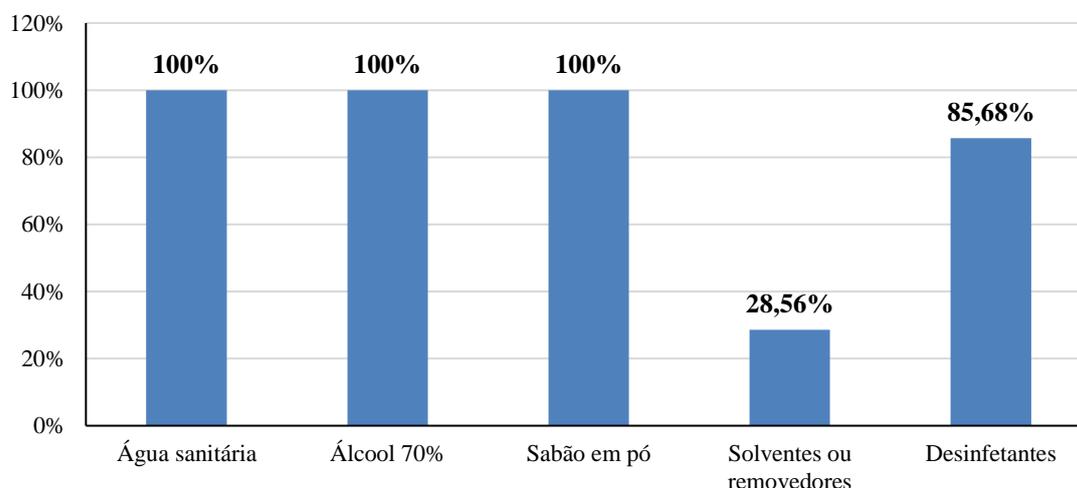
É válido ressaltar que antes de responderem ao questionário, todos concordaram formalmente com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Essa etapa foi fundamental para garantir o anonimato dos participantes e para obter informações valiosas de maneira ética e responsável para a pesquisa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de produtos químicos de limpeza é uma prática comum no cotidiano das pessoas, sendo essenciais para a higienização e manutenção da limpeza em residências e ambientes de trabalho (Teodoro, 2021). No entanto, é importante compreender quais são os tipos de produtos mais utilizados pela população, a fim de avaliar seu impacto na saúde e no meio ambiente, bem como identificar possíveis necessidades de conscientização e mudanças de hábitos. Nesse contexto, surge a seguinte pergunta: *Quais os tipos de produtos químicos de limpeza mais utilizados por você?*

As respostas obtidas estão representadas na Figura 1. Vale destacar que os entrevistados tiveram a possibilidade de apresentar mais de uma resposta, o que reflete a diversidade de produtos químicos de limpeza utilizados no cotidiano.

Figura 1 - Percentual de utilização de produtos químicos de limpeza pelos entrevistados.



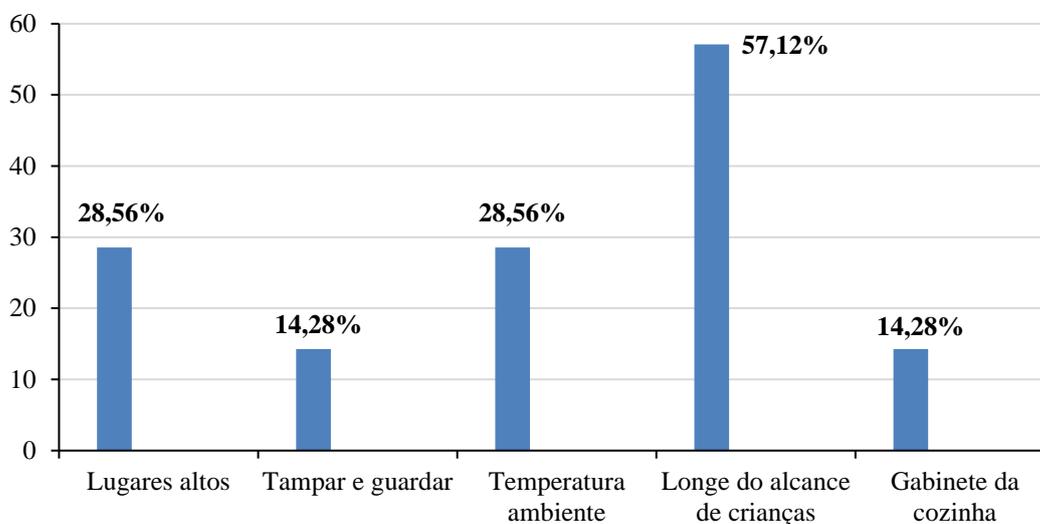
Fonte: Elaborada pelos autores

Todos os entrevistados destacaram o uso regular de produtos como água sanitária, álcool 70% e sabão em pó, enquanto os desinfetantes também foram mencionados com frequência. Por outro lado, solventes ou removedores foram citados por uma minoria dos participantes. Esses resultados indicam uma preferência geral por produtos de limpeza comumente encontrados nos lares. Embora esses produtos não sejam considerados altamente perigosos, seu uso prolongado e em concentrações elevadas, sem os devidos cuidados, pode acarretar danos à saúde ao longo do tempo, conforme descrito na literatura (Patriota; Santos, 2015).

O armazenamento adequado dos produtos químicos de limpeza exige uma série de cuidados para garantir a segurança dos moradores e evitar acidentes domésticos. Conhecer as práticas adotadas pelos entrevistados em relação ao armazenamento desses

produtos pode fornecer informações importantes sobre medidas preventivas e conscientização. Diante disso, questionou-se: *Como você costuma armazenar os produtos químicos de limpeza em sua residência?* (Figura 2).

Figura 2 - Forma de armazenamento dos produtos químicos domésticos relatados pelo percentual dos entrevistados.



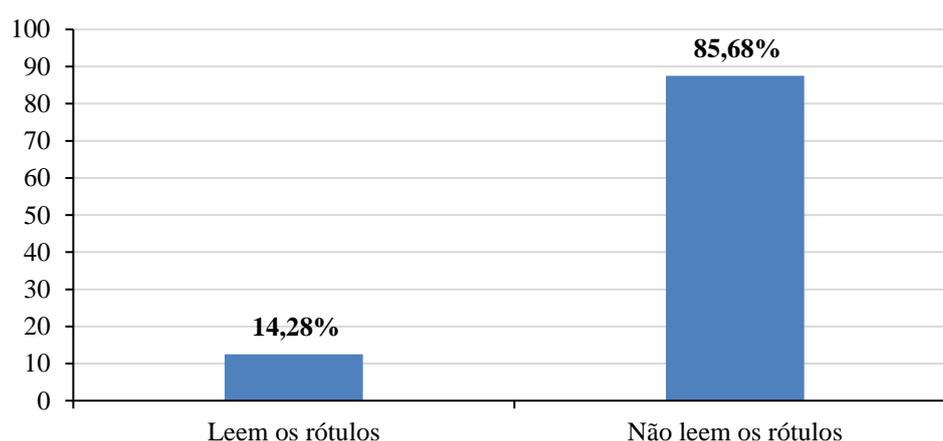
Fonte: Elaborada pelos autores

Com base na análise da Figura 2, é possível observar que uma parte dos entrevistados demonstra maior preocupação com o acesso dos produtos químicos por crianças, o que pode estar relacionado também ao hábito de armazená-los em locais altos. Entretanto, uma parcela pequena não demonstra preocupação com a forma ou local de armazenamento, enquanto outra parte armazena os produtos apenas em temperatura ambiente. Essa diversidade de práticas ressalta a importância de promover orientações adequadas sobre o armazenamento seguro de produtos químicos domésticos.

A diversidade de práticas observada no armazenamento de produtos químicos de limpeza entre os entrevistados ressalta a necessidade de promover orientações e conscientização sobre os cuidados necessários para garantir a segurança no manuseio desses produtos. O fato de uma parte dos entrevistados demonstrar preocupação com o acesso das substâncias por crianças sugere uma compreensão parcial dos riscos associados aos produtos químicos e uma tentativa de mitigar esses perigos. Portanto, estratégias educativas devem ser implementadas para promover práticas seguras de armazenamento, visando reduzir os riscos de acidentes e as contaminações (Nascimento, 2014).

A leitura dos rótulos dos produtos de limpeza é uma prática importante para garantir a segurança e eficácia do seu uso. No entanto, nem sempre essa prática é adotada de forma regular pelos consumidores. Compreender a frequência com que os entrevistados leem os rótulos dos produtos de limpeza podem fornecer informações importantes sobre o nível de conscientização e cuidado na utilização desses produtos. Nesse contexto, surgiu a seguinte pergunta: *Com que frequência você lê os rótulos dos produtos de limpeza que utiliza?* As respostas apresentadas pelos participantes da pesquisa são apresentadas na Figura 3.

Figura 3 - Frequência de leitura dos rótulos pelos entrevistados.



Fonte: Elaborada pelos autores.

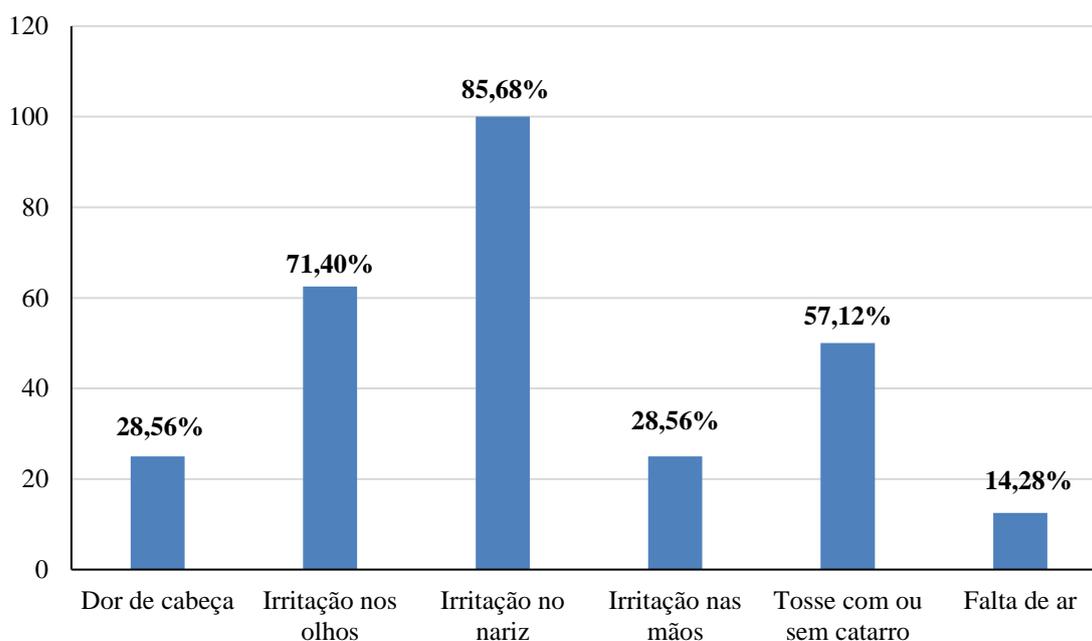
Os dados revelados na Figura 3 indicam que, embora todos os entrevistados sejam alfabetizados, apenas uma pequena parcela, equivalente a 14,28%, afirma ler os rótulos dos produtos com frequência. Isso evidencia uma falta de atenção quanto às informações disponíveis nas embalagens, o que pode acarretar em riscos à saúde e ao meio ambiente. É fundamental ressaltar a importância da leitura dos rótulos, especialmente para compreender as instruções de uso e as medidas de segurança recomendadas. Muitos desses produtos contêm substâncias perigosas, destacadas por alertas como "Mantenha fora do alcance de crianças", ressaltando a necessidade de precaução durante o manuseio.

Nesse contexto, uma série de pesquisas divulgadas pela Comissão Europeia, revelou uma preocupante falta de consciência entre mais da metade da população da União Europeia quanto aos riscos associados ao uso de produtos químicos do dia a dia. Os estudos destacaram que a maioria das pessoas não reconhece esses produtos como potencialmente perigosos e, além disso, raramente seguem as instruções de segurança

fornecidas nas embalagens (BBC, 2016). Esse cenário evidencia a necessidade urgente de melhorias na conscientização pública sobre o uso seguro de substâncias químicas domésticas.

A exposição a produtos químicos de limpeza pode acarretar uma série de impactos na saúde dos usuários, podendo se manifestar por meio de diversos sintomas. Diante dessa preocupação, foi abordado: *Quais alterações no estado de saúde você observa durante o uso de produtos químicos de limpeza?* As respostas apresentadas pelos participantes estão representadas na Figura 4.

Figura 4 - Sintomas observado pelos participantes durante o contato com produtos químicos.



Fonte: Elaborada pelos autores.

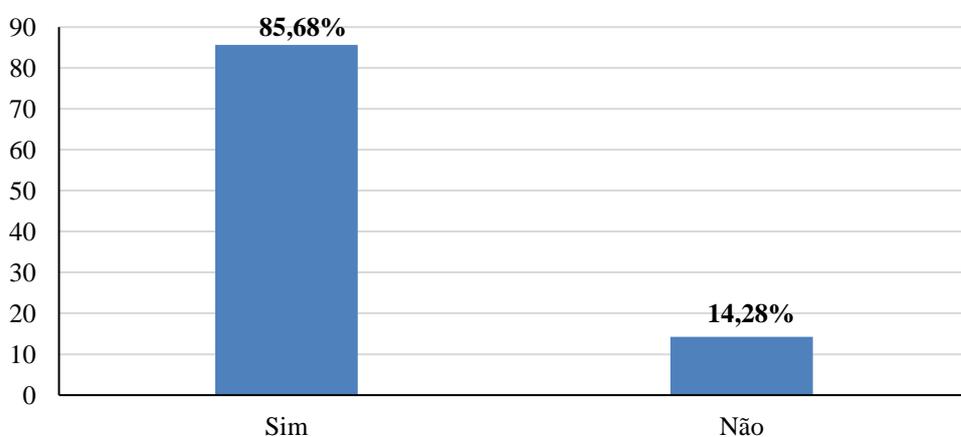
A maioria dos entrevistados (85,68%) relataram sentir irritação no nariz ao utilizar produtos de limpeza, seguido por mais da metade que mencionou irritação nos olhos, além de tosse, dores de cabeça, irritação nas mãos e falta de ar como sintomas frequentemente experimentados. Esses sintomas podem estar relacionados à falta de uso de equipamentos de proteção adequados, como máscaras e óculos de proteção, bem como à realização da atividade em ambientes fechados. É importante ressaltar que a irritação nos olhos e no nariz são os sintomas mais comuns durante a realização dessas atividades, destacando a necessidade de conscientização sobre a importância da proteção individual durante o manuseio de produtos químicos de limpeza (Padovani, 2009).

A manutenção da limpeza domiciliar é crucial para um ambiente saudável, contudo é importante reconhecer os possíveis riscos associados ao contato frequente e prolongado com os produtos de limpeza. Segundo a Secretaria de Saúde do Distrito Federal, o uso frequente de detergentes, sabão em pó, água sanitária, amaciantes de roupas e desinfetantes tem sido associado a alergias, especialmente em donas de casa. Essas reações alérgicas podem levar ao edema de glote, afetando as vias aéreas superiores e resultando em complicações graves, incluindo a morte. Assim, é essencial promover a conscientização sobre os riscos dos produtos de limpeza e incentivar práticas seguras de manuseio (Perru, 2014).

Ainda neste contexto, a ANVISA emitiu um alerta recente sobre os crescentes casos de intoxicação decorrentes da mistura inadequada de produtos de limpeza. Os registros apontam para o uso incorreto de produtos contendo quaternários de amônio, biguanida e hipoclorito a 1%, substâncias comumente encontradas em desinfetantes e sanitizantes. A combinação desses produtos pode gerar reações químicas perigosas, resultando em gases tóxicos e irritantes, capazes de causar danos à saúde dos usuários (Rocha, 2023).

Nesse contexto, é importante considerar os potenciais riscos à saúde associados a esses produtos e adotar medidas preventivas para reduzir possíveis danos. Diante disso, foi indagado: *Você tem algum cuidado ao utilizar produtos de limpeza?*

Figura 5 - Percentual de entrevistados que adotam ou não precauções adequadas ao utilizar produtos de limpeza.



Fonte: Elaborada pelos autores.

De acordo com a Figura 5, observa-se que a maioria dos entrevistados declara tomar precauções adequadas ao utilizar produtos de limpeza, no entanto, as respostas

subsequentes revelam uma realidade diferente. Em conversa informal, deste percentual de 14,28% dos entrevistados, todos admitem realizar misturas inadequadas com os produtos, embora estejam cientes dos riscos envolvidos. Além disso, todos os entrevistados relatam ter contato diário de até uma hora com esses produtos, mas não utilizam Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) durante as atividades. Segundo as diretrizes da Norma Regulamentadora 6 (NR 6) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), os EPIs são dispositivos destinados a proteger os trabalhadores contra riscos que podem comprometer sua segurança e saúde durante o trabalho (Brasil, 2022).

Por fim, segundo norma técnica da Anvisa (Nº 11/2020/SEI/GHBIO/GGMON/DIRE5/ANVISA) que alerta sobre o aumento da exposição tóxica por produtos de limpeza no Brasil, para garantir a segurança no manuseio de produtos de limpeza, é fundamental adotar uma série de precauções. Primeiramente, é crucial mantê-los fora do alcance de crianças e animais, pois sua atratividade pode resultar em acidentes graves, especialmente com crianças pequenas. Além disso, é importante armazená-los em recipientes originais e devidamente etiquetados, evitando confusões e riscos de contaminação. A supervisão constante das crianças em locais onde esses produtos são armazenados também é essencial para evitar incidentes (Anvisa, 2020).

Ainda segunda a norma, é recomendável não deixar detergentes e produtos de limpeza em áreas de fácil acesso, como debaixo da pia ou no chão do banheiro. Ler e seguir as instruções descritas nos rótulos dos produtos é uma prática fundamental para garantir um uso seguro e eficaz. Além disso, deve-se evitar a mistura de diferentes produtos químicos, pois isso pode resultar em reações perigosas. Ao manusear os produtos, é importante garantir uma ventilação adequada para evitar a inalação de vapores tóxicos. Por fim, é essencial descartar corretamente as embalagens vazias, preferencialmente em sistemas de coleta seletiva e manter à disposição o número de emergência do Centro de Intoxicações para casos de emergências toxicológicas. Essas medidas simples podem ajudar a prevenir acidentes e garantir um ambiente doméstico mais seguro (Anvisa, 2020).

4 CONCLUSÃO

Os dados obtidos revelaram que o descuido no manuseio e armazenamento de produtos químicos domésticos é em grande parte devido à falta de interesse em buscar informações adicionais, uma vez que muitos não leem os rótulos das embalagens. Isso

pode acarretar sérios riscos à saúde. Portanto, este estudo é crucial para conscientizar tanto os indivíduos em ambiente doméstico quanto de trabalho. Recomenda-se ações como maior fiscalização ambiental, educação ambiental para todas as faixas etárias e sistemas de informação comunitária. A pesquisa alcançou seus objetivos, ampliando o entendimento sobre o uso de produtos químicos de limpeza em Simplício Mendes, Piauí. Espera-se que os resultados incentivem novos estudos e promovam a conscientização sobre a necessidade de precaução no manuseio desses produtos.

REFERÊNCIAS

ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química. **Um outro futuro é possível. São Paulo: Perspectiva para o setor químico no Brasil**, 2018. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/energy-and-resources/articles/abiquim-setor-quimico.html>>. Acesso em: 8 de fev. 2024.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14725: Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Partes 3: Rotulagem**. Rio de Janeiro, 2017.

ALVES, I. F. R. D; COSTA, I. O.; OLIVEIRA, C. F.; COSTA, B. S. L.; ESCOREL, L. M.; LEITE, D. N. T.; AGUIAR, M. S. B. **Química dos Saneantes como Medida de Prevenção à COVID-19. Revista da Semana Acadêmica do Curso de Medicina da UFFS, Chapecó**, v. 4, 2021.

AMBIENTALI, T. L. Ecodebate. **Infográfico – Tragédia de Mariana: entenda os impactos ambientais causados pelo desastre**, 2018. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2018/02/05/infografico-tragedia-de-mariana-entenda-os-impactos-ambientais-causados-pelo-desastre/>>. Acesso em: 08 de jan. 2024.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diretoria Colegiada. Resolução da Diretoria Colegiada RDC n. 560, de 30 de agosto de 2021**. Dispõe sobre a organização das ações de vigilância sanitária, exercidas pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios, relativas à Autorização de Funcionamento, Licenciamento, Registro, Certificação de Boas Práticas, Fiscalização, Inspeção e Normatização, no âmbito do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária – SNVS. Brasília, DF: ANVISA, 2021. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6320178/RDC_560_2021_.pdf/478d123e-0fd3-4a4a-933d-b09572eceb57. Acesso em: 29 fev. 2024.

ANVISA. Nota Técnica N° 11/2020/SEI/GHBIO/GGMON/DIRE5/ANVISA. **Processo n° 25351.916623/2020-07**. Nota Técnica: Exposição Ocupacional a Produtos Saneantes no Contexto da Pandemia de COVID-19. 2020.

BBC. **Mais da metade dos europeus não lê rótulos de produtos químicos**, 2016. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-36720534>>. Acesso em: 25 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Acidentes com produtos químicos perigosos**. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. **NR 6 – Equipamento de Proteção Individual – EPI**, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-06-atualizada-2022-1.pdf>> Acesso em: 01 de mar. 2024.

BUSCHINELLI, J. T. P.; KATO, M. **Manual para interpretação de informações sobre substâncias químicas**. São Paulo: Fundacentro, 2011.

CORDEIRO, T. **Adequação a NR26 - Sistema Globalmente Harmonizado para classificação e rotulagem de produtos químicos**. 2016. 43 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.

ECHEVERRIA, A. D.; BREMM, T.; TADIELO, L. E.; ALTERMANN, O. D. C.; CASTAGNARA, D. D. Conservação dos resíduos da poda de oliveiras na forma de silagem. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 2, n. 4, p. 7–13, 2015.

EUROPEAN COMMISSION. Joint Research Centre. Institute for Health and Consumer Protection. Esis: **European chemical Substances Information System**. [S.l.: ca. 2008]. Disponível em: <<http://esis.jrc.ec.europa.eu/>>. Acesso em: 10 abril 2022.

LEICESTER, H. M. **The Historical Background of Chemistry**, Dover Publications Inc.: Nova Iorque, 1971.

LIMA, M. L. S. O.; ALMEIDA, R. K. S.; FONSECA, F. S. A.; GONÇALVES, C. C. S. **A Química dos Saneantes em tempos de COVID-19: Você sabe como isso funciona?** Química Nova, v. 43, n. 5, p. 668-678. 2020.

NASCIMENTO, S. D. **Produtos químicos domésticos: ações contextualizadas em educação ambiental**. 2014. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

Nunes, F. S.; Yamaguchi, K. K. L. Química dos produtos de limpeza: limpar a casa ou preservar o meio ambiente? **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 6, e1856, 2022.

PADOVANI, A. **SST em serviços terceirizados de limpeza e conservação**, 2009. Disponível em, <<https://www.areaseg.com/pdf/sstemservicosterceirizados.pdf>> Acesso em: 19 de jun. 2021.

PAN, C. A. Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos- GHS: Uma Ferramenta na Gestão da Segurança Química. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, v. 7, n. 7, p. 21-33, 2012.

PATRIOTA, M. M. S.; SANTOS, M. B. G. **Produtos químicos e os efeitos na saúde do trabalhador: um estudo de caso em serviços de limpeza e conservação**. In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, CE, Brasil.

PERRU, S. **Secretaria de Saúde do Distrito Federal. Produtos de limpeza podem representar risco para a saúde**, 2014. Disponível em: <https://www.saude.df.gov.br/web/guest/w/produtos-de-limpeza-podem-representar-risco-para-a-saude>. Acesso em: 07 de mar. 2024.

PIMENTEL, L. C. F.; Chaves, C. R.; Freire, L. A. A.; Afonso, J. C. O inacreditável emprego de produtos químicos perigosos no passado. **Química Nova**, v. 29, n. 5, p. 1138–1149, 2006.

ROCHA, L. CNN Brasil. **Anvisa alerta sobre intoxicações por mistura de produtos de limpeza**, 2023. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/anvisa-alerta-sobre-intoxicacoes-por-mistura-de-produtos-de-limpeza/>. Acesso em: 25 de fev. 2024.

SILVA, W. F. B. **Produtos de limpezas saneantes domissanitários no ensino de química: uma abordagem contextualizada para aprendizagem de substâncias e reações químicas**. 2020. 62f. Dissertação (Graduação) – Curso de Licenciatura em Química, UFPB, Areia, 2020.

SOUZA, L. M. **Uso seguro e adequado de produtos de limpeza: condições de produção e acompanhamento do desenvolvimento de uma sequência didática em sala de aula da EJA**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. 134 p.

TEODORO. **A importância do controle de estoque dos EPI's**. Maringá-PR: On Safety, 2021. Disponível em: <https://onsafety.com.br/a-importancia-do-controle-de-estoque-dos-epis-na-sst/>

CAPÍTULO 6

AULAS EXPERIMENTAIS NO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA UFPI/EAD: UMA PERSPECTIVA DISCENTE

Nickolly Ellen de Amorim Santos
Hellen Isnádia Teixeira Nolêto
Daniella dos Santos Silva
Milton Batista da Silva
Adriano Gomes de Castro
Jurandy do Nascimento Silva*

RESUMO

A química é uma ciência de caráter conceitual e experimental. Dentro da academia tem sua condução na maioria das vezes pautada pela abordagem tradicional em que o ensino teórico se sobressai ao experimental. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi o de propiciar a reflexão da influência das aulas experimentais no curso de Licenciatura em Química CEAD/UFPI, para um bom entendimento dos conhecimentos teóricos trabalhados na graduação. A coleta de dados ocorreu através de um questionário *on-line* por meio do *Google Forms*[®], aplicado aos alunos regularmente matriculados no curso de graduação em Licenciatura em Química CEAD/UFPI em julho de 2021, o tratamento dos dados ocorreu na forma quantitativa com elaboração de gráficos seguidos da discussão dos mesmos. Todos os alunos que participaram da pesquisa (100%) tiveram aulas práticas de química durante a graduação. Todos os polos têm laboratórios de química e foi informado que as aulas experimentais ajudaram a entender um assunto ministrado de forma teórica, porém 82,4% desses alunos acham a quantidade de aula insuficiente e somente 14,7 % acham o quantitativo de aula suficiente, 73,5% consideraram aulas experimentais relevantes para a vida profissional e 14,7% informaram que se sentem totalmente seguros para conduzir aulas práticas. Os materiais alternativos foram apontados como substituintes satisfatórios para vidrarias e reagentes com aproveitamento similar. Constatou-se a grande importância a realização de aulas experimentais para os alunos do curso de Licenciatura em Química CEAD/UFPI, possibilitando uma melhor compreensão daquilo que é estudado.

Palavras-chave: Licenciatura. Química. Aulas Experimentais. Formação. Alunos.

* Autor correspondente: jurandy@ufpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Para a maioria dos alunos, a disciplina de Química desperta pouco interesse ou baixa motivação em estudá-la. Em uma sala de aula de Ensino Médio, poucos alunos escolhem esta disciplina como sua preferida ou mesmo desejam prosseguir seu estudo em um nível superior. A baixa motivação muitas vezes se deve pela dificuldade em aprender os conteúdos que são muito subjetivos e teóricos, à falta de correlação desses conteúdos com a prática e à falta de aplicação no cotidiano acabam impossibilitando que os alunos vejam que o ensino e aprendizagem da Química possa ser algo prazeroso e dinâmico.

A Química é caracterizada como uma ciência de cunho experimental e de grande importância para as demais ciências, visto que está presente em tudo que nos rodeia. Tem por objetivo o estudo da matéria desde sua composição, estrutura e propriedades, além de suas transformações (Lunkes *et al.*, 2021). A compreensão dessa disciplina pode ser sentida pelos alunos como enfadonho, difícil e até sem sentido se ministrada sem a utilização de estratégias de ensino, como recursos computacionais, experimentação laboratorial, construção de modelos estruturais de moléculas, dentre outros (Batalini; Silva, 2020).

Ao iniciar um curso de Licenciatura em Química na modalidade a distância, EaD, o aluno continua com essa dificuldade em desenvolver essa relação de teórica e prática, o acadêmico precisa se reinventar para melhorar sua aprendizagem. Na modalidade presencial os alunos convivem diariamente com seus professores, as aulas teóricas e práticas são mais abundantes na carga horária e na maioria das vezes possuem uma estrutura mais completa para realização de experimentos químicos. No ensino a distância os encontros são pontuais, os alunos se utilizam desses momentos para tirar dúvidas que surgem no seu estudo e muitas vezes o tempo não é suficiente para dirimi-las. A frequência com que esses encontros ocorrem é determinada pela natureza da área do curso oferecido e pela metodologia de ensino utilizada (Motta; Gaviolon, 2010).

No que se refere a aulas práticas, encontram-se mais barreiras a serem superadas, por exemplo, a dificuldade de uma estrutura adequada, escassez de materiais como vidrarias, reagentes, equipamentos e falta de pessoal capacitado para manipular alguns dos instrumentos que o laboratório de cada polo possui. A relevância deste trabalho baseia-se na constatação da importância das aulas práticas para os alunos do curso de graduação em Licenciatura em Química CEAD/UFPI, ao analisar a visão dos discentes sobre a periodicidade no desenvolvimento de aulas e sua influência na melhoria do entendimento e aprendizado de algumas disciplinas.

Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivo refletir sobre a influência das aulas experimentais no curso de Licenciatura em Química CEAD/UFPI, para um bom entendimento e aprendizado de algumas disciplinas e/ou assuntos trabalhados durante a formação na graduação.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de um estudo com caráter quali-quantitativo por meio da aplicação de um questionário que buscou informações sobre a visão dos alunos diante da importância de aulas experimentais no curso de Licenciatura em Química. Ressalta-se ainda que as informações quantitativas foram tratadas por meio de símbolos numéricos e os dados qualitativos mediante a observação, interação participativa e a interpretação do discurso (Knechtel, 2014).

A pesquisa foi desenvolvida entre os dias 12 a 19 de julho de 2021 com 34 alunos do curso de Licenciatura em Química do Centro de Educação Aberta e a Distância (CEAD) da Universidade Federal do Piauí. O questionário, contendo 11 perguntas com respostas dos tipos múltipla escolha e escala linear, foi desenvolvido e aplicado de forma *on-line* através do Google Formulários[®] com o link disponibilizado em grupos no aplicativo WhatsApp[®] ou mesmo enviado de forma direta aos acadêmicos. É válido ressaltar que foi solicitado aos participantes que assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) com o objetivo e a justificativa da pesquisa, bem como as garantias do anonimato dos participantes e da consolidação dos resultados. As perguntas abordadas neste questionário são apresentadas na Tabela 1.

O levantamento teórico acerca do tema se deu por meio da pesquisa de artigos encontrados no site Google acadêmico que informavam como a inserção de aulas práticas, ou seja, experimentais, podem auxiliar no processo de ensino e aprendizagem na área da licenciatura. A análise dos dados foi obtida através de estimativas percentuais das respostas dos alunos em que os mesmos expressaram as suas experiências, tanto positiva, quanto negativa, em relação à quantidade e qualidade de aulas experimentais durante o curso de formação. Conforme ensina Gómez (2000), “a metodologia da pesquisa designa, de maneira ampla, o início e orientação de um movimento de pensamento cujo esforço e intenção direciona-se à produção de um novo conhecimento”.

Tendo em vista a relevância do tema, desenvolveu-se um trabalho articulado e sensível que demonstrou a realidade vivida pelos acadêmicos no curso de Licenciatura em Química CEAD/UFPI quanto à importância de aulas práticas experimentais.

Tabela 1 - Lista de perguntas utilizadas no questionário aplicado.

Ordem	Pergunta	Opção de resposta
01	Você como aluno(a) considera importante as aulas práticas durante o curso de Licenciatura em Química?	Múltipla escolha*
02	Durante o curso de licenciatura você teve aulas práticas/experimentais?	Múltipla escolha
03	Você considera suficiente a quantidade de aulas práticas/experimentais (grade curricular do curso) para compreender a relação teoria e prática?	Múltipla escolha
04	Durante o curso, você já teve a oportunidade de participar de uma aula prática que facilitou a compreensão do conteúdo estudado?	Múltipla escolha
05	Na sua visão como aluno, qual a importância das aulas práticas na futura vida profissional do graduando em química?	Escala linear**
06	O Polo onde você estuda possui laboratório de química?	Caixa de seleção
07	O laboratório possuía equipamentos e vidrarias em bom estado de funcionamento e conservação?	Múltipla escolha
08	Você aprendeu a manipular equipamentos e/ou vidrarias disponíveis no laboratório do seu Polo durante o curso?	Múltipla escolha
09	Como futuro professor você se sente habilitado para desenvolver o ensino prático durante as aulas de Química?	Escala linear
10	Você considera que aulas práticas de Química podem ser desenvolvidas com o uso de materiais alternativos (baratos e acessíveis)?	Múltipla escolha
11	Você considera que essas aulas com materiais alternativos podem ter o mesmo aproveitamento de uma aula com reagentes, vidrarias e equipamentos ditos padrão?	Escala linear

Fonte: Elaborado pelo autor. **Legenda:** *Múltipla escolha: Os participantes podem escolher uma única opção entre um conjunto de opções; **Escala linear: Os participantes podem classificar sua resposta em uma escala de 0 a 10.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

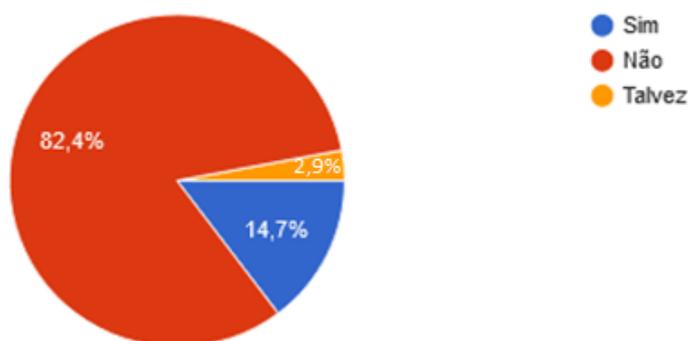
Quando um graduando de Licenciatura em Química revela a identidade do seu curso, na maioria das vezes gera um desconforto no ouvinte. As pessoas costumam a entender porque alguém escolheria um curso tão difícil para estudar. Essa estranheza deve-se ao fato de a Química ser considerada uma matéria subjetiva, de difícil compreensão e aplicação prática. Porém esse preconceito que existe na mente de muitos, deve-se à falta de relação teoria-prática. Assim, de acordo com a análise das respostas do questionário aplicado com os discentes do curso de Química CEAD/UFPI foram observados pontos interessantes que são discutidos a seguir. Conforme ensina Manzato e Santos (2012), em uma pesquisa “deve-se considerar que não basta apenas coletar respostas sobre questões de interesse, mas sim saber como analisá-las estatisticamente para validação dos resultados”.

A primeira questão proposta foi: “Você como aluno(a) considera importante as aulas práticas durante o curso de Licenciatura em Química?” As repostas indicaram que todos os alunos entrevistados consideram importante a existência de aulas práticas durante o curso de Química, logo no início é perceptível a relevância de uma aula experimental no corpo discente. As práticas pedagógicas como as atividades experimentais são fundamentais no ensino de química, pois são uma forma eficiente na disseminação dos conteúdos e apoio na construção do conhecimento, motivando o aluno ao desejo pelo saber, evitando a rotina de um ensino tecnicista (Santos; Nagashima, 2017).

Pode-se analisar sobre a oportunidade que os alunos de Química CEAD/UFPI de participarem de aulas experimentais com a seguinte pergunta: “Durante o curso de licenciatura você teve aulas práticas/experimentais?”. Todos os participantes foram unânimes indicando que “sim”, que tiveram acesso às aulas experimentais, o que demonstra que mesmo enfrentando dificuldades, a coordenação e os professores eram cientes de tal importância e promoviam essa experiência para os discentes.

A terceira indagação abordava o seguinte: “Você considera suficiente a quantidade de aulas práticas/experimentais (grade curricular do curso) para compreender a relação teoria e prática?”. Conforme a Figura 1 percebe-se que 82,4% dos alunos consideram a quantidade de aulas experimentais insuficientes para uma melhor compreensão do conteúdo. Se houvesse um número maior de aulas facilitaria a compreensão de alguns conteúdos que são mais complexos. Apenas 14,7% dos entrevistados acreditam que o número de aulas é suficiente e 2,9% dos participantes responderam que talvez seja suficiente.

Figura 1 – Você considera suficiente a quantidade de aulas práticas/experimentais (grade curricular do curso) para compreender a relação entre teoria e prática?



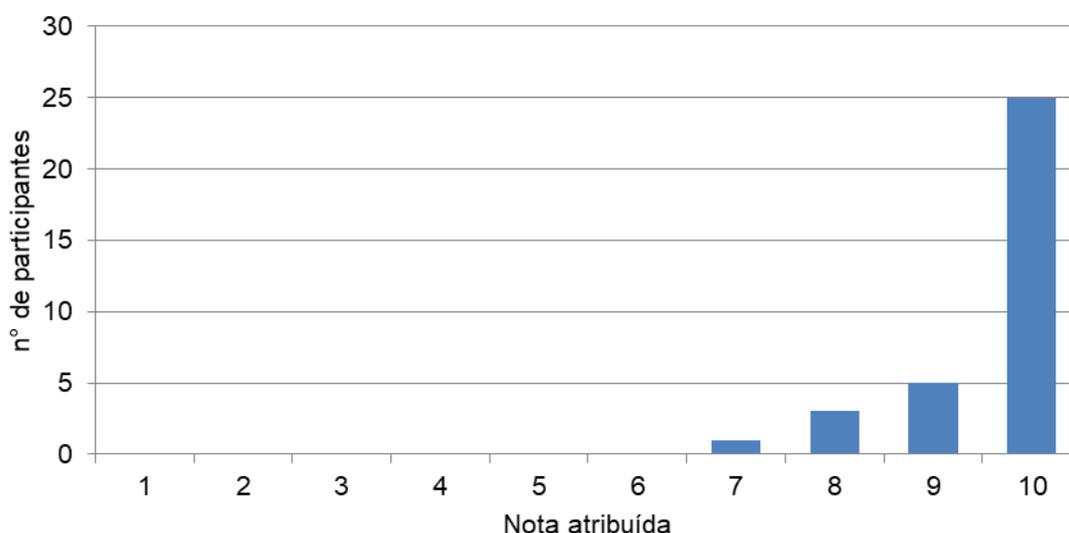
Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar de a experimentação ser uma, entre muitas, alternativa possível para que ocorra uma aprendizagem significativa, é dada pouca atenção à potencialidade desta como veículo de aprimoramento conceitual, admitindo-se, de forma implícita, que a firmeza conceitual pode ser alcançada através da aplicação coerente a fórmulas, ou até mesmo, pela simples memorização (Campos *et al.*, 2019).

O quarto questionamento consistia na seguinte pergunta: “Durante o curso, você já teve a oportunidade de participar de uma aula prática que facilitou a compreensão do conteúdo estudado?”. Todos os participantes já vivenciaram de uma aula experimental que ajudou no entendimento do conteúdo. Houve situações em que os alunos estavam com dificuldade na compreensão de algum conteúdo e ao ver um experimento de perto facilitou a aprendizagem.

As atividades práticas permitem aprendizagens que a aula teórica, apenas, não proporciona, sendo compromisso do professor e também da escola, dar esta oportunidade para a formação do aluno (Santos; Nagashima, 2017). Na pergunta seguinte os alunos responderam sobre: “Na sua visão como aluno, qual a importância das aulas práticas na futura vida profissional do graduando em Química?”. Como pode ser visto na Figura 2, em uma escala de 0 a 10, onde 0 seria nada importante e 10 importante, observou-se que 73,5% dos entrevistados consideram muito importante as aulas experimentais para a futura vida profissional.

Figura 2 - Na sua visão como aluno, qual a importância das aulas práticas na futura vida profissional do graduando em Química?



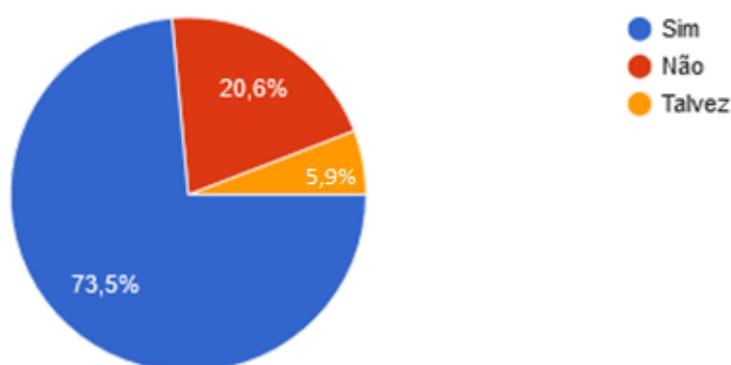
Fonte: Elaborado pelo autor.

No âmbito da licenciatura, a prática da experimentação se configura ainda mais importante, pois auxilia o futuro docente a compreensão mais completa do assunto, ou seja, tanto na teoria, como na prática. Longe de ser uma experiência que deva ser utilizada apenas no curso de licenciatura, a experimentação deve ser expandida também para o ensino regular, uma vez que é papel do professor buscar metodologias que auxiliem no processo de ensino e aprendizagem.

Os alunos foram indagados a respeito da seguinte informação: “O Polo onde você estuda possui laboratório de Química?”. A resposta dada por todos os discentes indicou que os mesmos pertenciam a polos com a estrutura de laboratórios de Química. Ainda sobre os laboratórios de Química, a questão de número sete questionava o seguinte: “O laboratório possui equipamentos e vidrarias em bom estado de funcionamento e conservação?”.

Ao analisar a Figura 3 percebe-se que a maioria dos alunos responderam de forma positiva em relação ao funcionamento e conservação dos instrumentos do laboratório. O que permite conjecturar que os polos de ensino a distância da CEAD/UFPI possuem além de um local reservado para as aulas experimentais também equipamentos que favorecem as mesmas.

Figura 3 - O laboratório possuía equipamentos e vidrarias em bom estado de funcionamento e conservação?



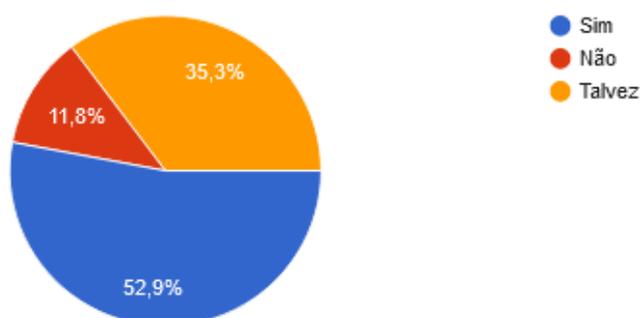
Fonte: Elaborado pelo autor.

A questão de número oito procura saber dos alunos: “Você aprendeu a manipular equipamentos e/ou vidrarias disponíveis no laboratório do Polo durante o curso?” Esse questionamento é muito importante pois, na maioria das vezes, somente na graduação que o aluno tem o primeiro contato com os instrumentos utilizados na Química experimental, é fundamental que desenvolva uma familiaridade com os mesmos para que no futuro esse

conhecimento possa ser compartilhado com seus alunos desde os primeiros anos do ensino da matéria.

Na Figura 4 nota-se que a maioria (52,9%) acredita ter sim aprendido a manipular tais equipamentos, porém uma porcentagem considerável (35,3%) tem dúvidas à respeito da sua aprendizagem. Isso faz pensar que provavelmente se o número de aulas fosse maior, o número de alunos seguros de suas habilidades seria bem maior.

Figura 4 - Você aprendeu a manipular equipamentos e/ou vidrarias disponíveis no laboratório do Polo durante o curso?

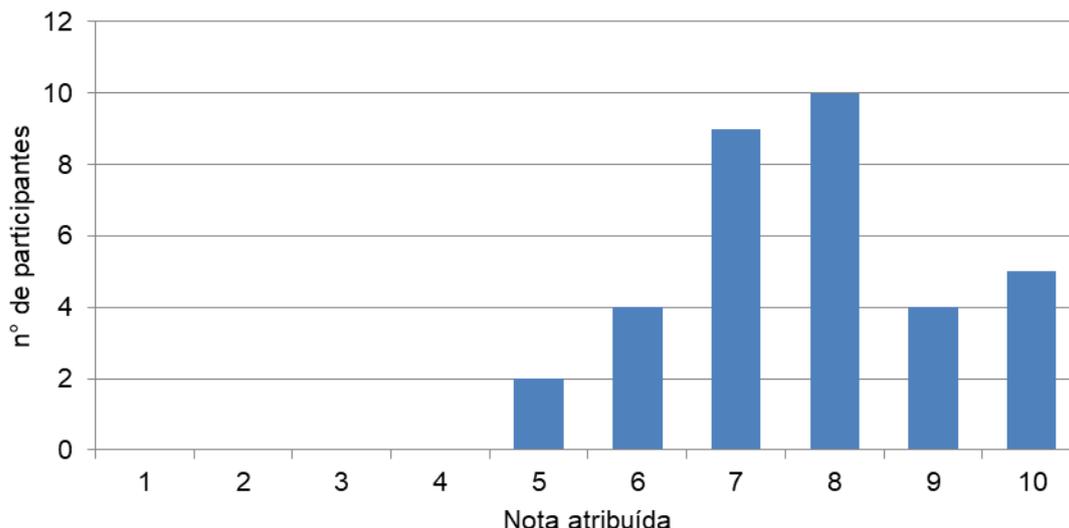


Fonte: Elaborado pelo autor.

O trabalho experimental se torna importante por diferentes aspectos - traz significado às teorias que foram estudadas, tornando-as claras, não porque precisam ser comprovadas, mas para serem estudadas, compreendidas, discutidas e, porque não, modificadas (Braga *et al.*, 2021). Foi ainda proposto o seguinte questionamento: “Como futuro professor você se sente habilitado para desenvolver o ensino prático durante as aulas de Química?”. De acordo com a Figura 5, em uma escala de 0 a 10, onde 0 seria incapacitado e 10 preparado, os alunos se dividiram entre as posições 5 a 10.

As faixas mais escolhidas foram 7 e 8, que pode ser interpretado como uma indicação de que os alunos possuem uma certa preparação para desenvolverem as aulas práticas quando estiverem na condição de professores, porém ainda permanece um certo receio ou insegurança. A realização de experimentos, em Ciências, representa uma excelente ferramenta para que o aluno faça a experimentação do conteúdo e possa estabelecer a dinâmica e indissociável relação entre teoria e prática (Braga *et al.*, 2021)

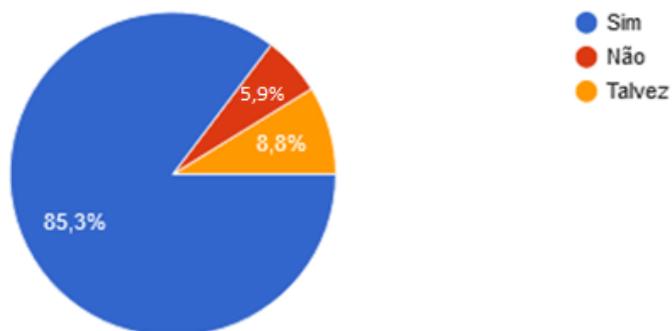
Figura 5 - Como futuro professor você se sente habilitado para desenvolver o ensino prático durante as aulas de Química?



Fonte: Elaborado pelo autor.

A décima pergunta aos entrevistados foi: “Você considera que as aulas práticas de Química podem ser desenvolvidas com o uso de materiais alternativos (baratos e acessíveis)?”, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Você considera que as aulas práticas de Química podem ser desenvolvidas com o uso de materiais alternativos (baratos e acessíveis)?



Fonte: Elaborado pelo autor.

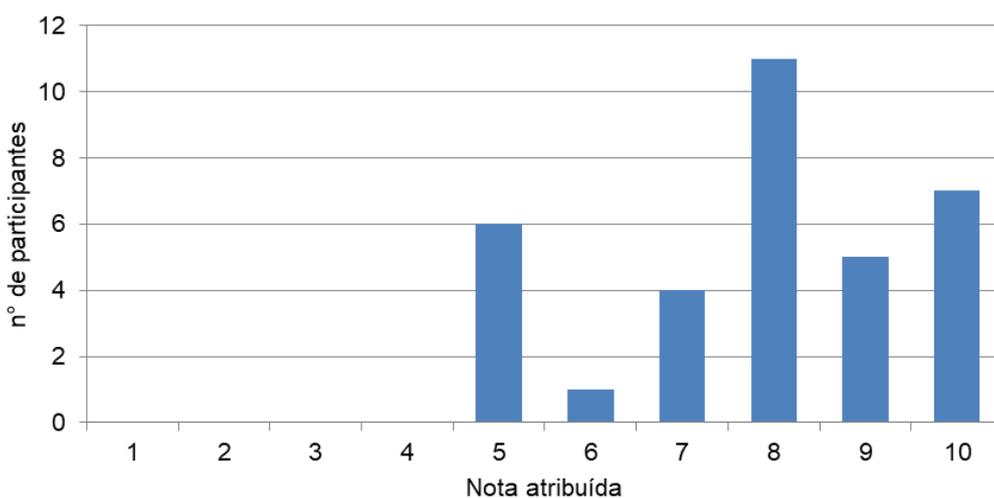
Observou-se que a grande maioria (85,3%) dos alunos entrevistados consideram que materiais alternativos como garrafas plásticas, bexigas e até mesmo vegetais como repolho podem ser utilizados no desenvolvimento de aulas práticas. Para Lima e Alves (2016), o professor pode preparar experiências de Química utilizando recursos simples e alternativos, mesmo sem a disponibilidade de um laboratório. Muitos experimentos

podem ser desenvolvidos em sala de aula e se forem bem produzidos despertarão a atenção no estudante.

Essa alternativa do uso de materiais baratos e do cotidiano abre uma gama de oportunidades para o ensino de Química. Mais alunos poderiam ter acesso a experimentos que auxiliariam na compreensão da matéria e o fato de poder ser desenvolvido até mesmo dentro da sala de aula permitiria ao professor um aproveitamento maior sem desperdício de tempo. O aluno deixa de ser um mero espectador, tornando-se um sujeito partícipe no processo de ensino e aprendizagem, e com isso, assimilando de forma mais eficaz, rápida e simples o conteúdo ministrado. A aula torna-se então interativa e atrativa aos olhos do aluno que, por meio da experimentação, consegue compreender melhor o assunto.

Para finalizar o questionário foi proposta ainda a seguinte indagação: “Você considera que essas aulas com materiais alternativos podem ter o mesmo aproveitamento de uma aula com reagente, vidrarias e equipamentos ditos padrão?”. Os resultados obtidos encontram-se na Figura 7.

Figura 7 - Você considera que essas aulas com materiais alternativos podem ter o mesmo aproveitamento de uma aula com reagente, vidrarias e equipamentos ditos padrão?



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os resultados observados, a maioria das respostas dos entrevistados concentram-se entre os números 8 e 10, logo convém crer que estes sentem que o uso de aulas práticas alternativas são uma boa opção e que seu aproveitamento é comparado ao ensino mais tradicional desenvolvido em laboratórios. É muito importante que os futuros docentes estejam preparados para o desenvolvimento dos dois tipos de

aula, pois assim seus alunos sempre terão oportunidade de participar de aulas experimentais.

Se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental, a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico (Santos; Nagashima, 2017).

A utilização de materiais alternativos para aula de ensino de química é uma proposta que tem facilitado à assimilação dos conhecimentos, além de mostrar aos professores e demais agentes da educação que mesmo com poucos recursos financeiros é possível trazer o aluno para as aulas experimentais, necessitando apenas explorar de forma mais abrangente os diversos recursos alternativos disponíveis para tornar as aulas mais atraentes (Silva *et al.* 2017)

Se o aluno de licenciatura tiver acesso às aulas experimentais, quando for exercer a sua profissão, o mesmo se sentirá mais seguro na ministração do conteúdo e demonstrará um conhecimento mais amplo, capaz de suprir eventuais dúvidas que venham a surgir em sala de aula. Esses futuros professores, mais íntimos com a relação teoria/prática poderá aplicar essas inovações nas suas próprias ministrações, aumentando o rendimento de seus alunos, despertando o interesse dos mesmos para disciplina e ajudando a superar o conceito equivocado que as pessoas possuem sobre a Química.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesse estudo mostra que é de suma importância a realização de aulas experimentais para os alunos do curso de Licenciatura em Química CEAD/UFPI, pois elas possibilitam uma melhor compreensão e aproxima o aluno daquilo que é estudado. Comprovou-se a existência das aulas experimentais durante a graduação no curso de Licenciatura em Química CEAD/UFPI, porém na visão dos alunos elas poderiam ser bem mais frequentes, ter um melhor aproveitamento dos equipamentos disponíveis no laboratório de química de cada polo. E mesmo quando a inexistência de laboratório ou equipamentos de praxe nos polos, poderia ser sugerida e incentivada a utilização de material de fácil aquisição para ajudar no entendimento e construção do conhecimento por meio de experimentos simples.

REFERÊNCIAS

- BATALINI, C.; SILVA, A. C. C. Experimentação utilizando materiais do cotidiano como ferramenta de ensino em Química Orgânica. **Revista Panorâmica online**, v. 3, 2020.
- BRAGA, M. N. S.; PRESTES, C. F.; OLIVEIRA, V. G.; MENEZES, J. A.; CAVALCANTE, F. S. A.; LIMA, R. A. A importância das aulas práticas de Química no processo de ensino-aprendizagem no PIBID. **Diversitas jornal**, v. 6, n. 2, 2021.
- CAMPOS, C. S.; OLIVEIRA, E. N. A.; CEZÁRIO, A. F. R.; OLIVEIRA, M. C. What the students say about the chemical experimental lessons: an analysis of their statements. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 4, 2019.
- GOMÉZ, M. N. G. Metodologia de pesquisa no campo da Ciência da Informação. Data Grama Zero - **Revista de Ciência da Informação**, v. 1 n. 6, 2000.
- KNECHTEL, M. R. **Metodologia da pesquisa em educação: Uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba: Intersaberes, 2014.
- MOTTA, A. GAVILON, I. **Introdução à educação a distância e ambiente virtual de ensino – aprendizagem**. Florianópolis: Publicações do IF-SC, 2010. 98 p.
- LIMA, J. O. G.; ALVES, I. M. R. Aulas experimentais para um ensino de Química mais significativo. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2016.
- LUNKES, S. G.; NICODEM, M. F. M.; KURTZ, J. G.; MOHR, P. S. Importância de aulas práticas e tecnologias para aulas de Química. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 6, 2021.
- MANZATO, A. J.; SANTOS, A. B. **A elaboração de questionários na pesquisa quantitativa**. Departamento de Ciência de Computação e Estatística – Ibilce: Unesp, 2012.
- SANTOS, D. M.; NAGASHIMA, L. A. Potencialidades das atividades experimentais no ensino de Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 8, n. 3, 2017.
- SILVA, J. N.; AMORIM, J. S.; MONTEIRO, L. P.; FREITAS, H. G. Experimentos de baixo custo aplicados ao ensino de química: contribuição ao processo ensino-aprendizagem. **Scientia Plena**, v. 13, n. 1, 2017.

CAPÍTULO 7

TEOR DE ALUMÍNIO NA ÁGUA TRATADA PARA O ABASTECIMENTO HUMANO DO MUNICÍPIO DE PIRACURUCA – PI

Antonio Diheyllon de Brito Gomes
Florisvaldo Clementino Santos Filho*

RESUMO

O uso de sulfato de alumínio no tratamento de águas para o consumo humano tem gerado controvérsias devido ao potencial aumento das concentrações residuais de alumínio, comprometendo a qualidade da água e, conseqüentemente, a saúde pública. O presente estudo foi conduzido em Piracuruca - PI para avaliar se o teor de sulfato de alumínio utilizado no tratamento da água da rede pública atende aos padrões de potabilidade estabelecidos. Foram coletadas três amostras de água, representando a escola local, a estação de tratamento de água (ETA) convencional e a ETA compacta da cidade. Os resultados indicaram que a amostra da escola tinha 0,18 mg/L, a ETA convencional apresentava 0,15 mg/L e a ETA compacta, 0,05 mg/L de sulfato de alumínio. Embora o parâmetro alumínio tenha atendido aos limites permitidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, os valores da escola e ETA convencional se aproximaram do limite, exigindo maior atenção. Recomenda-se monitorar os parâmetros físico-químicos, especialmente o teste de alumina residual, para garantir o controle eficaz e evitar doenças relacionadas ao excesso prolongado da presença de alumínio no organismo humano. A fiscalização dos órgãos competentes é essencial para assegurar o cumprimento das normas de potabilidade.

Palavras-chave: Potabilidade. Parâmetros Físico-Químicos. Alumínio. Controle de Qualidade.

* Autor correspondente: florisvaldosantos@ufpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O tratamento da água para abastecimento humano é uma preocupação crescente, abrangendo não apenas a qualidade microbiana, mas também a qualidade química e os impactos na saúde humana. As fontes de contaminação na água para consumo público podem ser divididas em duas categorias: aquelas presentes na água de captação e as formadas durante o tratamento e distribuição (Rosalino, 2011). O objetivo do tratamento da água é eliminar contaminantes, como microrganismos e sais minerais, antes de serem fornecidos para consumo humano (Oliveira; Sassi, 2015). A Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021, estabelece os meios para controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seus padrões de potabilidade (Brasil, 2021).

No entanto, há preocupações específicas sobre a ingestão de alumínio, especialmente na água, devido a sua biodisponibilidade potencial e fácil absorção pelo trato gastrointestinal. A presença desse metal na água pode estar relacionada a diversas doenças, como Parkinson, Alzheimer e esclerose lateral amiotrófica. A qualidade da água é crucial para a sobrevivência e o bem-estar, sendo essencial garantir que sua distribuição atenda aos padrões legais (Rosalino, 2011).

A presença de alumínio residual na água potável tem suscitado debates na comunidade científica devido a estudos que associam esse elemento a distúrbios neurológicos e outras condições. O alumínio, constituinte presente em pequenas quantidades nos organismos vivos, destaca-se como o terceiro elemento mais abundante na crosta terrestre, correspondendo a 8,8%. Amplamente distribuído no ambiente, é encontrado em partículas de pó, vegetais, utensílios domésticos e é extraído da bauxita, mineral que contém 40-60% de óxido de alumínio, além de impurezas diversas (Rosalino, 2011).

Utilizado em variados produtos e processos, o sulfato de alumínio atua como floculante na purificação da água, enquanto o alumínio é empregado na produção de utensílios domésticos, materiais de construção, embalagens, peças automotivas, estruturas aeronáuticas e na indústria farmacêutica e alimentícia (Oliveira *et al.*, 2005; Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas, 2012). A exposição humana ao alumínio é inevitável e é decorrente de sua presença natural em alimentos, água e ar, além do uso consciente em medicamentos, tratamento de água e produtos de consumo (Rosalino, 2011).

Embora os alimentos sejam a principal via de exposição, o consumo de água representa menos de 5% da ingestão diária total, sendo preocupante devido à

biodisponibilidade que facilita a absorção pelo organismo (Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas, 2012). Cerca de 0,1-0,6% do alumínio ingerido é absorvido, sendo o restante excretado nas fezes e na urina. A biodisponibilidade é influenciada pela forma do composto de alumínio e pela presença de ingredientes na dieta que complexam com o alumínio, afetando a absorção (Rosalino, 2011).

Com avanços tecnológicos e o surgimento de diversas doenças relacionadas à água, surgiram métodos para monitorar a qualidade da água potável (Bastos; Bezerra; Bevilacqua, 2009). A água destinada ao consumo humano deve atender aos padrões de limpeza, transparência e de ser livre de microrganismos ou substâncias prejudiciais (Gasparotto, 2011).

A água potável pode ser de duas fontes: subterrânea (de aquíferos) e superficial (rios). Águas superficiais são geralmente mais adequadas para consumo, de custo mais baixo e mais fáceis de captar (Ribeiro, 2010; Santos, 2021). A Resolução CONAMA nº 357/2005 classifica as águas doces em categorias e define diretrizes ambientais. Já a Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece padrões para a água potável, incluindo a tabela de padrão organoléptico, representada na Tabela 1 (BRASIL, 2021).

Tabela 1 – Tabela de padrões físico-químicos da água potável.

Parâmetro	CAS	Unidade	VMP*
Alumínio	7429-90-5	mg/L	0,2
Amônio (como N)	7664-41-7	mg/L	1,2
Cloreto	16887-00-6	mg/L	250
Cor Aparente	-	µH	15
1,2-diclorobenzeno	95-50-1	mg/L	0,001
1,4-diclorobenzeno	106-46-7	mg/L	0,0003
Dureza total	-	mg/L	300
Ferro	7439-89-6	mg/L	0,3
Gosto e odor	-	Intensidade	6
Manganês	7439-96-5	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	108-90-7	mg/L	0,02
Sódio	7440-23-5	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	-	mg/L	500
Sulfato	14808-79-8	mg/L	250
Sulfeto de hidrogênio	7783-06-4	mg/L	
Turbidez	-	µT	5
Zinco	7440-66-6	mg/L	5

Fonte: BRASIL, 2021. **Legenda:** *VMP = Valor máximo permitido.

O tratamento convencional da água envolve coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, correção de pH, fluoretação. A coagulação usa sulfato de alumínio, sendo seguida pela floculação, decantação, filtração, desinfecção (Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal, 2022; Rosalino, 2011).

O alumínio, usado no tratamento, é controverso devido ao aumento de concentrações residuais, afetando a qualidade da água e a saúde pública (Rosalino, 2011). Altas concentrações de alumínio na água podem resultar em problemas como turbidez, depósitos nas tubulações e riscos à desinfecção (Rosalino, 2011). Estudos associam a exposição ao alumínio a doenças degenerativas, como esclerose lateral amiotrófica, Parkinson e Alzheimer (Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas, 2012). Pacientes com Insuficiência Renal Crônica (IRC) em hemodiálise podem apresentar altas concentrações de alumínio no sangue (Lopes *et al.*, 2014). A ingestão prolongada de alumínio pode causar diversos problemas de saúde, incluindo demência, danos ao sistema nervoso, perda de memória, surdez, tremores, dores musculares e problemas gastrointestinais (Mendes; Oliveira, 2004; Pastilha, 2005; Oliveira; Sassi, 2015).

Considerando-se este contexto, o presente trabalho consiste em avaliar se a concentração de sulfato de alumínio na água tratada e distribuída pela rede pública de Piracuruca-PI está em conformidade com os padrões estabelecidos para a potabilidade.

2 METODOLOGIA

A região de estudo está situada em Piracuruca – PI, com uma área territorial de 2.380,4 km², uma população de 28.791 habitantes e uma densidade demográfica de 12,1 habitantes por km² (Cidade Brasil, 2022). As coordenadas geográficas são latitude: -3.92816 e longitude: -41.7117. O rio Piracuruca, que contribui com 35% do abastecimento humano da cidade, faz parte da bacia de Longá-Parnaíba, com a barragem localizada a uma latitude de 03° 57' 42,52" S e longitude 41° 40' 18,67" W (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2016).

A coleta de amostras ocorreu em 24/02/2023, às 10:00, em uma escola do município. A água tratada foi analisada em laboratório no dia 02/03/2023, conforme os parâmetros detalhados na Tabela 2.

Tabela 2 – Informações para a análise de alumínio.

Parâmetros analisados	Unidade	LQ*	Referência metodológica
------------------------------	----------------	------------	--------------------------------

Alumínio total	mg/L	0,005	SMWW, 23°, Mtd.3125 B
----------------	------	-------	--------------------------

Fonte: Elaborado pelo autor. **Legenda:** *LQ = Limite de quantificação.

Após a análise na água da escola, foram coletadas duas amostras adicionais, uma da ETA convencional e outra da ETA compacta. Essas amostras foram enviadas para Bragança Paulista, onde parâmetros de qualidade da água foram analisados.

A comparação entre os resultados laboratoriais e as amostras das ETAs foi realizada, confrontando os valores com as diretrizes estabelecidas pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, para verificar a conformidade do índice de alumínio. Os resultados foram organizados em uma tabela para facilitar as comparações e discussões no contexto do estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo revelam a avaliação do sulfato de alumínio na água tratada em Piracuruca – PI. A coleta de amostras na escola, ETA convencional e ETA compacta, seguida pela análise laboratorial do alumínio total conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021. Os dados obtidos oferecem informações relevantes sobre a presença de alumínio na água potável, essenciais para avaliar a conformidade com os padrões regulatórios. Essa análise resultou em dados claros sobre a qualidade da água na região, contribuindo para a gestão eficaz dos recursos hídricos e fornecendo informações fundamentais para a tomada de decisões em relação à saúde pública e ao cumprimento das normativas.

O resultado obtido após a análise da amostra em laboratório em relação ao teor de alumínio da água coletada na escola do município de Piracuruca – PI é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado da análise físico-química do alumínio

Parâmetro	Unidade	VMP*	Resultado
Alumínio	mg/L	0,2	0,1874

Fonte: Elaborado pelo autor. **Legenda:** *VMP= Valor Máximo Permitido (Portaria GM/MS nº 888/2021).

O resultado da análise da amostra revela que o teor de alumínio atende aos limites estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, indicando conformidade com os padrões normativos. No entanto, é importante ressaltar que o valor encontrado está bastante próximo ao limite admitido por essa regulamentação.

A Tabela 4 apresenta uma visão abrangente dos resultados obtidos na análise de água das amostras provenientes das ETAs convencional e compacta, abrangendo não apenas o alumínio, mas também outros parâmetros significativos, tais como pH, condutividade, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade, dureza total e fluoreto. Essa abordagem multifacetada permite uma avaliação abrangente da qualidade da água, considerando diversos elementos que impactam diretamente na potabilidade e segurança do abastecimento.

Tabela 4 – Resultados das amostras da ETA convencional e compacta

Parâmetros	Unidade de medida	ETA convencional	ETA compacta	PMV
Ph	--	7,10	6,77	6,0 a 9,0
Condutividade	µS/cm	106	104	--
Sólidos totais dissolvidos (STD)	mg/L	63	53	500
Alcalinidade	mg/L	10	10	--
Dureza total	mg/L	20	20	300
Alumínio	mg/L	0,15	0,05	0,20
Fluoreto	mg/L	Ausente	Ausente	1,5

Fonte: Elaborado pelo autor. **Legenda:** VMP= Valor Máximo Permitido (Portaria GM/MS nº 888/2021).

Os resultados evidenciam que os parâmetros pH, sólidos totais dissolvidos, dureza total e alumínio estão em conformidade com os padrões estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021. É relevante observar que os limites estipulados para os parâmetros de condutividade e alcalinidade não estão contemplados nesta legislação.

O pH, que representa o potencial hidrogeniônico de uma solução, é determinado pela concentração de íons de hidrogênio (H^+), e é utilizado para determinar se a água é ácida, neutra ou básica (alcalina). Este parâmetro desempenha um papel crucial no monitoramento e aprimoramento dos processos de tratamento, além de contribuir para a preservação das tubulações, prevenindo entupimentos e corrosões. Os resultados da análise do pH revelaram-se satisfatórios em ambas as Estações de Tratamento de Água (ETAs), sendo que a água da ETA convencional foi classificada como alcalina, enquanto a da ETA compacta apresentou uma característica mais ácida.

A condutividade representa a habilidade da água em conduzir corrente elétrica e está diretamente associada à presença de íons dissolvidos, que são partículas carregadas eletricamente. Portanto, quanto maior a quantidade de íons dissolvidos, maior será a

condutividade da água (Tratamento de Água, 2015). De acordo com Silva *et al.* (2017), a condutividade em corpos d'água naturais normalmente é inferior a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, podendo atingir até 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. No contexto das amostras das duas ETAs, o valor observado para a condutividade é considerado baixo para a água de abastecimento público, devido à presença de íons de alumínio, alcalinizante e cloro.

Os sólidos totais dissolvidos (STD) representam a quantidade de materiais que podem estar dissolvidos na água, estando diretamente relacionados ao parâmetro de condutividade (Sales Gabriel *et al.*, 2021). Foi observado uma diferença de 10 mg/L nos valores das duas amostras, sendo que a água da ETA convencional apresentou um índice mais elevado de STD.

A alcalinidade é ocasionada por sais alcalinos, como sódio e cálcio, sendo medida pela capacidade da água de neutralizar os ácidos. Em níveis elevados, pode conferir à água um sabor desagradável e afetar os processos de tratamento da água (Tratamento de Água, 2015). Os valores das duas amostras de água das ETAs foram registrados como 10 mg/L. De acordo com Piveli (2016), embora a alcalinidade não represente um risco potencial à saúde, ela pode causar alterações no sabor da água, levando à rejeição por parte dos consumidores.

A dureza total é um parâmetro calculado a partir do somatório das concentrações de íons de cálcio e magnésio presentes na água, podendo ser classificada como permanente ou temporária (Sales Gabriel *et al.*, 2021). Conforme as diretrizes do Tratamento de Água (2015), as águas podem ser categorizadas em termos de dureza da seguinte forma: 0 – 50 mg/L CaCO_3 como água branda ou mole; 50 – 150 moderadamente dura; 150 – 300 dura; e acima de 300 muito dura. As amostras das ETAs registraram um valor de 20 mg/L de dureza, caracterizando-as como água mole.

O flúor, sob forma de fluoreto, é uma substância química adicionado à água de abastecimento durante o processo de tratamento, devido à sua eficácia na proteção dos dentes contra cáries, com uma faixa recomendada de 0,6 a 0,8 mg/L (SAAE, 2023). Nas amostras analisadas da água proveniente das ETAs convencional e compacta não foram detectados índices de flúor.

Em relação ao alumínio, ao realizar uma comparação dos três resultados, constatou-se que a média dos valores das amostras foi de 0,12 mg/L de alumínio na água. Além disso, observou-se que a ETA compacta apresenta um teor de alumínio inferior ao encontrado na amostra da escola e na ETA convencional. Importante destacar que todos os resultados estão em conformidade com os limites estabelecidos pela portaria de

potabilidade. Contudo, é necessário estar atento a esses valores, uma vez que as amostras da escola e da ETA convencional se aproximaram dos limites estabelecidos pela legislação. Desta forma, é possível reduzir a concentração de alumínio na água tratada por meio de diferentes medidas tais como: otimização de toda a sequência de processamento, emprego do coagulante policloreto de alumínio (PAC) em vez do tradicional sulfato de alumínio e a consideração do uso de alternativas de coagulantes à base de alumínio disponíveis no mercado, como cloreto de ferro, sulfato de ferro e polímeros orgânicos, catiônicos e aniônicos. Vale ressaltar que a escolha do coagulante é determinada por diversos fatores, incluindo turbidez da água, pH, alcalinidade, temperatura, origem da água coletada e grau de acidificação. Essas alternativas devem ser adotadas de acordo com sua viabilidade técnica e econômica, sendo avaliadas caso a caso (Rosalino, 2011).

Conforme Silva *et al.* (2017), o PAC é destacado como o coagulante mais apropriado para solucionar questões relacionadas ao alumínio residual. Além disso, contribui para a melhoria da qualidade da água e se mostra economicamente vantajoso, reduzindo os custos operacionais do processo de tratamento de água. Essas são algumas alternativas que podem ser adotadas como soluções para diminuir o índice de alumínio residual encontrado na água potável, visando aprimorar ainda mais a qualidade da água disponível para a população.

4 CONCLUSÃO

Após a análise dos dados, verificou-se que a concentração de alumínio nas amostras de água tratada da Escola, ETA convencional e ETA compacta está de acordo com o valor determinado pela portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021. Todos os outros parâmetros realizados nas ETAs também satisfazem os padrões, mesmo aqueles não estabelecidos pela portaria, não causando prejuízos para a água de consumo na região. Apesar da aceitabilidade dos resultados conforme a legislação, é essencial manter uma atenção constante nos parâmetros analisados, monitorar os aspectos físico-químicos da água e, se necessário, realizar tratamento adequado, além de garantir a fiscalização por órgãos competentes para assegurar o cumprimento das normas de potabilidade. Nota-se ainda a ausência de adição de fluoreto no tratamento da água, o que está em discordância com os padrões exigidos na portaria de potabilidade, com um Valor Máximo Permitido (VMP) de 1,5 mg/L. A inclusão de fluoreto é crucial para a prevenção de cáries e uma medida entre 0,6 a 0,8 mg/L pode contribuir significativamente para reduzir a incidência

dessas doenças bucais na população, gerando melhorias na qualidade de vida e impactando positivamente nos serviços públicos ao diminuir a procura por atendimentos relacionados a problemas dentários nos postos de saúde.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Reservatórios do semiárido brasileiro: hidrologia, balanço hídrico e operação**. Brasília: ANA, Engecorps Engenharia S.A., 2016. Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/semiariado/204res/Parna%C3%ADba_Piracuruca.pdf>. Acesso em: 22 jan 2024.

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE DISTRIBUIÇÃO E DRENAGEM DE ÁGUAS. **FT-QI-01 – ALUMÍNIO**. [S.I.]: APDA, 2012. Disponível em: <https://www.apda.pt/site/ficheiros_eventos/201212041544-ft_qi_01_aluminio_21102012.pdf>. Acesso em: 22 jan 2024.

BASTOS, R.K.X., BEZERRA, N.R., BEVILACQUA, P.D. Planos de segurança da água: novos paradigmas em controle de qualidade da água para consumo humano em nítida consonância com a legislação brasileira. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 24, 2007, Belo Horizonte. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2007. CD-ROM.

BRASIL. Ministério da saúde. **Resolução CONAMA n° 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n° 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da saúde, 2021. Disponível em: <https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html>. Acesso em: 22 jan 2024.

CIDADE BRASIL. **Município de Piracuruca**. [S.I.]: 2022. Disponível em: <<https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-piracuruca.html>>. Acesso em: 22 jan 2024.

COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL. **Como a água é tratada**. Brasília: CAESB, 2022. Disponível em: <<https://www.caesb.df.gov.br/como-a-agua-e-tratada.html>>. Acesso em: 22 jan. 2024.

GABRIEL, M. F. P. S.; GUERRA, C. B. G.; SANTOS FILHO, J. I.; SILVEIRA, P. L. N.; GONZAGA, F. A. S.; SILVA FILHO, E. D. Avaliação de potabilidade da água subterrânea obtida em poço tubular localizado no município de Soledade, Paraíba. **Anais do VI CONAPESC**. Campina Grande: Realize Editora, 2021.

GASPAROTTO, F. A. **Avaliação ecotoxicológica e microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP**. 2011. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, 2011.

LOPES, J. M., FUKUSHIMA, R. L. M., INOUE, K., PAVARINI, S. C. I., & ORLANDI, F. S. Qualidade de vida relacionada à saúde de pacientes renais crônicos em diálise. **Acta Paulista de Enfermagem**, 2014, 27 (3), 230-236. .

MENDES, B.; OLIVEIRA, J. F. S. **Qualidade da água para consumo humano**. Lidel. Edições Técnicas, Ltda, Lisboa–2004, 2004.

OLIVEIRA, A. L. P.; SASSI, P. S. **Teor de alumínio na água tratada, Lages/SC**. 2015. 5f. Iniciação Científica (Graduação em Técnico em análises químicas) - Instituto Federal de Santa Catarina, Lages/SC, 2015.

OLIVEIRA, S. M. R. de; BERTAGNOLLI, D.; BOHRER, D.; NASCIMENTO, P. C. do; POMBLUM, S. C. G.; ARANTES, L. C.; BARROS, E. J. G. Nível Sérico de Alumínio: Influência da Água e de Alimentos Ingeridos Por Pacientes Com Insuficiência Renal Crônica Mantidos em Hemodiálise. *Brazilian Journal of Nephrology*, v. 27, n. 3, p. 101-9, 2005.

PASTILHA, M. S. **O alumínio em águas subterrâneas do distrito da Guarda**; Universidade da Beira Interior, Julho de 2005.

PIVELI, R. P. **Características químicas das águas: pH, acidez, alcalinidade e dureza**. p.11, São Paulo: USP, 2016. Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%206%20-%20Alcalinidade%20e%20Acidez.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2024.

RIBEIRO, A. T. A. **Aplicação da Moringa oleífera no tratamento de água para consumo humano**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Portugal, 2010.

ROSALINO, M. R. R. R. **Potenciais Efeitos da Presença de Alumínio na Água de Consumo Humano**. 2011. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa, 2011.

SAAE. **Qualidade da água**. São Paulo: SAAE, 2023. Disponível em: <[SANTOS, N. P. **Avaliação do desempenho da *Thypha domingensis* e *Eichhornia crassipes* como fitorremediadoras para remoção de Fe e Mn de águas destinadas ao abastecimento das Minas do Camaquã**. 62 f. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso \(Graduação em Engenharia Química\) – Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, Bagé, 2021.](https://www.saaec.com.br/agua/qualidade-da-agua/#:~:text=Par%C3%A2metros%20f%C3%ADsicos%3A%20cor%2C%20turbidez%2C,organismos%20indicadores%2C%20algas%2C%20bact%C3%A9rias.>>. Acesso em: 22 jan. 2024.</p></div><div data-bbox=)

SILVA, A. B; BRITO, J. M.; SILVA, R. A.; BRAZ, A. S.; SILVA FILHO, E. D. Parâmetros Físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remígio PB. **Águas Subterrâneas**, v. 31, n. 2, p. 109-118, 2017b.

TRATAMENTO DE ÁGUA. **Qualidade da água**. São Paulo: Tratamento de Água, 2015. Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/artigo/qualidade-da-agua/>>. Acesso em: 22 jan 2024.

CAPÍTULO 8

QUÍMICA MEDICINAL FARMACÊUTICA: ESTRATÉGIAS PARA O PLANEJAMENTO RACIONAL, PRODUÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE NOVOS FÁRMACOS

David dos Reis Silva Filho
Inês Maria de Souza Araújo
Leanne Silva de Sousa
Milton Batista da Silva*

RESUMO

A Química Farmacêutica Medicinal (QFM) dedica-se ao estudo das causas moleculares da ação dos medicamentos, à relação entre a estrutura-atividade e o planejamento racional de novos medicamentos. As estratégias comumente utilizadas em química medicinal visam à otimização de fármacos e/ou protótipos. Este trabalho teve como objetivo investigar e discutir as novas estratégias da QFM para a produção e desenvolvimento de fármacos. Para tal, fez-se uso da base de dados: PubMed, Scielo (Scientific Electronic Library OnLine) e Science Research* que serviram como instrumento para coleta de dados, a partir dos seguintes descritores: bioisosteres and drugs, Prodrug and medicinal chemistry, structural or molecular hybridization and drugs, e structural simplification and drugs. Os artigos coletados foram selecionados a partir de critérios como: publicações que estavam completas, que respondiam à questão do estudo, publicadas entre 2010 a 2021, no idioma português e inglês, sendo todos os tipos de delineamentos metodológicos aceitos. O processo de simplificação gera fármacos mais simples, enquanto a hibridização combina estruturas de diferentes fármacos. O bioisosterismo substitui elementos por similares, e a latenciação ativa compostos inativos com enzimas. Esses processos impulsionam avanços globais na Química Farmacêutica Medicinal. Estes elementos devem então ser cada vez mais estudados e teoricamente investidos ao ponto de vista econômico.

Palavras-chave: Química Farmacêutica Medicinal. Simplificação Molecular. Hibridização. Bioisosterismo. Latenciação.

* Autor correspondente: miltonbat@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

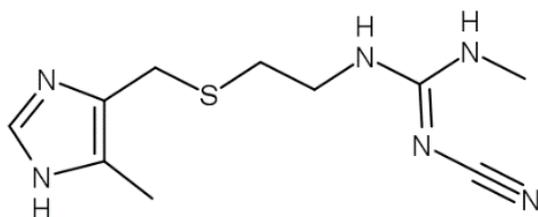
A Química Farmacêutica precedente da Química Medicinal, denominada aqui de Química Farmacêutica Medicinal (QFM), tem como grande característica o estudo da relação estrutura-atividade de medicamentos e sua aplicabilidade para planejamento racional, produção e desenvolvimento tecnológico de drogas terapêuticas. A manipulação estrutural química de fármacos para que desempenhem efeitos específicos pretendidos em sua farmacodinâmica, além de modificar características particulares farmacocinéticas, garantindo maior segurança e confiabilidade em uma farmacoterapia, são alguns dos múltiplos benefícios atribuídos a QFM (Barreiro; Fraga, 2014).

Estes pré-requisitos, garantidos por modificações moleculares, são precedentes importantes na busca de medicamentos melhores (Araujo *et al.*, 2015). As modificações sempre partem de protótipos, sendo estes, os compostos inovadores para desenvolver análogos. Essas substâncias semelhantes aos compostos originais são gerenciadas e desenvolvidas por meio de estratégias de química farmacêutica racional, desde a simplificação molecular até o processo de produção de pró-fármacos (Aver *et al.*, 2015).

As estratégias comumente utilizadas em química medicinal visam à otimização de fármacos e/ou protótipos. Simplificação, hibridização, bioisosterismo e latenciação são estratégias comumente utilizadas para atingir essas conquistas. O processo de simplificação permite a obtenção de novos análogos ativos com estruturas mais simples que o protótipo; para a hibridização, um novo composto é formado a partir de dois fármacos ou do mesmo fármaco com estrutura híbrida. O processo de bioisosterismo envolve a substituição dos elementos pertencentes à molécula por outros elementos com características químicas semelhantes; para a latenciação, as enzimas são usadas para converter biologicamente compostos inativos em compostos ativos, liberando assim a parte ativa de forma mais eficaz (Araújo *et al.*, 2015).

Historicamente, o impacto inicial veio com o uso da cimetidina, um medicamento inovador, um protótipo para o tratamento e desenvolvimento de medicamentos para úlcera péptica. A droga foi projetada para ser um antagonista seletivo dos receptores histaminérgicos H₂ e representou uma inovação terapêutica única quando foi lançada. A descoberta da cimetidina (Figura 1) para o tratamento de úlceras pépticas despertou o interesse de outros laboratórios da indústria farmacêutica, que desenvolveram outros antagonistas H₂, comumente usados como fármacos semelhantes à cimetidina.

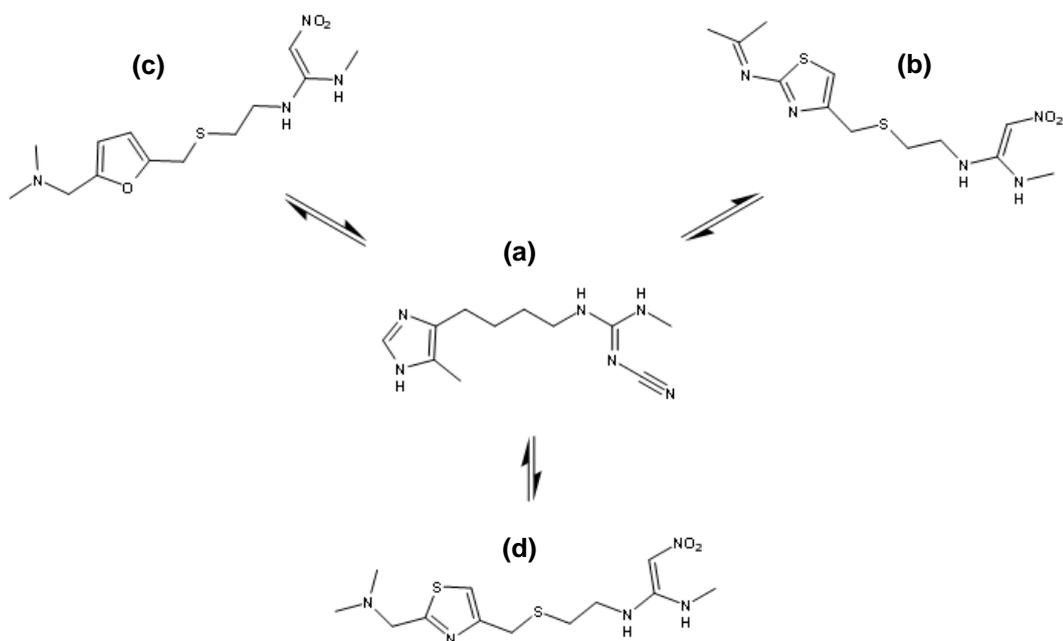
Figura 1 – Estrutura química da cimetidina.



Fonte: Elaborado pelos autores.

As estratégias permitiram a obtenção de estereoisômeros como a ranitidina, famotidina e nizatidina, exemplificados na Figura 2 (Barreiro; Fraga, 2014).

Figura 2 - Obtenção e estrutura química de estereoisômeros dos compostos: ranitidina, famotidina e nizatidina.



Fonte: Elaborado pelo autores. **Legenda:** (a) Cimetidina, (b) Famotidina, (c) Ranitidina e (d) Nizatidina.

Utilizando-se de bioensaios *in vivo* e *in vitro*, e agora com o advento da QFM, ensaios *in silico* a partir do fármaco protótipo e obtido esta nova substância, com a atividade de eficácia farmacêutica melhorada, mantida suas ações importantes, garantem a possibilidade de surgimento de um medicamento inovador no mercado. Posteriormente a todo este processo, o composto pôde então adentrar nas fases pré-clínica e clínica (Guido *et al.*, 2010). O conhecimento obtido por meio da pesquisa de gerenciamento de qualidade ajuda a encontrar novas moléculas biologicamente ativas. Nesse sentido, todos

os elementos racionais de modificação aqui discutidos, são eficazes para projetar novos análogos (Aver *et al.*, 2015).

A justificativa para procurar estratégias de tratamento mais seletivas e eficazes é perceber que o uso de métodos de tratamento padrão nem sempre é conveniente. Muitos medicamentos usados com sucesso são caracterizados por parâmetros farmacocinéticos e biofarmacêuticos deficientes. Além das terapias tradicionais, o desenvolvimento da biologia molecular e da engenharia genética também trouxe contribuições importantes, especialmente para o tratamento do câncer. As últimas tendências de tratamento incluem terapias relacionadas, combinadas ou direcionadas. Muito esforço tem sido feito em sistemas de entrega seletiva de drogas e melhor ativação no local de ação.

A estratégia de modificação no desenho de medicamentos é uma alternativa à co-formulação e visa criar uma nova atividade farmacológica com efeitos biológicos mais favoráveis, com atividades tóxicas reduzidas. Estes métodos de projeto para encontrar moléculas biologicamente ativas é o resultado dos estudos profundos da QFM. Nesse contexto, esse capítulo tem como objetivo investigar e discutir as novas estratégias da QFM para a produção e desenvolvimento de fármacos.

2 METODOLOGIA

Neste estudo adotou-se, como estratégia metodológica, a revisão bibliográfica optando-se por utilizar a revisão narrativa que é um dos tipos de revisão de literatura. A escolha do método se deu em função da possibilidade de acesso às experiências de autores que já pesquisaram sobre o assunto. Segundo Silva *et al.*, (2002), a revisão narrativa não é imparcial porque permite o relato de outros trabalhos, a partir da compreensão do pesquisador sobre como os outros fizeram.

Nesse contexto, as bases de dados: *PubMed* (serviço da U.S. National Library of Medicine), *Scielo* (Scientific Eletronic Library OnLine) e *Science Research* serviram como instrumento para coleta de dados, a partir dos seguintes descritores: *bioisosteres and drugs*, *Prodrug and medicinal chemistry*, *structural or molecular hybridization and drugs*, e *structural simplification and drugs*. A população do estudo foi composta por toda a literatura relacionada ao tema de estudo, indexada nos bancos de *PubMed* (serviço da U.S. National Library of Medicine), *Scielo* (Scientific Eletronic Library OnLine) e *Science Research*.

Quanto à amostra, os artigos foram selecionados a partir dos critérios de inclusão, totalizando 28 artigos. A seleção foi realizada a partir de leitura criteriosa dos artigos

encontradas nas bases de dados, sendo selecionada apenas a literatura que atendia aos critérios de inclusão definidos neste estudo. Foram incluídas apenas as publicações que estavam completas, que respondiam os objetivos geral e específicos traçados, publicadas entre 2010 a 2021, no idioma português e inglês, sendo todos os tipos de delineamentos metodológicos foram aceitos. Para critérios de exclusão, artigos que estavam incompletos, fora do período de corte e que não estavam em português ou inglês foram descartados de análise.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Bioisósteres: Primeira abordagem estratégica

Distribuição eletrônica, formato e volume molecular semelhantes, além de propriedades físico-químicas similares são as principais características que definem bioisósteres. Mantida as características já citadas, as propriedades biológicas também se tornam análogas, porém as modificações são significantes. Neste processo portanto, há uma conexão interna entre a estrutura química semelhante alterada e a modificação branda de propriedades farmacocinéticas e farmacodinâmicas (Barreiro; Fraga, 2014).

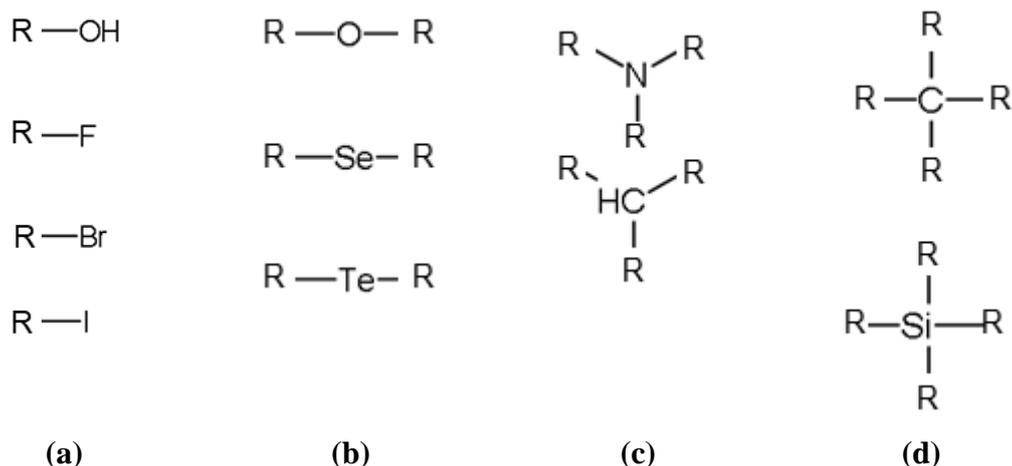
Essa estratégia molecular requer conhecimento prévio dos elementos constituintes da molécula protótipo, como a região que define o farmacóforo (região ativa) ou o grupo tóxico (região de ação tóxica). Por meio da otimização destes isósteros, o efeito dos fármacos pode ser potencializado pela implementação de estruturas com melhor desempenho e/ou efeitos tóxicos reduzidos (Lassalas *et al.*, 2017).

3.1.1 Classificação de Bioisósteres

A classificação do tipo de bioisosterismo se faz em relação à complexidade dos sítios inseridos na molécula. Para o bioisosterismo clássico, átomos substituem átomos, modificando apenas regiões com maior reatividade e capacidade de ligação. Para o bioisosterismo não clássico, basicamente a inserção de agrupamentos funcionais complexos são obtidos, afim de melhorar ainda mais a efetividade do fármaco (Ballatore *et al.*, 2013).

No bioisosterismo clássico, as substituições envolvem a troca de átomos por outros átomos que possuem características químicas semelhantes, mantendo assim as propriedades biológicas da molécula original. Podemos subclassificá-los ainda em átomos bioisósteros clássicos monovalentes, divalentes, trivalentes e tetravalentes, de acordo com a sua valência funcional, como demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - Classificação dos átomos bioisósteros clássicos de acordo com sua valência funcional.



Fonte: Elaborado pelos autores. **Legenda:** (a) monovalentes, (b) divalentes, (c) trivalentes e (d) tetravalentes.

Logo, a partir do conhecimento da região a ser modificada, escolhe-se o átomo e sua valência. Já para o Bioisosterismo não clássico, envolve a substituição de agrupamento por agrupamento. Alguns exemplos podem ser demonstrados na Figura 4.

Figura 4 – Estrutura do anel catecol e benzimidazol, respectivamente.



Fonte: Elaborado pelos autores. **Legenda:** (a) catecol e (b) benzimidazol.

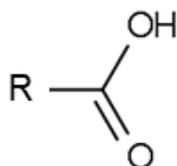
3.1.2 Bioisosterismo Atual

A ampla aplicação de estereoisômeros biológicos permite então que seja aplicado a diferentes moléculas em várias situações. Aqui, algumas estratégias isostéricas biológicas para diferentes componentes serão mencionadas para ilustrar as funções desses compostos na alteração das propriedades físico-químicas e, portanto, da farmacocinética e farmacodinâmica. Cada função orgânica tem seu próprio substituto bioisostérico. Para o ácido carboxílico por exemplo, várias tentativas têm sido usadas para alterar as propriedades finais da molécula (Lassalas *et al.*, 2017).

3.1.2.1 Bioisósteres de Ácido Carboxílico

Os outros agrupamentos específicos inseridos imitam suas características e então os tratam como estratégias de modificação. Embora estes bioisósteres sejam geralmente projetadas para imitar grupos funcionais de ácidos carboxílicos (Figura 5), a estrutura e as propriedades físico-químicas e biológicas do composto final são desejadas.

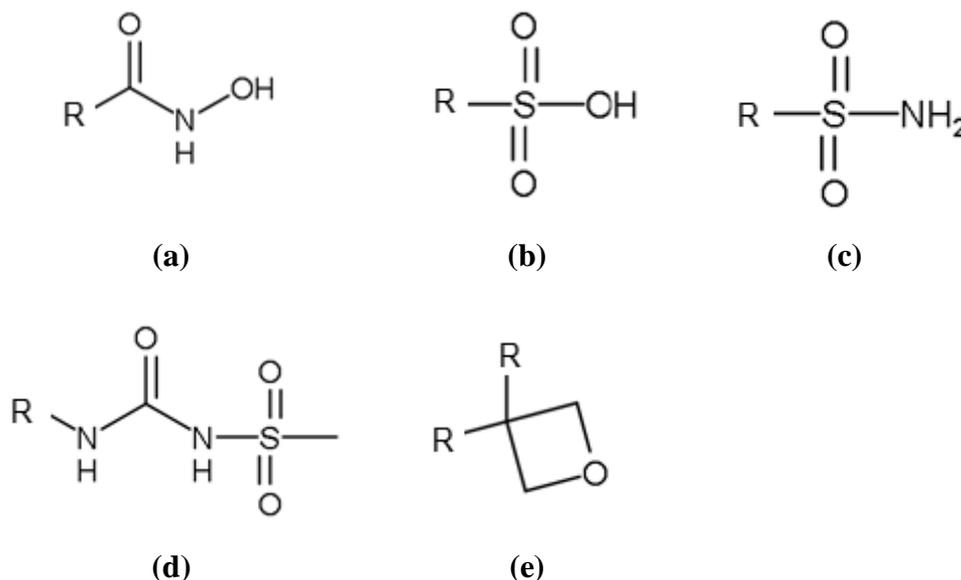
Figura 5 – Estrutura do Ácido Carboxílico (protótipo).



Fonte: Elaborada pelos autores.

Alguns bioisósteres de ácido carboxílico podem ser observados na Figuras 6 (Ballatore *et al.*, 2013).

Figura 6 – Estrutura molecular de bioisósteres de ácido carboxílico.



Fonte: Elaborado pelos autores. **Legenda:** (a) Ácido Hidroxâmico, (b) Ácido Sulfônico, (c) Sulfonamida, (d) Sulfaniluréia e (e) Anel oxietano.

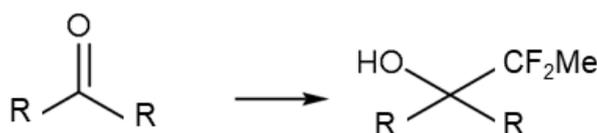
Como bem destacado, a aplicação de bioisosterismo apesar de ter como princípio a inserção de um agrupamento com características semelhantes, algumas alterações destas passam de não perceptíveis, para alterações bruscas e significantes nas propriedades finais

da molécula, o que depende do contexto. Para fármacos, aumento na velocidade de absorção, estabilização ao metabolismo e aumento da meia vida podem ser obtidos através da inserção de agrupamentos que aderem à substância um caráter de maior solubilidade em lipídeos (Shie; Fang, 2017).

3.1.2.2 Compostos Fluorados

As moléculas que contêm flúor são importantes em materiais, bem como nas indústrias farmacêutica e agroquímica. Portanto, o desenvolvimento deste campo de pesquisa é enorme, com ênfase especial no projeto e na pesquisa de grupos fluorados emergentes. Em particular, 1,1-difluoroetano (CF_2CH_3) é atraente porque pode ser usado, por exemplo, como um isótero biológico de aglomerados contendo oxigênio, tais como grupos carbonil (Figura 7) e éteres alcoxi. Usando as características únicas dos átomos de flúor e grupos de flúor, as propriedades biológicas e físicas das moléculas podem ser ajustadas aderindo novas propriedades ou melhorando-as (Carbonnel *et al.*, 2019).

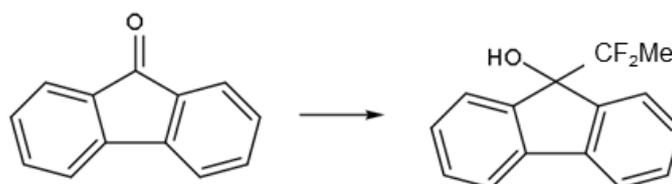
Figura 7 - Carbonila reagente.



Fonte: Elaborado pelos autores.

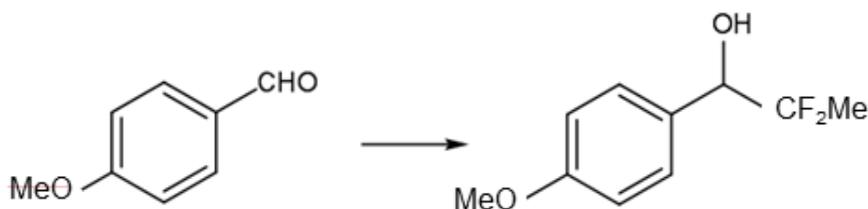
Entre esses grupos fluorados emergentes, atenção especial tem sido dada ao 1,1-difluorometil (CF_2Me), como demonstrado na Figura 7. CF_2Me está presente em vários compostos-alvo e aparece como o bioisômero fluorado como demonstrado na Figura 8 e Figura 9.

Figura 8 - Molécula tricíclica com resíduo e sua substituição por CF_2Me .



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 9 - Molécula aromática simples ramificada com resíduo e sua substituição por CF₂Me.



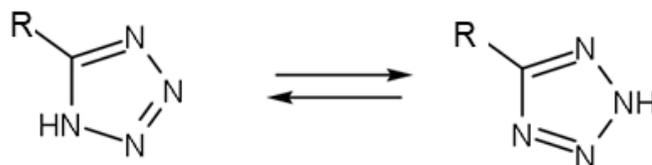
Fonte: Elaborado pelos autores.

Na verdade, a substituição de átomos de oxigênio por resíduos de difluorometileno (CF₂) pode manter a molécula intacta no espaço, enquanto mantém propriedades eletrônicas e espaciais semelhantes, tornando a molécula mais estável metabolicamente (Coteron *et al.*, 2011). Além disso, esses compostos portadores dessa fração fluorada já demonstravam propriedades interessantes, como no caso do edema e do tratamento da malária, por exemplo (Carbonnel *et al.*, 2019).

3.1.2.3 Tetrazol

O tetrazol (Figura 10) é um anel duplo-insaturado de cinco membros contendo quatro átomos de nitrogênio e um átomo de carbono, que pode ser usado como um precursor para vários heterociclos contendo nitrogênio. O tetrazol, comumente usado como um bioisóster de ácido carboxílico, é metabolicamente estável a muitas biotransformações que são sensíveis às funções do ácido carboxílico na biologia do fígado (Zou *et al.*, 2020).

Figura 10 - Isômeros do anel de Tetrazol.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Alguns métodos pró-fármacos para drogas de tetrazol foram implementados para melhorar a biodisponibilidade oral, e substituir os ácidos carboxílicos por tetrazol que tem o potencial de aumentar a lipofilicidade e a biodisponibilidade e reduzir os efeitos

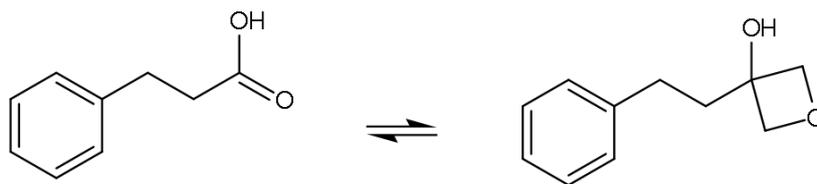
colaterais das drogas. Além disso, o tetrazol tem a capacidade de realizar várias interações não covalentes com alvos biológicos, e seus derivados apresentam diversas propriedades farmacológicas (Jakobson *et al.*, 2015).

O tetrazol é um farmacóforo importante no desenvolvimento de novos medicamentos. Pesquisas recentes também enriqueceram a relação estrutura-atividade do tetrazol. A rica relação estrutura-atividade pode apontar a direção para o projeto e desenvolvimento de um novo tetrazol com um espectro mais amplo, maior eficiência e menos toxicidade (Zou *et al.*, 2020). Em meio a grande atividade de compostos a base de tetrazol, a região tende a aumentar a gama de aplicabilidade, além claro, de possibilitar as modificações das propriedades farmacológicas (Jakobson *et al.*, 2015).

3.1.2.4 Anel Oxietano

Nos últimos anos, o heterocíclico de anel de quatro membros, oxietano (Figura 11), pode ser usado para regular importantes propriedades físicas e químicas de moléculas, incluindo solubilidade em água, lipofilicidade e estabilidade metabólica (Lassalas *et al.*, 2017).

Figura 11 - Molécula com resíduo passível de substituição pelo anel oxietano.



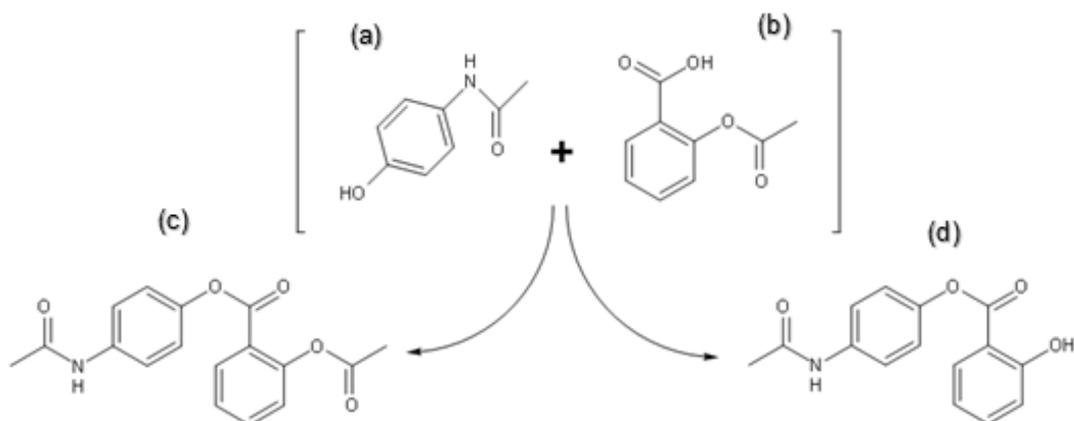
Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2 Hibridização Molecular: abordagem inicial e métodos de obtenção

Antes de focar na hibridização molecular, é necessário mais uma vez lembrar os protótipos de QM. O protótipo, como explicado brevemente, é definido como a primeira substância pesquisada de origem natural ou sintética com uma determinada estrutura química, que possui certa atividade farmacológica no organismo. A hibridização molecular (HM) é uma estratégia clássica para combinar as estruturas de compostos biologicamente ativos únicos em uma única molécula e é um método alternativo eficaz para construir racionalmente a estrutura molecular de um novo protótipo de composto (Sashidhara *et al.*, 2010).

Segundo Nepaleses e colaboradores (2014), a HM pode ser baseada na combinação de diferentes fármacos ou do mesmo fármaco. Em ambos os casos, a nova molécula produzida por HM é chamada de híbrido e geralmente tem afinidade e potência maiores do que o composto que a produziu. Um exemplo de hibridização droga-droga são o Benorilato e o Acetaminossalol, anti-inflamatórios, analgésicos e antipiréticos, formados da combinação de Paracetamol e ácido acetilsalicílico, conforme Figura 12.

Figura 12 – Exemplo de hibridização do tipo droga-droga.



Fonte: Elaborado pelos autores. **Legenda:** (a) Paracetamol; (b) Ácido Acetilsalicílico; (c) Benorilato; e (d) Acetaminossalol.

A HM é realizada para atingir um dos seguintes objetivos: sinergia de efeitos farmacológicos, terapia farmacológica dupla e regulação de efeitos colaterais adversos. Quando todas as drogas estão covalentemente conectadas ou apenas grupos farmacofóricos estão presentes, híbridos sinérgicos podem ser obtidos, os quais exibem a mesma atividade farmacológica, mas atuam em diferentes alvos bioquímicos (Abdel-aziz, 2017).

A principal função desta estratégia é aumentar a atividade farmacológica de diferentes maneiras. Em híbridos de dupla ação, os fármacos ou farmacóforos estão ligados covalentemente e têm diferentes atividades biológicas, mas têm uma certa relação com as condições patológicas do paciente. Nesse caso, o híbrido, também denominado agente simbiótico, deve exercer dois efeitos farmacológicos únicos no combate às causas e sintomas causados pela doença. Finalmente, quando um fármaco ou farmacóforo é adicionado a um segundo fármaco ou farmacóforo, será obtido um híbrido regulador, que tem por função amenizar a atividade da outra parte (Lodige; Hirsch, 2015).

Algumas vantagens são obtidas com a utilização de Hibridização Molecular. Algumas delas consistem em: diminuição da resistência fisiológica à utilização crônica de algumas drogas; melhoramento da solubilidade; sinergismo, se as duas porções ativas desempenharem efeitos semelhantes; melhoramento das propriedades farmacocinéticas; entre outros benefícios (Araújo, 2015).

O motivo pelo qual há a diminuição dessa resistência à droga com moléculas híbridas pode ser considerado pela proteção mútua de cada fração farmacofórica. Com duas porções fazendo efeito, a diminuição de uma possível resistência com a utilização crônica ou aguda de uma substância, poderia trazer benefícios à utilização de fármacos de uso prolongado (Nepali *et al.*, 2014).

Em relação à solubilidade, utiliza-se uma combinação de dose fixa, pois, devido às diferentes solubilidades dos medicamentos parceiros, ocorrerão diferentes níveis de absorção. No entanto, com um híbrido, pode-se superar com ajustes finos necessários e garantir que o comprimido tenha níveis sanguíneos semelhantes. Se uma parte da molécula híbrida for mais solúvel que a outra, sua capacidade de absorção pode ser usada para promover a biodisponibilidade da outra parte (Abdel-aziz, 2017).

Quando dois medicamentos são administrados a um paciente ao mesmo tempo, eles podem agir independentemente um do outro, ou podem aumentar ou diminuir os efeitos terapêuticos ou tóxicos de um ou de outro medicamento. Para drogas híbridas, se as partes ativas das duas drogas parceiras estiverem ligadas entre si e se o espaçamento for apropriado, elas podem interagir sinergicamente e mostrar atividade mais alta do que o agente livre (Lodige; Hiersch, 2015).

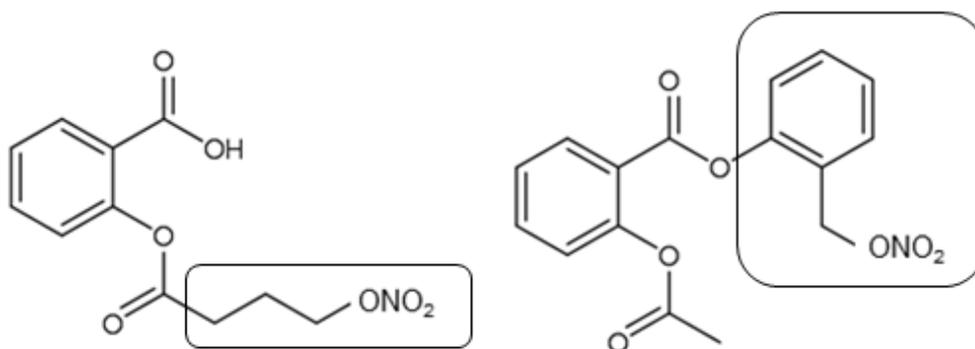
Comparado com dois medicamentos separados, as propriedades farmacocinéticas do híbrido são mais fáceis de prever e, portanto, mais fáceis de manipular. Portanto, problemas relacionados à farmacocinética, estabilidade metabólica de moléculas individuais ou efeitos colaterais são corrigidos na forma de híbridos, porque toda a molécula da droga pode ser tóxica em alguns casos, mas seu farmacóforo pode não necessariamente ser tóxico (Sashidhara *et al.*, 2010).

3.2.1 Híbrido com ligante

Os componentes selecionados são integrados por meio de um grupo de ligação exclusivo, que é adequadamente projetado para conectar dois compostos que formam um sistema conjugado, denominado grupo de ligação. A escolha da junção certa e do método de fixação certos são partes essenciais do projeto de conjugação. A escolha do adesivo

deve obedecer a certas normas químicas que justifiquem seu uso. Além de permitir que dois medicamentos sejam ligados para obter híbridos, eles também podem ser usados para modificar certas propriedades físico-químicas, por exemplo, para ajustar a solubilidade de compostos, como demonstrados na Figura 13 (Muller-Schiffa, 2012).

Figura 13 – Estrutura química da aspirina e ligantes.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os ligantes como observados na Figura 13, podem ser complexos, com diferentes grupos funcionais, como também possuir várias regiões de ligação, podendo gerar um híbrido mais complexo; como também ligantes simples, através de cadeias simples de carbono fazendo apenas uma ligação (Singh *et al.*, 2016).

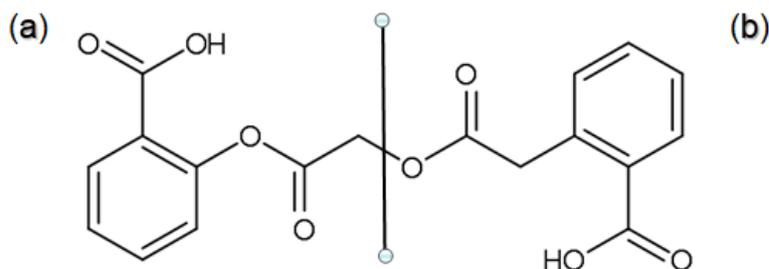
3.2.2 Híbrido Sem Ligante

Como o próprio nome já diz, a obtenção destes híbridos se faz por interação de regiões próprias entre as regiões pertencentes às duas moléculas. Quando estes são combinados, permitem a interações de forma que os epítomos de cada molécula fiquem ligeiramente sobrepostos ou não (Muller-Schiffa, 2012).

3.2.2.1 Híbrido Sem Ligante e Sem Sobreposição

O segundo método de ligação da estrutura envolve a ligação direta da molécula sem usar um ligante (fusão). Os farmacóforos dos dois componentes não se sobrepõem. O tamanho do ligante do composto diretamente fundido é reduzido, de modo que a estrutura do farmacóforo permanece basicamente em contato, o que é muito óbvio no caso de aspirina repetida, visualizada na Figura 14 (Moshin; Ahmad, 2018).

Figura 14 – Exemplo de Hibridização sem ligante e sem sobreposição.



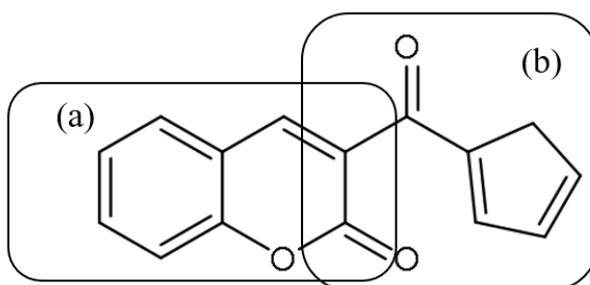
Fonte: Elaborado pelos autores. **Legenda:** (a) AAS; e (b) AAS.

Observa-se que as estruturas não se sobrepõem e a união é formada por uma ligação simples intermolecular.

3.2.2.2 Híbrido Sem Ligante com Sobreposição

A estrutura mais inovadora e consistente é o composto de fusão, que contém fragmentos selecionados de duas substâncias ativas, algumas das quais foram compartilhadas ou fundidas. Incorpora estruturas farmacológicas para maximizar o grau de sobreposição de cada parte da estrutura, resultando em moléculas menores e mais simples como demonstrados na Figura 15 (Aminake *et al.*, 2012).

Figura 15 – Exemplo de Híbrido sem ligante com sobreposição.



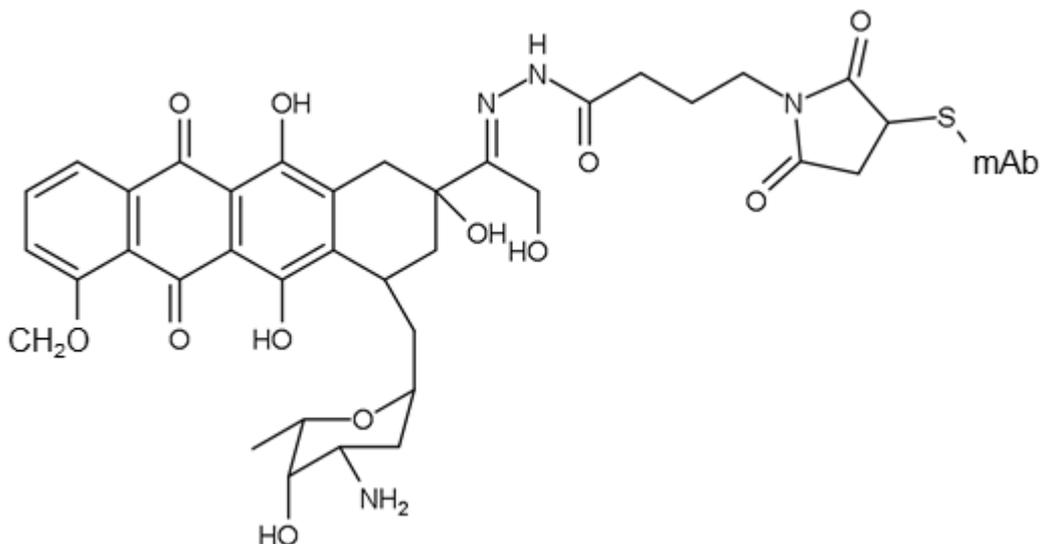
Fonte: Elaborado pelos autores. **Legenda:** (a) Cumarina; e (b) Chalcona.

3.2.3 Híbridos Conjugados a Polímeros ou Anticorpos

Além disso, moléculas filosóficas, como anticorpos, açúcares, peptídeos ou proteínas que são responsáveis pelo reconhecimento de células-alvo ou sítios receptores dentro das células-alvo podem se ligar seletivamente a receptores ou antígenos, como anticorpos, açúcares, peptídeos ou proteínas, são considerados porque eles têm potenciais portadores de drogas e transporte o papel dos ativos. Os conjugados de anticorpo-droga

podem ser uma classe importante de biofármacos altamente eficazes, combinando a capacidade de direcionar anticorpos monoclonais (mAb) com drogas de moléculas pequenas, observado na Figura 16 (Lu *et al.*, 2016).

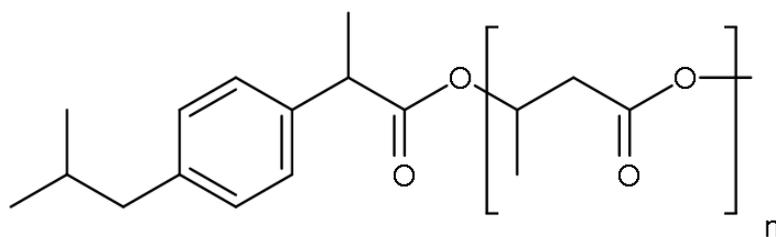
Figura 16 – Estrutura química da droga ligada a anticorpo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Atualmente, uma das tendências mais populares é a criação de diferentes terapias macromoleculares. O termo descreve várias classes diferentes de agentes, incluindo drogas poliméricas, conjugados polímero-droga, conjugados polímero-proteína e micelas de polímero covalentemente ligadas a drogas. A combinação de polímeros com moléculas ativas por meio de ligações covalentes leva a alterações nas propriedades físico-químicas e farmacocinéticas do fármaco e nas características de modificação do polímero, conforme a Figura 17 (Beck *et al.*, 2017).

Figura 17 – Exemplo de uma droga ligada a um polímero.



Fonte: Elaborado pelos autores.

3.3 Latenciação Molecular: vantagens e obtenção

O pró-fármaco é derivado de uma parte do fármaco ativo e se destina a ser transformado no corpo para liberar o fármaco ativo original. O método pró-fármaco é usado para superar as barreiras dos fármacos, farmacocinética ou farmacodinâmica, como baixa taxa de absorção oral, especificidade de sítio insuficiente e baixa estabilidade (Zaro, 2015).

Nos últimos anos, os pró-fármacos se tornaram cada vez mais populares e bem-sucedidos. Até o momento, cerca de 10% dos medicamentos vendidos no mundo são pró-fármacos (Santos *et al.*, 2016). Após a administração oral, o pró-fármaco é geralmente usado para aumentar a absorção do fármaco. Para este fim, os métodos de pró-droga tradicionais podem ser usados, por exemplo, para mascarar a parte carregada e aumentar a lipofilicidade da droga e a difusão passiva através de vários ésteres de ácido carboxílico, que liberam ácido carboxílico ativo após a hidrólise (Dahan *et al.*, 2014).

Recentemente, devido à pesquisa sobre transportadores e enzimas, surgiu uma nova abordagem de “pró-droga direcionada”, que usa o transporte mediado por carreadores para aumentar a absorção da droga. Naturalmente, este método requer uma compreensão considerável das propriedades moleculares e funcionais do transportador (Santos *et al.*, 2016).

Geralmente, o alvo desses pró-fármacos é uma enzima que tem a atividade de converter a parte ativa da administração inativa, melhorando a biodisponibilidade e as propriedades farmacológicas eficazes do composto original. Em suma, o local onde a concentração dessas enzimas é maior é a principal área onde essas partes ativas serão liberadas (Mahato *et al.*, 2011).

Por exemplo, temos o Citocromo p450, um sistema enzimático do fígado responsável pelo metabolismo de drogas, que é um alvo importante para drogas direcionadas. O genoma humano codifica 57 enzimas do citocromo P450, um terço das quais são utilizadas principalmente para o metabolismo desses corpos estranhos. Geralmente, enzimas que realizam processos de oxidação (como CYP3A4) são o principal interesse na ativação de pró-drogas. No entanto, outras enzimas P450 também são importantes participantes no metabolismo de drogas e na ativação de pró-drogas. (Montellano, 2013).

O importante papel dessas enzimas pode levar não apenas a essa biotransformação essencial durante o uso de pró-drogas, mas também ao tratamento direto. Enzimas expressas no câncer (Mahato *et al.*, 2011) devido à hipóxia, podem enviar esses

medicamentos para o local exato de ação e evitar a da toxicidade do medicamento em locais indesejados, como por exemplo células humanas normais (Sharma *et al.*, 2010).

Quando a solubilidade em água do modelo obtido é maior do que a do modelo original, o processo de geração do pró-fármaco (também conhecido como período de incubação) pode produzir um composto final hidrofílico, e quando a solubilidade lipídica do modelo é maior que a do composto original, pode ocorrer lipofilicidade. Na diversidade e aplicabilidade desses elementos, algumas bases para a obtenção de pró-drogas são listadas. Pelos achados da literatura atual, parece mais uma sugestão de classificação simples e convincente (Mahato *et al.*, 2011).

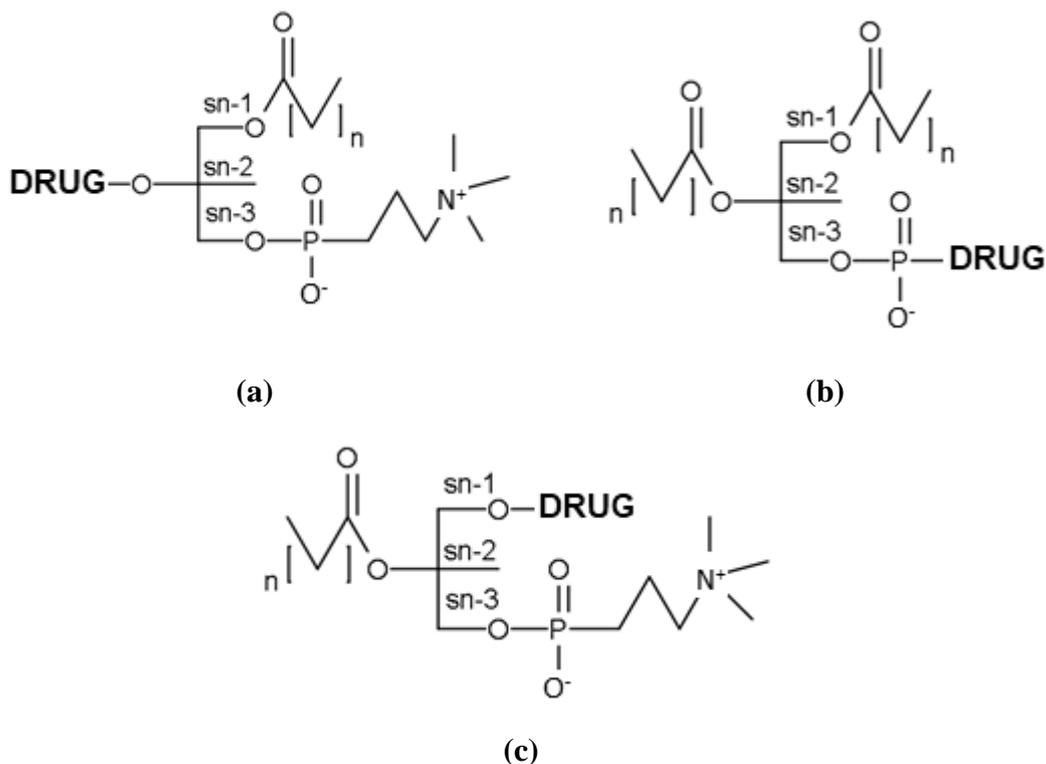
3.3.1 Pró-Fármaco em Base Lipídica

A fim de melhorar as propriedades físicas e químicas de drogas e propriedades biofarmacêuticas, métodos de pró-drogas têm sido usados cada vez mais. Para melhorar a eficácia, permite medicamentos direcionados, melhora a segurança dos medicamentos e promove o desenvolvimento de formulações e administração de medicamentos. Os pró-fármacos lipídicos contêm o fármaco original covalentemente ligado à porção lipídica – ácidos graxos, triglicerídeos, esteróides ou fosfolipídeos (PL) (Markovic *et al.*, 2018).

O projeto de pró-fármaco baseado em PL envolve a ligação covalente do fármaco ao fosfato de PL ou estrutura de glicerídeo (posição sn-1 ou sn-2). Diferentes estratégias de ligação levam a diferentes destinos anteriores de pró-drogas *in vivo*. A fosfolipase A2 (PLA 2) é a enzima responsável pela hidrólise do sn-2 localizado nos ácidos graxos PL, portanto, a conjugação da fração do fármaco a esta posição pode levar à ativação enzimática e liberação do pró-fármaco. No entanto, se a hidrólise mediada por PLA 2 deve ser evitada como um alvo, a droga precisa ser acoplada ao grupo fosfato ou posição sn-1 do PL (Irby *et al.*, 2017).

O projeto PL-pró-droga abrange três abordagens distintas: a substituição da fração de droga pelo ácido graxo ligado à estrutura do glicerídeo PL na posição sn-2, a ligação da fração de droga ao grupo fosfato do PL, ou a incorporação da fração de droga na posição sn-1 da estrutura do glicerídeo PL. Estas abordagens podem ser visualizadas na Figura 18, respectivamente.

Figura 18 - Abordagens do projeto de pró-fármaco baseado em PL envolve a ligação covalente do fármaco.

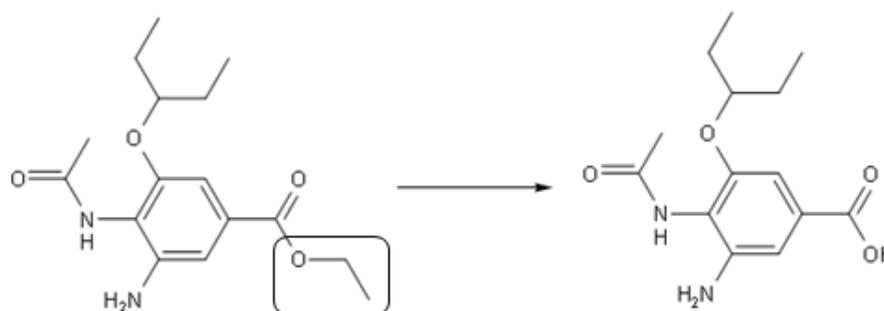


Fonte: Elaborado pelos autores. **Legenda:** (A) Posição sn-2 de ligação da droga, (B) Posição sn-3 de ligação da droga e (C) Posição sn-1 de ligação da droga.

Os pró-fármacos fornecem a possibilidade de superar as limitações inerentes ao fármaco original, como solubilidade limitada, má absorção/permeabilidade, instabilidade, difração da formulação do fármaco, efeitos colaterais ou toxicidade. O método pró-fármaco para a concepção de fármacos é um método versátil e poderoso que pode ser aplicado a múltiplas rotas de distribuição de fármacos. No entanto, a maioria dos pró-fármacos na prática clínica aumenta a permeabilidade dos fármacos, aumentando a lipofilicidade (Markovic *et al.*, 2018).

Alguns dos melhores exemplos de pró-fármacos nesta categoria incluem inibidores da ECA e alguns antibióticos. Dentre os inúmeros inibidores, o Oseltamivir é um pró-fármaco oral do carboxilato de oseltamivir, que é um inibidor seletivo da glicoproteína neuraminidase na gripe A e B, demonstrado na Figura 19 (Dahan *et al.*, 2012).

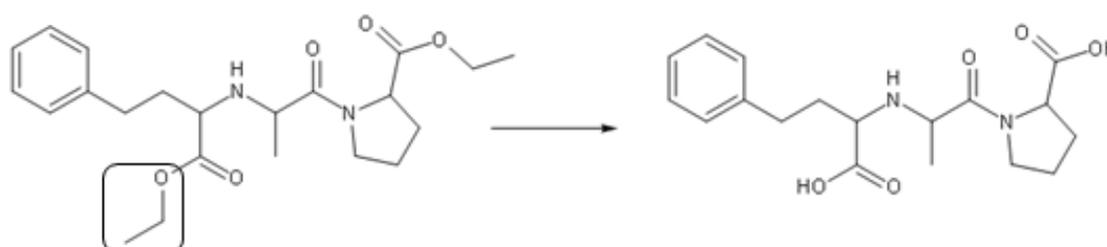
Figura 19 – Estrutura do éter etílico de Oseltamivir sendo convertido por reação enzimática a oseltamivir.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Estes fármacos presentes na Figura 19 e 20, como bem demonstrados, serão metabolizados e logo liberaram a porção ativa a desempenhar a atividade desejada.

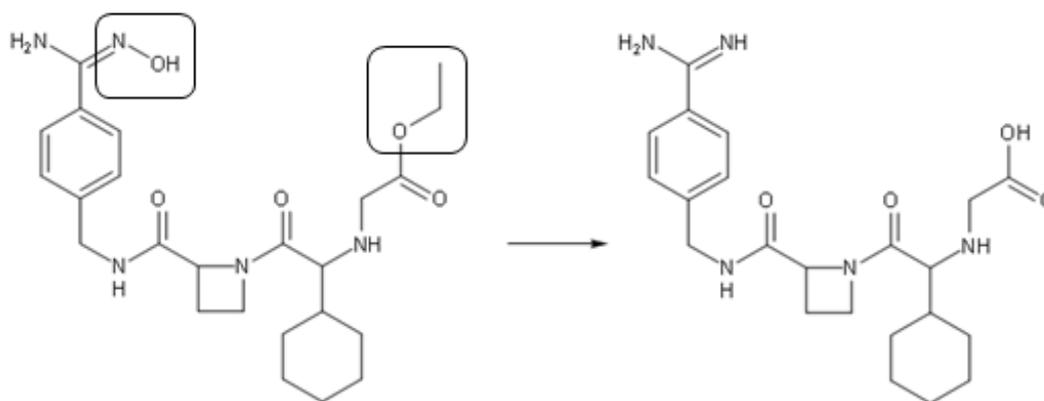
Figura 20 – Estrutura do maleato de enalapril sendo convertido através de reação enzimática a enalapril.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Outro exemplo, é o ximelagatran, um pró-fármaco do melagatran, que é o primeiro exemplo de um inibidor direto da trombina oral. Com o pró-fármaco duplo ximelagatran, a biodisponibilidade oral muito baixa de 3% do melagatran é aumentada para 20%, que contém um grupo éster etílico no final do ácido carboxílico e um grupo N-hidroxi no final. Portanto, a formação de melagatran requer duas reações metabólicas: redução de P450 e hidrólise de carboxilesterase (Figura 21) (Keisu; Andersson, 2010).

Figura 21 - Conversão de ximelagatran em melagatran



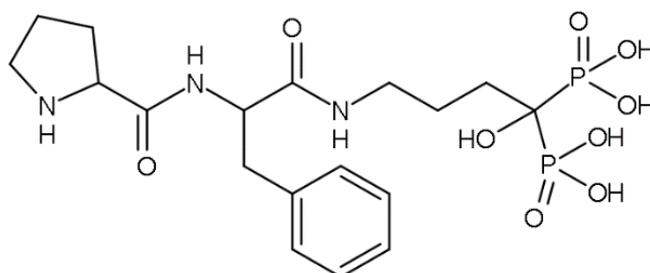
Fonte: Elaborado pelos autores.

3.3.2 Transportadores de Peptídeos

A pesquisa de proteínas de transporte é muito importante e tem feito contribuições significativas para o desenvolvimento de pró-drogas direcionadas aos transportadores de membrana. Os transportadores de peptídeos parecem ser alvos atraentes para o projeto de pró-fármacos porque são amplamente distribuídos por todo o intestino delgado e mostram capacidade de transporte suficientemente alta e especificações amplas de substrato (Koyama *et al.*, 2010).

Estudos indicam que os pró-fármacos, como as estruturas de Prolina, Fenilalanina e Alendronato juntas por latenciação (Figura 22), têm uma alta afinidade para os tecidos intestinais em comparação com o fármaco original, portanto, a biodisponibilidade oral é 3 vezes maior que a do fármaco original (Zhao, 2015).

Figura 22 – Conjugação de Prolina, Fenilalanina e Alendronato por latenciação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A latenciação implica na modificação desses compostos para criar uma nova molécula, incorporando grupos ou fragmentos específicos para aprimorar sua atividade ou biodisponibilidade. Esse processo envolve a ativação de compostos inativos por meio de enzimas, potencialmente gerando uma molécula ativa com propriedades desejadas. Dentro desse contexto, a latenciação dessas estruturas emerge como uma estratégia para desenvolver um novo composto com propriedades farmacológicas específicas.

3.3.3 Ésteres de Fosfato

Os ésteres são os pró-fármacos mais comumente usados devido à sua lipofilicidade aumentada. Estima-se que aproximadamente 49% de todos os pró-fármacos comercialmente disponíveis são ativados por hidrolases, incluindo carboxilesterase (CES). Vários álcoois diferentes podem ser usados para preparar ésteres à base de fósforo, e muitos exemplos foram relatados (Heidel; Dowd, 2019).

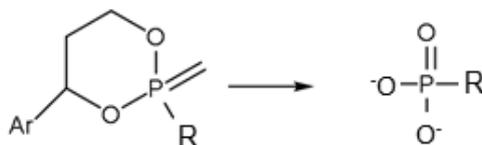
Vários álcoois diferentes podem ser usados para preparar ésteres à base de fósforo, e muitos exemplos foram relatados. Os diésteres de fosfonato derivados de álcoois naturais mais complexos, como a glicose, podem ser mais propensos à hidrólise metabólica. Muito do interesse inicial em pró-drogas de fosfonato pode ser atribuído a pesquisas importantes na busca de desenvolvimento de drogas contra o vírus da imunodeficiência humana (HIV), hepatite e outras doenças virais (Heidel; Dowd, 2019).

A diferença na quantidade de éster usada na formulação depende diretamente da carga do grupo fosfato ligado. Embora o pequeno diéster lipofílico possa neutralizar as duas cargas negativas no fosfato (ou fosfonato), promovendo assim a difusão passiva na membrana biológica, há muito que se reconheceu que os monoésteres também podem oferecer vantagens (Dembitsky *et al.*, 2018).

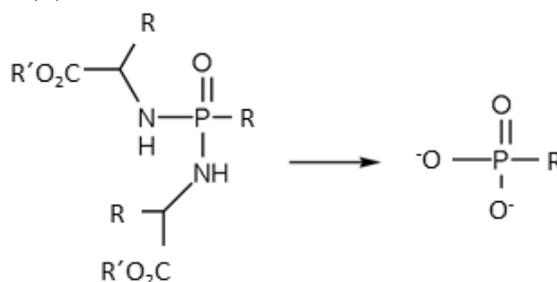
A chave para a estratégia do pró-fármaco é encobrir grupos funcionais tradicionalmente problemáticos. Estes geralmente fornecem oportunidades para interações únicas com o alvo, porém, são caracterizados por alta carga negativa e subsequente baixa biodisponibilidade (Heidel; Dowd, 2019). Os processos de ativação dos pró-fármacos podem ser exemplificados por meio da Figuras 23.

Figura 23 - Processos de ativação de pró-fármacos por enzimas: estratégias de Fosfato direcionado a CYP, Fosforamidase e Fosfolipase.

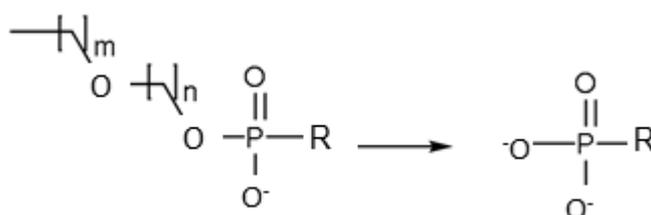
(a)



(b)



(c)



Fonte: Elaborado pelos autores. **Legenda:** (a) Fosfato direcionado a CYP, (b) Fosfato direcionado a Fosforamidase e (c) Fosfato direcionado a Fosfolipase.

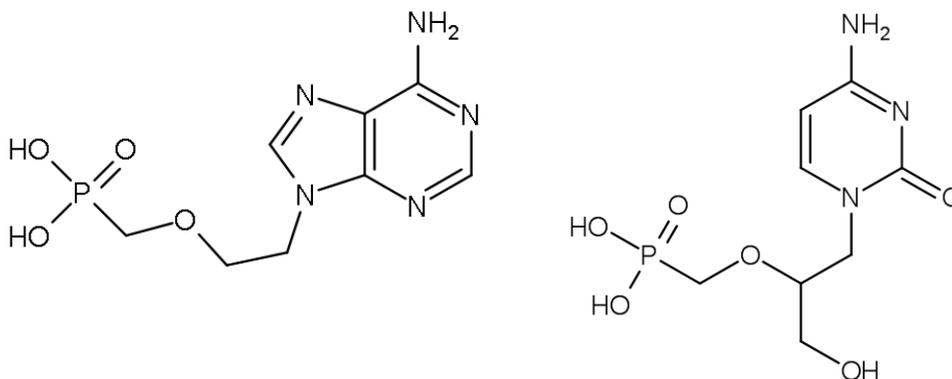
3.3.4 Análogos de Nucleosídeos Fosforilados

Análogos de nucleosídeos é um método eficaz que foi introduzido pela primeira vez há décadas e podem ser usados para tratar uma variedade de doenças, como câncer e infecções virais, como o vírus do herpes simplex (HSV), o citomegalovírus humano (HCMV), o vírus da imunodeficiência da hepatite (HIV), vírus da hepatite B (HBV) e vírus da hepatite C (HCV) recentemente. Atualmente, existem mais de 20 análogos de nucleosídeos clinicamente disponíveis para o tratamento de infecções virais e câncer.

Essas moléculas entram na célula por meio de transportadores (como transportadores de nucleosídeos concentrados) e peptídeos ou transportadores de difusão. Uma vez dentro da célula, os análogos de nucleosídeos são ativados por uma série de nucleosídeos e nucleotídeos quinases que são fosforilados gradualmente por eles, levando à formação de metabólitos monofosfato, difosfato e análogos de nucleosídeo

trifosforilados (Pertusat *et al.*, 2012). Grandes exemplos desta classe são Adefovir e Cidofovir (Figura 24), derivados de Adenina e Citosina, respectivamente.

Figura 24 – Estrutura do Adefovir e Cidofovir, respectivamente.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Estes análogos de nucleosídeos antivirais ativados (fosforilados) exercem seus efeitos por direcionamento e inibição de enzimas intracelulares (geralmente DNA codificado por um vírus ou RNA polimerase) e/ou pela incorporação de fitas de ácido nucleico viral que levam ao final do processo de extensão efeito terapêutico. No entanto, a administração de drogas semelhantes a nucleosídeos tem algumas limitações (Mehellou *et al.*, 2017). Os análogos de nucleosídeos são estruturalmente diferentes dos nucleosídeos naturais, tornando sua fosforilação por quinases celulares ou virais geralmente ineficazes. Em última análise, isso limita a formação de metabólitos trifosfato ativos (geralmente metabólitos análogos de nucleosídeos ativos) (Sinokrot, 2017).

Devido à baixa permeabilidade intestinal, geralmente apresentam baixa biodisponibilidade oral, pois geralmente são moléculas polares, que dificultam seu transporte por meio dos limites celulares através das vias paracelulares. Além disso, os usos terapêuticos de muitos análogos de nucleosídeos antivirais e anticâncer são ainda mais restritos pela resistência aos medicamentos, que ocorre por meio de uma série de mecanismos, incluindo: regulação negativa da nucleosídeo quinase ativada por análogos de nucleosídeo; Esgotamento do transportador; e metabólitos ativos que ativam o nucleosídeo fosforilado análogos (Pertusat *et al.*, 2012).

3.3.5 Carbamatos

Moléculas contendo carbamato (Figura 25) desempenham um papel importante na descoberta de medicamentos modernos e química medicinal. Os carbamatos orgânicos (ou carbamatos) são os elementos estruturais de muitos agentes terapêuticos aprovados.

Figura 25 – Versões do carbamato funcional.



Fonte: Elaborado pelos autores.

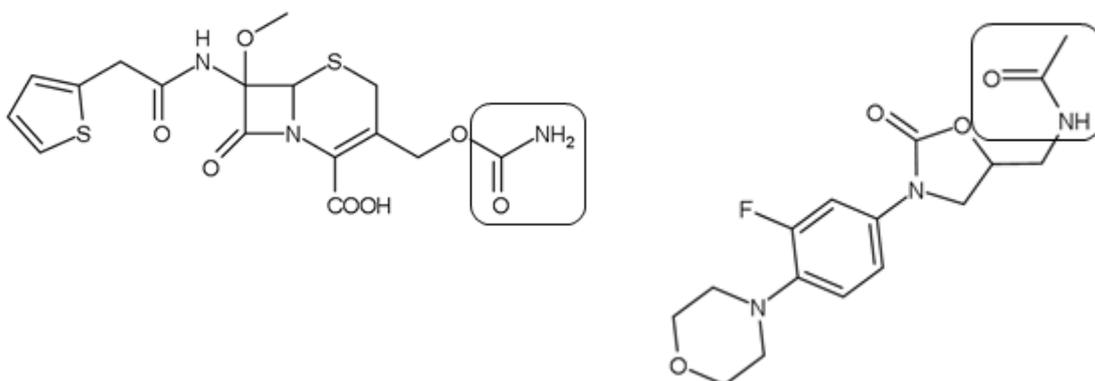
Estruturalmente, a funcionalidade dos carbamatos está relacionada às propriedades dos híbridos de amida-éster e eles geralmente apresentam uma boa estabilidade química e proteolítica. Os carbamatos são amplamente usados como substitutos de ligações peptídicas na química farmacêutica. Isso se deve principalmente à sua estabilidade química e capacidade de penetrar nas membranas celulares. Outra característica única dos carbamatos é sua capacidade de regular as enzimas ou receptores alvo e as interações intermoleculares e intermoleculares (Ghosh; Brindisi, 2015).

Moléculas baseadas em peptídeos são um importante ponto de partida para a descoberta de drogas, especialmente no projeto de inibidores de enzimas. Devido à alta afinidade e especificidade das moléculas baseadas em peptídeos para funções biológicas, elas também podem servir como valiosas ferramentas de pesquisa. No entanto, a baixa estabilidade *in vivo*, propriedades farmacocinéticas insuficientes e baixa biodisponibilidade geralmente limitam seu uso mais amplo. Portanto, vários miméticos de peptídeos estão sendo desenvolvidos para melhorar as propriedades semelhantes a drogas, bem como aumentar a potência, eficiência e maior duração de ação (Reimer *et al.*, 2016).

Essas funções fornecem estabilidade metabólica relacionada à aminopeptidase, que é uma enzima envolvida no metabolismo de drogas peptídicas. Para os carbamatos, o papel emergente na química medicinal também se deve à sua estabilidade química e capacidade de aumentar a permeabilidade através das membranas celulares. Essas propriedades dos carbamatos orgânicos foram exploradas no projeto da droga. Como resultado, os motivos carbamato estão se tornando uma alternativa às ligações peptídicas

(Ghosh; Brindisi, 2015). Esses conceitos são ilustrados na Figuras 26, que mostram as estruturas da Cefoxitina e da Linezolida, respectivamente.

Figura 26 – Estrutura da Cefoxitina e da Linezolida, respectivamente.



Fonte: Elaborado pelos autores.

3.4 Simplificação Molecular

O método de simplificação molecular foi originalmente usado para obter compostos estruturalmente mais simples a partir de protótipos naturais complexos ativos. Esta nova estratégia de planejamento molecular de drogas foi inicialmente usada empiricamente sem conhecimento prévio dos diferentes efeitos farmacodinâmicos das diferentes subunidades estruturais do protótipo, geralmente (mas não limitado a) fontes naturais (Barreiro; Fraga, 2014).

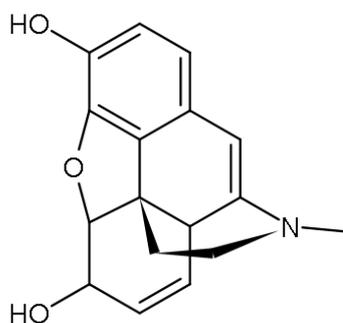
Atualmente, os avanços observados no estudo da relação entre estrutura química e atividade têm permitido que a estratégia seja utilizada de forma racional, retendo as subunidades farmacóforas naturais ou sintéticas previamente identificadas nos compostos protótipos selecionados (Guido *et al.*, 2010).

Não é novidade que os produtos naturais (NPs) são recursos abundantes para a descoberta e desenvolvimento de medicamentos. No entanto, a estrutura química complexa dos NPs geralmente complica a síntese total e traz propriedades desfavoráveis. Portanto, simplificar estruturas complexas sem reduzir a atividade biológica necessária é uma estratégia eficaz para melhorar a acessibilidade da síntese e acelerar o processo de desenvolvimento de drogas (Wang *et al.*, 2019).

Um exemplo clássico de simplificação da estrutura dos NPs é o desenvolvimento de analgésicos derivados da morfina simplificados, nos quais o complexo sistema de cinco anéis da morfina (Figura 27) foi gradualmente simplificado. A redução sistemática da complexidade do sistema de anéis levou a uma série de analgésicos semissintéticos ou

sintéticos. O desenvolvimento bem-sucedido de derivados simplificados da morfina também fornece alguns princípios para outras simplificações estruturais. Primeiramente reduzir a complexidade da estrutura e eliminar centros quirais é uma forma eficaz de projetar moléculas simplificadas (Ignani *et al.*, 2016).

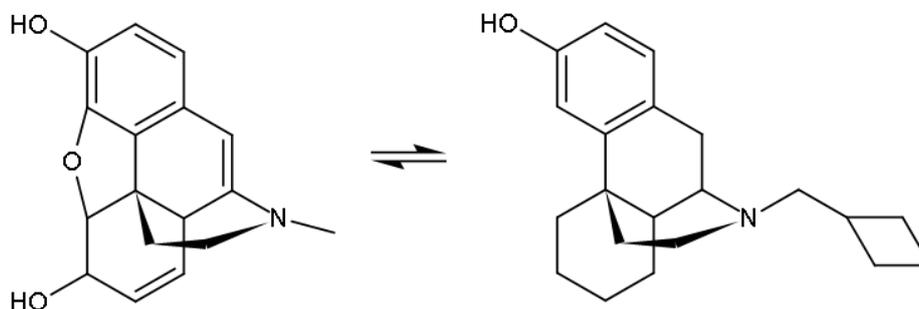
Figura 27 – Estrutura química da morfina.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A retenção dos principais grupos farmacóforos adequando esta, a uma conformação simples e dinâmica é essencial para a atividade biológica. Em comparação com a morfina, vários análogos simplificados da morfina, como butofanol (Figura 28) mostraram maior potência e efeitos colaterais viciantes reduzidos.

Figura 28 – Morfina convertida em Butofanol após processo de simplificação molecular.

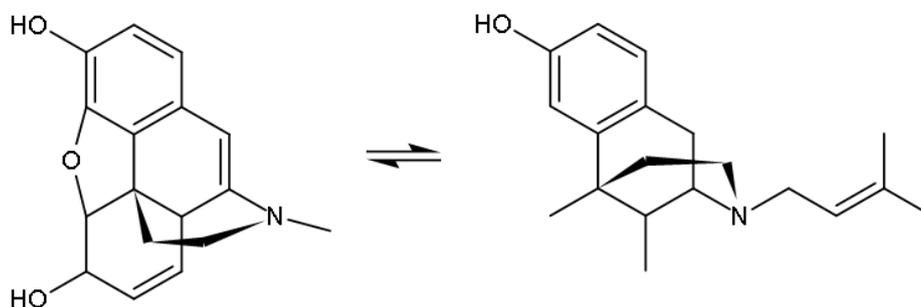


Fonte: Elaborado pelos autores.

A morfina é principalmente um agonista do receptor m e do receptor opioide k, enquanto a Pentazocina (Figura 29) é um agonista do receptor k opioide e um antagonista do receptor m. A estrutura da petidina (Figura 30) é caracterizada pela presença de um sistema piperidínico semelhante à morfina, no qual o carbono quaternário está ligado ao

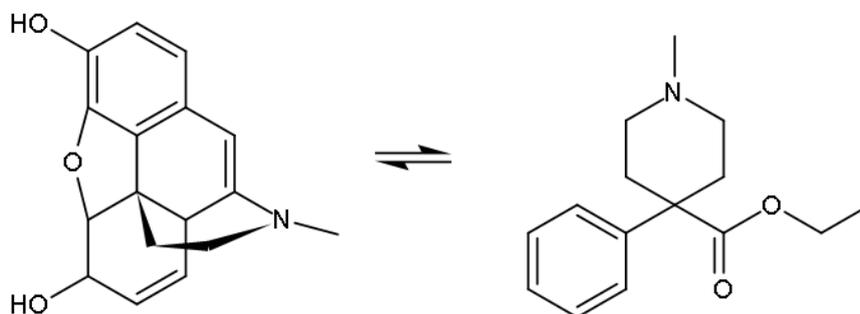
anel benzênico. Isso corresponde ao grupo de eficácia clássico de analgésicos hipnóticos opioides (Barreiro; Fraga, 2014).

Figura 29 - Morfina convertida em Pentazocina após processo de simplificação molecular.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 30 - Morfina convertida em Petidina após processo de simplificação molecular.

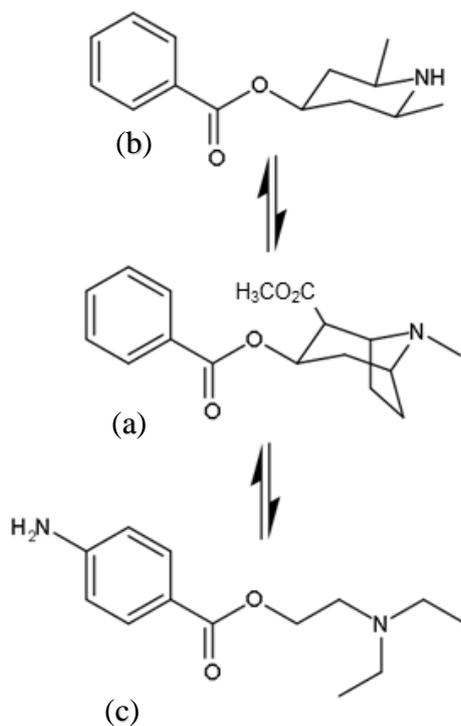


Fonte: Elaborado pelos autores.

A simplificação molecular inclui a modificação molecular ou estratégias de otimização, que podem não só melhorar a cinética e as propriedades cinéticas da droga, mas também eliminar a toxicidade e/ou atividades adicionais da molécula protótipo, como a dependência. Por exemplo, simplificando a estrutura do anestésico local cocaína (Figura 31) em procaína e eucaína, retendo as propriedades dos anestésicos locais, eliminando assim os alucinógenos relacionados à cocaína (Wang *et al.*, 2019).

O objetivo é extrair informações sobre a estrutura mínima necessária para desenvolver a atividade farmacológica (farmacóforo). Além disso, também são importantes informações sobre a população que causa efeitos adversos para melhorar o tratamento medicamentoso por ineficiência nesse sentido (Mendez; Medina, 2017).

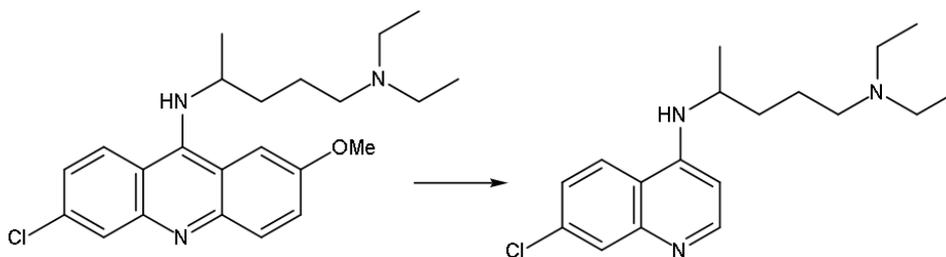
Figura 31 – Estruturas de cocaína e seus derivados procaína e eucaína.



Fonte: Elaborado pelos autores. **Legenda:** (a) Cocaína, (b) Eucaína e (c) Procaína.

No campo da quimioterapia, a cloroquina é um exemplo típico. Esse antimalárico é resultado de uma estratégia de simplificação molecular utilizada pelo antimalárico Mepacrina, Figura 32, descrito em 1932 (Guido *et al.*, 2010).

Figura 32 – Cloroquina derivada de mepacrina através do processo de simplificação molecular.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4 CONCLUSÃO

A química medicinal enfrenta desafios significativos no Brasil e no mundo, incluindo a escassez de elementos eficazes para o combate de novas doenças, o surgimento de resistência a medicamentos por microrganismos ou pela espécie humana e a melhoria da farmacocinética dos medicamentos. A racionalização dos fármacos tem sido uma abordagem promissora, possibilitada pelo avanço das tecnologias de produção e desenvolvimento de medicamentos, reduzindo a necessidade de estudos empíricos em estágios iniciais. Isso diminui os riscos potenciais associados a esses elementos a longo prazo. O crescimento da Química Farmacêutica Medicinal mundial e o avanço no processamento de dados estão impulsionando inovações na área, destacando a importância de investimentos teóricos e econômicos nesse campo.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-AZIZ, H. A. ELDEHNA, W. M.; KEETON, A. B.; PIAZZA, G. A.; KADI, A. A.; ATTWA, M. W.; ABDELHAMEED, A. S.; ATTIA, M. I. Isatin-benzoazine molecular hybrids as potential antiproliferative agents: synthesis and in vitro pharmacological profiling. **Drug Design, Development and Therapy**, v. 11, p. 2333, 2017.
- AMINAKE, M. N.; MAHAJAN, A.; KUMAR, V.; HANS, R.; WIESNER, L.; TAYLOR, D.; DE KOCK, C.; GROBLER, A.; SMITH, P. J.; KIRSCHNER, M.; RETHWILM, A.; PRADEL, G.; CHIBALE, K. Synthesis and evaluation of hybrid drugs for a potential HIV/AIDS-malaria combination therapy. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 20, p. 5277–5289, 2020.
- ARAUJO, C. R. M. SANTOS, V.; MAIA, G.; GONÇALVES, A. Desenvolvimento de fármacos por hibridação molecular: uma aula prática de química medicinal usando comprimidos de paracetamol e sulfadiazina e a ferramenta virtual Scifinder®. **Química Nova**, São Paulo, v. 38, n. 6, p. 868-873, 2015.
- AVER, G. M.; KREUTZ, O. C.; SUYENAGA, E. S. Métodos de Obtenção De Fármacos Sob a Óptica da Química Medicinal. **Revista Conhecimento Online**, v. 2, p. 63-73, 2015.
- BALLATORE, C.; HURYN, D. M.; SMITH III, A. B. Carboxylic acid (bio) isosteres in drug design. **ChemMedChem**, v. 8, n. 3, p. 385-395, 2013.
- BARREIRO, E. J.; FRAGA, C. A. M. Química Medicinal: As bases moleculares da ação dos fármacos. **Artmed Editora**, 2014.
- BECK, A.; GOETSCH, L.; DUMONTET, C.; CORVAIA, N. Strategies and challenges for the next generation of antibody-drug conjugates. **Nature Reviews Drug Discovery**, v. 16, n. 5, p. 315-337, 2017.

CARBONNEL, E.; POISSON, T.; JUBAULT, P.; PANNECOUCKE, X.; BESSET, T. Recent Advances for the Direct Introduction of the CF₂Me Moiety. **Frontiers in Chemistry**, v. 7, p. 111, 2019.

COTERON, J. M.; MARCO, M.; ESQUIVIAS, J.; DENG, X.; WHITE, K. L.; WHITE, W.; KOLTUN, M.; MAZOUNI, F.; KOKKONDA, S.; KATNENI, K.; BHAMIDIPATI, R.; SHACKLEFORD, D. M.; ANGULO-BARTUREN, I.; FERRER, S. B.; JIMÉNEZ-DÍAZ, M. B.; GAMO, F. J.; GOLDSMITH, E. J.; CHARMAN, W. N.; BATHURST, I.; FLOYD, D.; MATTHEWS, D.; BURROWS, J. N.; RATHOD, P. K.; CHARMAN, S. A.; PHILLIPS, M. A. Structure-Guided Lead Optimization of Triazolo pyrimidine Ring Substituents Identifies Potent Plasmodium falciparum Dihydroorotate Dehydrogenase Inhibitors with Clinical Candidate Potential. **Journal of Medicinal Chemistry**, 54, 5540–5561, 2011.

SANTOS, S. S.; FERREIRA, E. I.; GIAROLLA, J. Dendrimer prodrugs. **Molecules**, v. 21, n. 6, p. 686, 2016..

DAHAN, A.; KHAMIS, M.; AGBARIA, R.; KARAMAN, R. Targeted prodrugs in oral drug delivery: The modern molecular biopharmaceutical approach. **Expert Opinion on Drug Delivery**, v. 9, p. 1001-1013, 2012.

DAHAN, A.; ZIMMERMANN, E. M.; BEN-SHABAT, S. Modern prodrug design for targeted oral drug delivery. **Molecules**, v. 19, n. 10, p. 16489-16505, 2014.

DEMO, P. **Pesquisa: Princípios científicos e educativos**. 7ª edição, São Paulo: Cortez, 2000. Discover. 2017, 16, 315–337.

DEMBITSKY, V. M.; GLORIOZOVA, T. A.; SAVIDOV, N. Steroid phosphate esters and phosphosteroids and their biological activities. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 102, n. 18, p. 7679-7692, 2018.

GHOSH, A. K.; BRINDISI, M. Organic carbamates in drug design and medicinal chemistry. **Journal of medicinal chemistry**, v. 58, n. 7, p. 2895-2940, 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: atlas, 2004.

GUIDO, R. V. C.; ANDRICOPULO, A. D.; OLIVA, G. Planejamento de fármacos, biotecnologia e química medicinal: aplicações em doenças infecciosas. **Estudos avançados**, v. 24, n. 70, p. 81-98, 2010.

HANN, M. M.; KESERU, G. M. Finding the sweet spot: the role of nature and nurture in medicinal chemistry. **Nature Reviews Drug Discovery**, v. 11, p. 355-365, 2012.

HEIDEL, K. M.; DOWD, C. S. Phosphonate prodrugs: an overview and recent advances. **Future medicinal chemistry**, v. 11, n. 13, p. 1625-1643, 2019.

HUTTUNEN, K. M.; RAUNIO, H.; RAUTIO, J. Prodrugs—From serendipity to rational design. **Pharmacological Reviews**, v. 63, p. 750–771, 2011.

IAKOBSON, G. V.; ERKHITUEVA, E. B.; SVINTSITSKAYA, N. I. Phosphorylation of 5-substituted NH-tetrazoles with dimethyl chloroacetylenephosphonate. **Russian Journal of General Chemistry**, v. 85, p. 2219–2221, 2015.

IMAI, T. Prodrug Approach in Current Drug Discovery. **Drug metabolism and pharmacokinetics**, v. 26, n. 4, p. 307-308, 2011.

IRBY, D.; DU, C.; LI, F. Lipid–Drug Conjugate for Enhancing Drug Delivery. **Molecular Pharmaceutics**, v. 14, p. 1325–1338, 2017.

KEISU, M.; ANDERSSON, T. B. Drug-induced liver injury in humans: the case of ximelagatran. **Handbook of Experimental Pharmacology**, n. 196, p. 407-418, 2010.

KOYAMA K, TAKAHASHI, M.; NAKAI, N.; TAKAKUSA, H.; MURAI, T.; HOSHI, M.; YAMAMURA, N.; KOBAYASHI, N.; OKAZAKI, O. Pharmacokinetics and disposition of CS-8958, a long-acting prodrug of the novel neuraminidase inhibitor laninamivir in rats. **Xenobiotica**, v. 40, p. 207-216, 2010.

LASSALAS, P.; OUKOLOFF, K.; MAKANI, V.; JAMES, M.; TRAN, V.; YAO, Y.; HUANG, L.; VIJAYENDRAN, K.; MONTI, L.; TROJANOWSKI, J. Q.; LEE, V. M. Y.; KOZLOWSKI, M. C.; SMITH, A. B.; BRUNDEN, K. R.; BALLATORE, C. Evaluation of oxetan-3-ol, thietan-3-ol, and derivatives thereof as bioisosteres of the carboxylic acid functional group. **ACS Medicinal Chemistry Letters**, v. 8, n. 8, p. 864-868, 2017.

LÖDIGE, M.; HIRSCH, L. Design and Synthesis of Novel Hybrid Molecules against Malaria. **International Journal of Medicinal Chemistry**, v. 2015, p. 458319, 2015.

LU, J.; JIANG, F.; LU, A.; ZHANG, G. Linkers tendo um papel crucial em conjugados antibody-drug. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 17, p. 561, 2016..

MAHATO, R.; TAI, W.; CHENG, K. Prodrugs for improving tumor targetability and efficiency. **Advanced drug delivery reviews**, v. 63, n. 8, p. 659-670, 2011.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 6ª edição, São Paulo: Atlas, 2007.

MARKOVIC, M. BEN-SHABAT, S.; KEINAN, S.; APONICK, A.; ZIMMERMANN, E. M.; DAHAN, A. Prospects and challenges of phospholipid-based prodrugs. **Pharmaceutics**, v. 10, n. 4, p. 210, 2018.

MARTINS, G. A.; PINTO, R. L. **Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos**. São Paulo: Atlas, 2001.

MENDEZ-LUCIO, O.; MEDINA-FRANCO, J. L. The many roles of molecular complexity in drug discovery. **Drug Discovery Today**, v. 22, p. 120-126, 2017.

MEHELLOU, Y.; RATTAN, H. S.; BALZARINI, Jan. The ProTide Prodrug Technology: From the Concept to the Clinic: Miniperspective. **Journal of medicinal chemistry**, v. 61, n. 6, p. 2211-2226, 2017.

MIGNANI, S.; HUBER, S.; TOMAS, H.; RODRIGUES, J.; MAJORAL, J. P. Compound high-quality criteria: a new vision to guide the development of drugs, current situation. **Drug Discovery Today**, v. 21, p. 573-584, 2016.

MOSHIN, N. A.; AHMAD, M. Hybrid organic molecule as anti-inflammatory agents: uma revisão das características estruturais e da atividade biológica. **Turkish Journal of Chemistry**, v. 42, p. 1-20, 2018.

MÜLLER-SCHIFFA, A.; STICHT, H.; KORTH, C. Hybrid compostos: de combinações simples a nanomáquinas. **Biodroga**, v. 26, p. 21-31, 2012.

NEPALI, K.; SHARMA, S.; SHARMA, M.; BEDI, P. M.; DHAR, K. L. Rational approaches, design strategies, structure-activity relationship, and mechanistic insights for anticancer hybrids. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 77, p. 422-487, abr. 2014.

MONTELLANO, P. R. O. Cytochrome P450-activated prodrugs. **Future medicinal chemistry**, v. 5, n. 2, p. 213-228, 2013.

PAWEŁCZYK, A. SOWA-KASPRZAK, K.; OLENDER, D.; ZAPRUTKO, L. Molecular consortia—Various structural and synthetic concepts for more effective therapeutics synthesis. **International journal of molecular sciences**, v. 19, n. 4, p. 1104, 2018.

PERTUSAT, F.; SERPI, M.; MCGUIGAN, C. Medicinal chemistry of nucleoside phosphonate prodrugs for antiviral therapy. **Antiviral Chemistry and Chemotherapy**, v. 22, n. 5, p. 181-203, 2012.

REUTLINGER, M.; RODRIGUES, T.; SCHNEIDER, P.; SCHNEIDER, G. Multi-objective molecular de novo design by adaptive fragment prioritization. **Angewandte Chemie International Edition**, v. 53, p. 4244-4248, 2014.

RIEMER, D.; HIRAPARA, P.; DAS, S. Chemoselective synthesis of carbamates using CO₂ as carbon source. **ChemSusChem**, v. 9, n. 15, p. 1916-1920, 2016.

SASHIDHARA, K. V. *et al.* Synthesis and in vitro evaluation of novel coumarin-chalcone hybrids as potential anticancer agents. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v. 20, p. 7205-7211, 2010.

SHARMA, A.; ARAMBULA, J. F.; KOO, S.; KUMAR, R.; SINGH, H.; SESSLER, J. L.; KIM, J. S. Hypoxia-targeted drug delivery. **Chemical Society Reviews**, v. 48, n. 3, p. 771-813, 2019.

SHIE, J. J.; FANG, J. M. Development of effective anti-influenza drugs: congeners and conjugates – a review. **Journal of Biomedical Science**, v. 26, p. 84, 2019.

SILVA, D. G. V.; TRENTINI, M. Narrativas como técnica de pesquisa em enfermagem. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 10, n. 3, 2002.

SINGH, M.; KAUR, M.; CHADHA, M.; SILAKARI, O. M. Hybrids: A new paradigm for treating Alzheimer's disease. **Molecular Diversity**, v. 20, p. 271–297, 2016.

SINOKROT, H.; SMERAT, T.; NAJJAR, A.; KARAMAN, R. Advanced prodrug strategies in nucleoside and non-nucleoside antiviral agents: A review of the recent five years. **Molecules**, v. 22, n. 10, p. 1736, 2017.

TRENTINI, M.; PAIM, L. **Pesquisa em Enfermagem**. Uma modalidade convergente-assistencial. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.

WANG, S.; DONG, G.; SHENG, C. Structural simplification: an efficient strategy in lead optimization. **Acta Pharmaceutica Sinica B**, v. 9, n. 5, p. 880-901, 2019.

ZARO, J. L. Lipid-based drug carriers for prodrugs to enhance drug delivery. **AAPS Journal**, v. 17, p. 83–92, 2015.

ZHAO, D.; LU, K. Substrates of the human oligopeptide transporter hPEPT2. **Biosci Trends**, v. 9, n. 4, p. 207-213, 2015.

ZOU, Y.; LIU, L.; LIU, J.; LIU, G. Bioisosteres in drug discovery: focus on tetrazole. **Future Medicinal Chemistry**, v. 12, n. 2, p. 91-93, 2020.

CAPÍTULO 9

O USO DOS AGROTÓXICOS NAS LAVOURAS: UMA ABORDAGEM BIBLIOGRÁFICA

Eurivaldo Sales Leal
Arthur Francisco de Paiva Alcântara
Francisco Renan Clementino Santos
Layse Policarpo Moita da Silva
Florisvaldo Clementino Santos Filho*

RESUMO

Uma ampla variedade de agrotóxicos é empregada nas lavouras, muitos dos quais são proibidos em outras nações, mas autorizados pela legislação brasileira. Isso expõe os trabalhadores rurais que manuseiam esses produtos ao perigo de contaminação. Este estudo visa à condução de uma revisão bibliográfica dos principais agrotóxicos utilizados nas lavouras, destacando os impactos na saúde humana, além de mapear os agrotóxicos mais prevalentes e identificar as doenças mais comuns entre os agricultores que lidam com esses produtos. Utilizou-se uma análise de artigos científicos provenientes de bases de dados especializadas. O estudo aborda as características químicas dos agrotóxicos e seus efeitos na saúde e no meio ambiente. Espera-se que este trabalho sirva como ferramenta educativa para comunidades envolvidas no uso desses agrotóxicos, destacando a importância do manejo adequado para prevenir danos à saúde e ao ambiente.

Palavras-chave: Defensivos Agrícolas. Toxicidades de Agrotóxicos. Educação Ambiental. Impactos Ambientais. Trabalhadores Rurais.

* Autor correspondente: florisvaldosantos@ufpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como um dos maiores produtores mundiais de alimentos, fibras e biocombustíveis, mas paradoxalmente lidera o consumo global de agrotóxicos. Na safra de 2012, mais de 1 bilhão de litros desses produtos foram aplicados em seus vastos campos, especialmente em culturas como soja, milho, cana-de-açúcar, algodão, cítricos, café e hortaliças (Carneiro *et al.*, 2012). Essa intensificação do uso de insumos químicos, a partir dos anos 1960, impulsionou a produção agrícola em larga escala, porém, acarretou graves consequências ambientais e de saúde pública devido à contaminação do meio ambiente e dos alimentos consumidos pela população (Pelaez, 2011; Faria, 2009; Porto, 2012).

Os trabalhadores rurais, pressionados pela necessidade de atender à demanda crescente por alimentos, enfrentam altos riscos de exposição aos agrotóxicos, devido ao uso excessivo e à manipulação desses produtos. Nesse contexto, torna-se essencial compreender os impactos ambientais e de saúde decorrentes do uso desses químicos e analisar sua toxicidade, especialmente nas lavouras de soja, visando mitigar danos e proteger a saúde humana (Associação Brasileira de Saúde Coletiva, 2013).

Para tanto, é fundamental compreender a classificação dos agrotóxicos, considerando sua natureza química e toxicidade. A toxicologia, ciência que investiga os efeitos nocivos das substâncias químicas em organismos vivos, fornece a base para essa compreensão, destacando a importância da avaliação de riscos e da proteção dos expostos (Moreau, 2015). A classificação química dos agrotóxicos, em inorgânicos, vegetais, bacterianos e fúngicos, e orgânicos sintéticos, delinea suas características e potenciais impactos (ANVISA, 2009). Além disso, a identificação da toxicidade dos agrotóxicos, categorizada em diferentes classes conforme estabelecido pela ANVISA, é importante para compreender os riscos associados ao seu uso e adotar medidas preventivas adequadas (ANVISA, 2009). Os principais agrotóxicos em uso incluem inseticidas, fungicidas e herbicidas, cada um destinado a controlar diferentes tipos de pragas, doenças e plantas daninhas (Londres, 2012). A Tabela 1 lista a classificação dos agrotóxicos baseada na toxicidade.

Tabela 1 – Classe e toxicidade dos agrotóxicos.

Classe	Toxicidade	Faixa de cor
CLASSE I	Extremamente tóxico	Cor vermelha
CLASSE II	Altamente tóxico	Cor amarela
CLASSE III	Medianamente tóxico	Cor azul
CLASSE IV	Pouco tóxico	Cor verde

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os danos à saúde humana decorrentes da exposição aos agrotóxicos não se restringem apenas aos trabalhadores rurais. Comunidades vizinhas às áreas agrícolas, consumidores de alimentos contaminados e pessoas expostas à água contaminada também estão em risco (Luna; Sales; Silva, 2005). Essa preocupação é ainda mais premente quando se considera a falta de regulamentação eficaz e o uso indiscriminado desses produtos, conforme destacado por pesquisas recentes (Bombardi, 2013).

Dessa forma, este estudo busca alertar sobre os potenciais riscos à saúde humana associados ao uso de agrotóxicos, especialmente na região de Joaquim Pires no estado do Piauí e conscientizar produtores e autoridades locais sobre a importância de adotar práticas agrícolas mais seguras e sustentáveis. Além disso, visa identificar os impactos específicos que o uso desses produtos pode ter sobre a saúde humana, contribuindo assim para uma gestão mais responsável das áreas agrícolas e para a promoção de alternativas de produção mais saudáveis e sustentáveis.

2 METODOLOGIA

Neste estudo, será explorado a temática dos agrotóxicos na agricultura, uma área de grande relevância para a saúde humana e ambiental. Inicialmente, foram identificados e organizados os principais agrotóxicos em uma tabela, proporcionando uma visão clara e sistematizada desses produtos. Em seguida, foi realizada uma extensa pesquisa em bases de dados científicos reconhecidos, como MEDLINE®, LILACS e BDENF, em busca de artigos que abordassem essa temática de maneira abrangente e detalhada.

Com base nessa revisão bibliográfica, aprofundou-se o conhecimento sobre as características químicas e toxicológicas de cada agrotóxico, investigando-se os possíveis impactos das intoxicações agudas e crônicas associadas a esses produtos. O objetivo principal deste estudo é compreender a influência dos agrotóxicos na saúde humana,

visando desenvolver estratégias preventivas e protetivas mais eficazes para mitigar os riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

Por meio dessa investigação, busca-se contribuir para um entendimento mais amplo e detalhado dos desafios e implicações relacionados ao uso de agrotóxicos na agricultura, fornecendo subsídios para a promoção de práticas agrícolas mais seguras e sustentáveis.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Muitos trabalhos acadêmicos se dedicam à temática ambiental, buscando não apenas gerar conhecimento, mas também promover a conscientização e a capacitação dos cidadãos para agirem de forma responsável e engajada na preservação do meio ambiente. Essa abordagem visa formar indivíduos aptos a compreenderem e atuarem na realidade socioambiental, priorizando a vida e o bem-estar de todos, tanto em níveis locais quanto globais (Brasil, 1997).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os agrotóxicos são produtos químicos sintéticos listados na Tabela 2, desenvolvidos para combater pragas como insetos, larvas, fungos e carrapatos. A justificativa para o uso desses produtos é controlar doenças transmitidas por esses organismos e regular o crescimento da vegetação, tanto em ambientes rurais quanto urbanos (Brasil, 2002; Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva, 2021).

Tabela 2 - Principais agrotóxicos, classificação e toxicidade dos agrotóxicos.

Nome	Classificação	Toxicidade
Endosulfan®	Inseticida	Classe II – Altamente tóxico
Dimetoato®	Inseticida e Acaricida	Classe II – Altamente tóxico
Diflubenzuron®	Inseticida	Classe I – Extremamente Tóxico
Glifosato®	Herbicida	Classe I – Extremamente Tóxico
Triclorfon®	Fungicida	Classe IV – Pouco Tóxico
2,4-D®	Herbicida	Classe I – Extremamente Tóxico

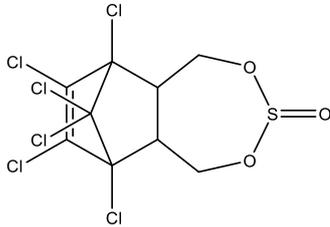
Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentre os diversos produtos químicos utilizados na agricultura, os agrotóxicos desempenham um papel significativo na proteção das plantações contra pragas e doenças. Entre os agrotóxicos mais amplamente empregados, destacam-se o Endosulfan®,

Dimetoato®, Diflubenzuron®, Glifosato®, Triclorfon® e o 2,4-D®. Esses produtos são frequentemente utilizados para controlar insetos, larvas, fungos e outras ameaças à saúde das plantas, contribuindo assim para a produtividade e a segurança alimentar.

O Endosulfan® é um exemplo significativo de agrotóxico, sendo uma mistura de dois estereoisômeros, os isômeros α e β -Endosulfan®, na proporção de 7:3 (Tomlin, 2003). Suas características principais, abrangendo propriedades físico-químicas e toxicológicas, estão minuciosamente detalhadas na Tabela 3, conforme dados de referência confiáveis.

Tabela 3 – Principais características químicas do Endosulfan®.

Parâmetros	Informações
Nome comum:	Endosulfan®
Grupo químico:	Clorociclodieno
Classe agrônômica:	Inseticida, acaricida
Estrutura química	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em casos de intoxicação pelo Endosulfan®, os sintomas relatados incluem cefaleia, tontura, hipersensibilidade, tremores, fraqueza muscular, contraturas musculares, ataxia, incoordenação motora, insônia, ansiedade, nervosismo, irritabilidade e depressão (Who, 1984; Oga, 2003). Além disso, outros autores documentaram outros efeitos adversos como acidose metabólica e hiperglicemia, toxicidade hepática e renal, depressão respiratória e instabilidade hemodinâmica, incluindo edema pulmonar (Blanco-Coronado *et al.*, 1992; Lo *et al.*, 1995). A literatura também relata casos fatais de envenenamento acidental ou suicídio, que resultaram em morte poucas horas após a ingestão. Os sinais de intoxicação frequentemente incluem vômitos, fadiga, irritabilidade, convulsões, edema pulmonar e cianose. Intoxicações ocupacionais podem ocorrer devido à falta de adesão aos procedimentos recomendados de segurança e ao uso inadequado de equipamentos de proteção individual (United States, 2000).

O Dimetoato® é um inseticida pertencente ao grupo dos organofosforados, que atuam como inibidores da enzima acetilcolinesterase. Essa enzima desempenha um papel

crucial na degradação das moléculas de acetilcolina após a transmissão de impulsos nervosos, sendo essencial para regular a atividade neuronal (Pinheiro; Freitas, 2010). A Tabela 4 apresenta detalhadamente as principais características químicas do Dimetoato®.

Tabela 4 – Principais características químicas do Dimetoato®.

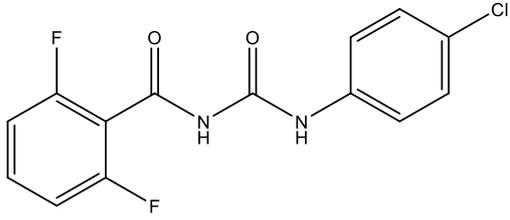
Parâmetros	Informações
Nome comum:	Dimetoato®
Grupo químico:	Organofosforados
Classe agrônômica:	Inseticida, acaricida
Estrutura química:	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A intoxicação decorrente da exposição a esses compostos pode manifestar uma variedade de sintomas, incluindo tremores e convulsões, que resultam no colapso do sistema nervoso central (Yu; Robinson; Nation, 2008). Um exemplo representativo desse grupo é o Dimetoato®, um inseticida com propriedades acaricidas e ação sistêmica, desenvolvido na década de 1950 e amplamente utilizado para controlar insetos em áreas urbanas e na agricultura (Badiou; Meled; Belzunces, 2008). No Brasil, o Dimetoato® possui autorização para aplicação foliar e no solo em diversas culturas, incluindo algodão, citros, maçã, rosa, tomate e trigo (Brasil, 2014).

O Diflubenzuron® é um inseticida que pertence à classe dos derivados da uréia, sendo classificado como um regulador de crescimento de insetos. Sua ação consiste em impedir a formação da quitina, que é o principal componente do exoesqueleto dos artrópodes (Badiou; Meled; Belzunces, 2008). Essa característica torna o Diflubenzuron® eficaz no controle de diversas pragas que afetam as plantações. A Tabela 5 coloca as principais características químicas do Diflubenzuron®.

Tabela 5 – Principais características químicas do Diflubenzuron®.

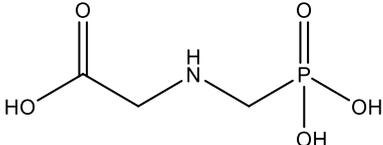
Parâmetros	Informações
Nome comum:	Diflubenzuron®
Grupo químico:	Benzoilureia
Classe agrônômica:	Inseticida, acaricida
Estrutura química:	

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Diflubenzuron® é amplamente empregado em campanhas de saúde pública visando ao controle de vetores de doenças, comumente direcionado ao mosquito *Aedes Aegypti*, transmissor do vírus da dengue. Essa substância química foi adotada como alternativa ao larvicida Temefós e aos piretróides, como a Cipermetrina, devido à sua menor toxicidade em exposições crônicas para os trabalhadores envolvidos na manipulação desses compostos. Essa substituição contribuiu significativamente para a redução dos riscos de saúde ocupacional relacionados à exposição a produtos mais tóxicos, oferecendo uma opção mais segura e eficaz no controle de vetores de doenças (Borges *et al.*, 2003).

O Glifosato® é um herbicida amplamente utilizado, caracterizado como pós-emergente, não seletivo e sistêmico, que tem a capacidade de eliminar ou suprimir uma ampla variedade de plantas, incluindo gramíneas, plantas perenes, videiras, arbustos e árvores (MINK *et al.*, 2012). Sua aplicação em doses reduzidas pode exercer um efeito adicional como regulador de crescimento e dessecante, proporcionando um controle eficaz do crescimento vegetal. Esse composto químico desempenha um papel fundamental na agricultura e na manutenção de áreas urbanas, sendo uma ferramenta importante no manejo de ervas daninhas e no controle de vegetação indesejada (Williams; Kroes; Munro, 2000). A Tabela 6 apresenta as principais características químicas do Glifosato®, fornecendo informações detalhadas sobre suas características químicas.

Tabela 6 – Principais características químicas do Glifosato®.

Parâmetros	Informações
Nome comum:	Glifosato®
Grupo químico:	Aminoácidos Fosfonados
Classe agrônômica:	Herbicida
Estrutura química:	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando o Glifosato® foi introduzido no mercado, sua comercialização foi acompanhada por anúncios que o declaravam seguro tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana, incluindo agricultores que estivessem em contato direto com o produto, desde que utilizado de acordo com as diretrizes técnicas e as recomendações presentes nas bulas e rótulos dos produtos associados (Williams; Kroes; Munro, 2000). Essa avaliação inicial de segurança foi principalmente fundamentada em estudos carcinogênicos conduzidos com outras espécies animais (Mink *et al.*, 2012). No entanto, ao longo das últimas décadas, uma série de estudos têm lançado dúvidas sobre a segurança do Glifosato®.

Pesquisas conduzidas indicaram que o Glifosato® pode apresentar efeitos genotóxicos, cuja manifestação pode variar de acordo com a concentração e o período de exposição ao produto (Alvarez-Moya *et al.*, 2014; Mladinic; Perkovic; Zeljezic, 2009). Além disso, outros estudos levantaram a hipótese de uma possível associação entre o uso do Glifosato® e o desenvolvimento de câncer, especialmente linfoma não-Hodgkin, embora nenhum deles tenha conseguido demonstrar de forma conclusiva essa relação (De Roos *et al.*, 2003; McDuffie *et al.*, 2008; Eriksson *et al.*, 2008). Estudos ainda sugeriram que o Glifosato® poderia representar um fator de risco para o desenvolvimento de doenças respiratórias (Williams *et al.*, 2016), enquanto outros estudos o associaram a condições como rinite e sibilância, tanto alérgica quanto não alérgica (HOPPIN *et al.*, 2017).

O Triclorfon® é um inseticida e acaricida organofosforado que se dissolve em água e é frequentemente empregado no controle de diversas pragas em áreas agrícolas, residências, plantas ornamentais e também no combate a parasitas em animais domésticos e peixes (LOPES *et al.*, 2006). Essa substância química, devido à sua solubilidade em

água, é utilizada de forma eficaz em ambientes onde o controle de insetos e ácaros é necessário e sua versatilidade de aplicação permite sua utilização em diversas situações, desde plantações até ambientes domésticos. A Tabela 7 apresenta uma visão das características químicas do Triclorfon®.

Tabela 7 – Principais características químicas do Triclorfon®.

Parâmetros	Informações
Nome comum:	Triclorfon®
Grupo químico:	Clorofosforado
Classe agrônômica:	Inseticida, acaricida
Estrutura química:	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{Cl}_3\text{CCHP}(\text{OCH}_3)_2 \\ \\ \text{OH} \end{array} $

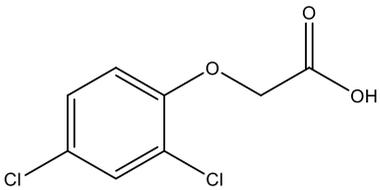
Fonte: Elaborado pelo autor.

No ambiente, o Triclorfon® exibe uma duração relativamente curta e é rapidamente degradado em solos aeróbios, com uma meia-vida estimada entre 3 e 27 dias. Demonstrando baixa persistência no solo, este composto não tende a ser adsorvido e, como resultado, pode se infiltrar nas águas subterrâneas. Além disso, é solúvel em água e mantém sua estabilidade em condições ácidas, apresentando uma meia-vida de 31 minutos em pH 9, 34 horas em pH 7 e 104 dias em pH 5. Os principais sintomas de intoxicação associados ao Triclorfon® incluem salivação excessiva, sudorese, diarreia, tremores e distúrbios cardio-respiratórios (LOPES *et al.*, 2006). Essas características destacam a dinâmica de comportamento e os potenciais impactos desse composto no meio ambiente e na saúde humana, fornecendo informações importantes para sua utilização e gestão adequadas.

O 2,4-D® é um herbicida que pertence ao grupo das auxinas sintéticas, que atuam como hormônios vegetais. Ele é especialmente eficaz no controle de plantas daninhas de folhas largas. Quando combinado com o Glifosato®, outro herbicida, sua capacidade de eliminar plantas indesejadas aumenta significativamente, inclusive atuando antes mesmo da emergência das mesmas, controlando assim também as gramíneas anuais. Essa combinação torna-se uma ferramenta valiosa na agricultura para manter as plantações livres de competição de ervas daninhas, contribuindo para o aumento da produtividade agrícola (Rodrigues; Almeida, 2005). A Tabela 8 apresenta detalhes sobre as principais

características químicas do 2,4-D®, fornecendo informações úteis para entender melhor seu comportamento e impacto no ambiente.

Tabela 8 – Principais características químicas do 2,4-D®.

Parâmetros	Informações
Nome comum:	2,4-D ®
Grupo químico:	Ácidos Ariloxialcanóicos
Classe agronômica:	Herbicida
Estrutura química:	

Fonte: Elaborado pelo autor.

O 2,4-D é considerado geralmente de baixa toxicidade aguda para os seres humanos, embora algumas formas ácidas e sais desse herbicida possam causar irritação nos olhos em caso de exposição direta. No entanto, em situações de ingestão acidental ou intencional, ou mesmo em casos de contato dérmico com altas concentrações de 2,4-D, foram observados diversos efeitos adversos. Entre eles estão a taquipneia (respiração rápida), taquicardia (aumento da frequência cardíaca), vômitos, leucocitose (aumento anormal do número de leucócitos no sangue), congestão renal e hepática em casos fatais, acidose metabólica (aumento da acidez no sangue), além de efeitos neurológicos que se manifestam por anormalidades sensoriais e motoras. Esses efeitos adversos ressaltam a importância de se tomar medidas de precaução adequadas ao lidar com o 2,4-D, visando minimizar o risco de exposição e seus potenciais impactos à saúde humana (Rodrigues; Almeida, 2005).

4 CONCLUSÃO

Os agrotóxicos representam uma ferramenta fundamental na agricultura moderna, contribuindo significativamente para o aumento da produtividade e segurança alimentar. No entanto, é crucial reconhecer os potenciais impactos negativos que esses produtos podem ter tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana. O estudo detalhado das características químicas, toxicológicas e dos efeitos dos agrotóxicos é essencial para uma gestão responsável e sustentável dessas substâncias. Compreender melhor os riscos associados ao seu uso indiscriminado permitem uma melhor estratégia e uma melhor de

decisão de medidas adequadas para minimizar esses impactos e promover práticas agrícolas mais seguras e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ-MOYA, C. SILVA, M. R. RAMIREZ, C.V. GOMES, D. Comparison of the in vivo and in vitro genotoxicity of glyphosate isopropylamine salt in three different organisms. **Genetics and Molecular Biology**, v. 37, n. 1, p. 105-110, 2014.

ANVISA. **Agrotóxicos e toxicologia**. DF. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Agrotoxicos+e+Toxicologia/Assuntos+de+Interesse/Rede+Nacional+de+Centros+de+Informacao+e+Assistencia+Toxicologica>. Acesso em 22 fev 2024.

ANVISA. **Modelo de bula**: Avaliação toxicológica de agrotóxicos e aspectos toxicológicos do diflubenzuron, julho, 2010. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/toxicologia/atos/2008/junho_julho/bula_diflubenzuron250.pdf. Acesso em: 22 fev 2024.

ANVISA. **Saneantes, conceitos**. DF. 2009. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/saneantes/conceito.htm>. Acesso em 14 fev 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SAÚDE COLETIVA. FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz; INCA – Instituto Nacional De Câncer. **Uma verdade cientificamente comprovada: os agrotóxicos fazem mal à saúde das pessoas e ao meio ambiente**. Abrasco; Fiocruz; Inca, 6 set. 2013.

BADIOU, A.; MELED, M.; BELZUNCES, L. P. Honeybee Apis mellifera acetylcholinesterase: a biomarker to detect deltamethrin exposure. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v. 69, n. 2, p. 246-253, fev. 2008.

BLANCO-CORONADO, J.L.; REPETTO, M.; GINESTAL, R.J.; VICENTE, J.R.; YELAMOS, F; LARDELLI, A. Acute intoxication by endosulfan. **Clin. Toxicol.**, New York, v.30, nA, p.575-583, 1992.

BOMBARDI, L. M. Agrotóxicos: uma arma silenciosa contra os direitos humanos. **Direitos humanos no Brasil 2013: relatório da rede social de justiça e direitos humanos**. São Paulo, 2013.

BORGES, R.A.; CAVASIN, G.M.; SILVA, I.G.; ARRUDA, W.; OLIVEIRA, E.S.F.; SILVA, H.H.G.; MARTINS, F. Mortalidade e alterações morfológicas provocadas pela ação inibidora do diflubenzuron na ecdise de larvas de Aedes aegypti (Diptera, Culicidae). **Revista de Patologia Tropical**, v.33, n.1, p.91-104, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental**. Brasília, MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. **Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, [...] e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.** **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 5, p. 1-12, 8 jan. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. 2014. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br>. Acesso em: 22 fev 2024.

CARNEIRO, F.F.; AUGUSTO, L. G. S.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A. C. **Dossiê I: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos nos alimentos e na saúde.** Rio de Janeiro: Abrasco; 2012.

DE ROOS, A. J.; ZAHM, S. H.; CANTOR, K. P.; WEISERBURGER, D. D.; HOLMES, F. F.; BURMEISTER, L. F.; BLAIR, A. Integrative assessment of multiple pesticides as risk factors for non-Hodgkin's lymphoma among men. **Occup Environ Med**, v. 60, n. 9, p. E11, 2003.

ERIKSSON, M.; HARDEL, L.; CARLBERG, M.; ÅKERMAN, M. Pesticide exposure as risk factor for non-Hodgkin lymphoma including histopathological subgroup analysis. **Int J Cancer**, v. 123, n. 7, p. 1657-63, 2008.

FARIA, E.T. Intoxicações por agrotóxicos entre trabalhadores rurais de fruticultura, Bento Gonçalves, RS. **Rev Saúde Pública** 2009; 43(2):335-344.

HOPPIN, J. A. UMBACH, D. M. LONG, S. LONDON, S. J. HENNEBERGER, P. K. BLAIR, A. ALAVANJA, M. FREEMAN, L. E. B. SANDLER, D. P. Pesticides are associated with allergic and non-allergic wheeze among male farmers. **Environ Health Perspect**, v. 125, n. 4, p. 535-543, doi: 10.1289/EHP315, 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. **Ambiente, trabalho e câncer: aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios/** Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. – Rio de Janeiro: INCA, 2021.

LO, R.S.K.; CHAN, IC.N.; COCKRAM, S.C.; LAI, F.M.M. Acute tubular necrosis following endosulphan insecticide poisoning. **Clin. Toxicol.**, New York, v.33, n.1, p.67-69, 1965.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida.** 2. ed. Rio de Janeiro: **Rede Brasileira de Justiça Ambiental;** Articulação Nacional de Agroecologia, 2012.

LOPES, R.B.; PARAIBA, L. C.; CECCARELLI, P. S.; TORNISIELO, V. L. Bioconcentration of trichlorfon insecticides in pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Chemosphere**, v. 64, p.56-62, 2006.

LUNA, AJ; SALES, LT; SILVA, RF. **Agrotóxicos: Responsabilidade de Todos**, jan. 2005. Disponível em: http://www.mpba.mp.br/atuacao/ceama/material/doutrinas/agrotoxicos/agrotoxicos_r esponsabilidade_de_todos.pdf). Acesso em: 24 fev 2024.

MCDUFFIE, H. H.; PAHWA, P.; MCLAUGHLIN, J. R.; SPINELLI, J. J.; FUNCHAM, S.; DOSMAN, J. A.; ROBSON, D.; SKINNIDER, L. F.; CHOI, N. W. Non-Hodgkin's lymphoma and specific pesticide exposures in men: cross-Canada study of pesticides and health. **Cancer Epidemiol Biomarkers Prev**, v. 10, n. 11, p. 1155-1163, 2001.

MINK, P. J.; MANDEL, J. S.; SCEURMAN, B. K.; LUNDIN, J. I. Epidemiologic studies of glyphosate and cancer: A review. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 63, p. 440–452, 2012.

MLADINIC, M.; PERKOVIC, P.; ZELJEZIC, D. Characterization of chromatin instabilities induced by glyphosate, terbuthylazine and carbofuran using cytome FISH assay. **Toxicology Letters**, v. 189, p. 130–137, doi:10.1016/j.toxlet.2009.05.012, 2009.

MOREAU, R. L. M. **Ciências Farmacêuticas – Toxicologia Analítica**, 2ª edição. Guanabara Koogan, 2015.

OGA, S. **Fundamentos de toxicologia**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 2003. 474p.

PELAEZ, V. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. **Revista de Economia** 2011; 36(1):27-48.

PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 266-281, mar. 2010.

PORTO, M. F. S. Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: um panorama da realidade agrícola brasileira e propostas para uma agenda de pesquisa inovadora. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 37, n. 125, p. 17-50, 2012.

TOMLIN, C.D.S. **The e-pesticide manual**. 13.ed. Alton: British Crop Protection Council, 2003. p.363-364.

UNITED STATES. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for endosulfan. Atlanta: ATSDR, 2000. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp41.html>. Acesso em: 24 fev 2024.

WILLIAMS, G. M.; AARDEMA, M.; ACQUAVELLA, J.; BERRY, S. C.; BRUSICK, D.; BURNS, M. M.; CAMARGO, J. L. V.; GARABRANT, D.; GREIM, H. A.; KIER, L. D.; KIRKLAND, D. J.; MARSH, G.; SOLOMON, K. R.; SORAHAN, T.; ROBERTS, A.; WEED, D. L. A review of the carcinogenic potential of glyphosate by four independent expert panels and comparison to the IARC assessment. **Critical Reviews in Toxicology**, v. 46, n. 1, p. 3-20, 2016.

WILLIAMS, G. M. KROES, R. MUNRO, I. Safety Evaluation and Risk Assessment of the Herbicide Roundup® and Its Active Ingredient, Glyphosate, for Humans. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 31, p. 117–165, 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Endosulfan**. Geneve: Intemational Programme on Chemical Safety, 1984. 62p.

YU, S. J.; ROBINSON, F. A.; NATION, J. L. Detoxication capacity in the honeybee, *Apis mellifera* L. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 22, n. 3, p. 360-368, dez. 1984.

CAPÍTULO 10

DIFICULDADE DOCENTE NA ADAPTAÇÃO AO ENSINO REMOTO EM REDENÇÃO DO GURGUÉIA, PIAUÍ

Denise da Silva Catuaba
Francisco Renan Clementino Santos
Layse Policarpo Moita da Silva
Florisvaldo Clementino Santos Filho*

RESUMO

Com a pandemia da Covid-19 e a suspensão das atividades presenciais em virtude do isolamento social, a adoção do ensino remoto se tornou a principal ferramenta de ensino nas escolas brasileiras. O presente trabalho discute a dificuldade que os docentes apresentam na adaptação ao ensino remoto em sua prática docente no município de Redenção do Gurguéia, saindo de uma rotina presencial e tendo que superar as dificuldades quanto ao acesso das novas ferramentas digitais de trabalho. O trabalho foi realizado por meio de entrevista on-line através da plataforma Google Forms®. Foram entrevistados um total de 22 professores em que foi possível constatar a dificuldade enfrentadas na adaptação desta nova rotina de trabalho. A adaptação ao ensino remoto em Redenção do Gurguéia evidencia a necessidade de suporte e capacitação para os docentes. A pandemia acelerou a integração digital, ressaltando a importância da inovação pedagógica e colaboração para uma educação eficaz.

Palavras-chave: Impacto da Pandemia. Educação. Plataformas Digitais. Barreiras Tecnológicas. Adaptação Pedagógica.

* Autor correspondente: florisvaldosantos@ufpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Recentemente, a sociedade global foi impactada pela pandemia do vírus respiratório agudo grave, conhecido como COVID-19, causado pelo coronavírus SARS-CoV-2 (Fiocruz, 2020; Wang *et al.*, 2020). O vírus disseminou-se rapidamente, levando o Ministério da Saúde a declarar Emergência de Saúde Pública de Importância Nacional (ESPIN) em fevereiro de 2020 (Brasil, 2020). A partir desse marco, uma série de medidas foi adotada para conter a propagação da doença, incluindo a quarentena, o distanciamento social e o fechamento de escolas e outros locais de possível aglomeração (Brasil, 2020).

O contexto da pandemia gerou a necessidade de adaptação no setor educacional. O Ministério da Educação e Cultura (MEC) autorizou, de forma excepcional, a substituição das disciplinas presenciais por aulas remotas por meio da Portaria 343/2020 (Brasil, 2020). Nesse cenário, o Ensino Remoto Emergencial foi implementado em escolas de todo o país, utilizando plataformas digitais e tecnológicas como o YouTube, WhatsApp, Google Meet e Google Classroom (Behar, 2020).

Essa transição abrupta para o ensino remoto expôs desafios consideráveis, especialmente para os docentes. A falta de equipamentos adequados e a inexperiência no manuseio das ferramentas digitais tornaram-se obstáculos significativos (Moreira; Henriques; Barros, 2020). A Fundação Carlos Chagas (2020) relatou que 81,9% dos alunos da Educação Básica no Brasil deixaram de frequentar as instituições de ensino durante esse período, destacando as dificuldades enfrentadas pelos educadores e alunos.

A crise evidenciou as fragilidades estruturais e tecnológicas do sistema educacional público, que se viu despreparado para lidar com a transição para o ensino remoto (Pasini; Carvalho; Almeida, 2020; SILVA, 2020). A necessidade de capacitação rápida e o desenvolvimento de habilidades digitais tornaram-se imperativos para os professores, que se viram diante de uma mudança substancial na forma de ensinar (FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS, 2020). Além disso, a pandemia acelerou um processo que já estava em andamento: a integração crescente de ferramentas digitais no processo educacional (De-Carli *et al.*, 2014; Machiavelli; Siebra; Gusmão, 2014).

Desta forma, o presente trabalho visa avaliar as dificuldades específicas enfrentadas pelos docentes de Redenção do Gurguéia na adaptação ao ensino remoto. Um desafio que se tornou preponderante em resposta à pandemia da COVID-19.

2 METODOLOGIA

O presente estudo adotou uma abordagem qualitativa e exploratória, buscando analisar as complexidades enfrentadas pelos docentes da cidade de Redenção do Gurguéia, Piauí, na adaptação ao ensino remoto, implementado uma resposta à realidade atípica da pandemia de COVID-19. A pesquisa assume uma perspectiva investigativa, incorporando referencial teórico e utilizando questionários elaborados no Google Forms®, uma extensão do Google®.

O instrumento de coleta de dados, composto por um Questionário, conforme Tabela 1, incluiu um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e abrangeu um conjunto de nove perguntas de natureza objetiva. Dada a imposição do distanciamento social, a interação com os participantes ocorreu por meio de plataformas sociais, notadamente o WhatsApp®.

Tabela 1 – Instrumento de coleta de dados aplicado aos docentes entrevistados.

Ordem	Pergunta	Opção de resposta
1.	Em relação a adoção do Ensino Remoto como ferramenta de ensino devido à pandemia da COVID-19, qual a sua opinião?	<input type="checkbox"/> Concordo <input type="checkbox"/> Não concordo
2.	- Em relação às ferramentas digitais utilizadas no formato de Ensino Remoto, como você classificaria sua habilidade em relação ao uso?	<input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Péssima
3.	Em relação ao Ensino Remoto, o que você considera como maior vantagem deste formato?	<input type="checkbox"/> Protagonismo-estimular o estudante a se comprometer e ter responsabilidades <input type="checkbox"/> Flexibilidade - horários e locais para estudar <input type="checkbox"/> Comodidade - estuda e evita o deslocamento até a escola <input type="checkbox"/> Todas as alternativas <input type="checkbox"/> Nenhuma das alternativas <input type="checkbox"/> Outro:
4.	Qual sua opinião referente à eficácia que o ensino remoto oferecido pelas escolas possui?	<input type="checkbox"/> Eficaz <input type="checkbox"/> Parcialmente eficaz <input type="checkbox"/> Ineficaz
5.	Ainda sobre o Ensino Remoto, as avaliações realizadas nesta modalidade são eficazes?	<input type="checkbox"/> Concordo <input type="checkbox"/> Não concordo
6.	Agora em relação às dificuldades encontradas no Ensino Remoto, quais as principais enfrentadas?	<input type="checkbox"/> Facilidade em perder a concentração <input type="checkbox"/> Imperícia no uso de Ferramentas Digitais <input type="checkbox"/> Pouca interação/envolvimento com os alunos <input type="checkbox"/> Internet <input type="checkbox"/> Outro:
7.	Dentre as alternativas a seguir, qual a melhor opção que reflete a frequência média dos alunos matriculados na sua disciplina?	<input type="checkbox"/> 0 a 20 % <input type="checkbox"/> 21 a 40 % <input type="checkbox"/> 41 a 60 % <input type="checkbox"/> 61 a 80 % <input type="checkbox"/> 81 a 100%

8.	Dentro do atual contexto da Pandemia de COVID-19, você concordaria com um possível retorno as atividades presenciais?	<input type="checkbox"/> Concordo <input type="checkbox"/> Não concordo
----	---	--

Fonte: Elaborada pelo autor.

A pesquisa contou com a participação de 22 professores que ministram diferentes disciplinas nos níveis de educação infantil, ensino fundamental e ensino médio, todos engajados nas atividades pedagógicas na modalidade remota. As respostas coletadas foram sistematizadas em gráficos e tabelas, proporcionando uma análise visual e compreensível das percepções dos docentes diante dos desafios enfrentados durante esse período de ensino excepcional.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados, além de refletirem os desafios enfrentados pelos educadores, buscam contextualizar as respostas e contribuir para uma compreensão mais abrangente da dinâmica do ensino remoto em Redenção do Gurguéia. A Tabela 2 mostra os dados referente a adoção do ensino remoto ocasionada pela pandemia da COVID-19.

Tabela 2 – Dados referentes a adoção do ensino remoto.

Resposta	Quantidade de Respostas (%)
<i>Concordo</i>	95,5
<i>Não Concordo</i>	0,5

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme evidenciado na Tabela 2, observa-se que, dos 22 professores que participaram da pesquisa e responderam ao questionário sobre a implementação do ensino remoto como ferramenta educacional durante a pandemia de COVID-19, uma expressiva maioria de 95,5% concordou que essa abordagem representou a melhor maneira de dar continuidade ao ensino. Este consenso abrangente ressalta que, apesar das dificuldades enfrentadas, os docentes entrevistados reconheceram o ensino remoto como a alternativa mais eficaz diante das circunstâncias globais apresentadas

A Tabela 3 apresenta os dados relacionados à proficiência dos docentes no manuseio das ferramentas digitais utilizadas na mediação do ensino remoto. É relevante ressaltar que essas perguntas foram concebidas como um guia, proporcionando aos entrevistados a oportunidade de expressarem suas experiências de maneira livre e espontânea.

Tabela 3 – Dados referentes à perícia no uso das ferramentas digitais de ensino.

Resposta	Quantidade de Respostas (%)
<i>Ótima</i>	27,3
<i>Boa</i>	31,8
<i>Regular</i>	40,9
<i>Ruim</i>	0,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme ilustrado na Tabela 3, os docentes avaliaram como satisfatória sua proficiência no manuseio das ferramentas digitais utilizadas no ensino remoto. Essa avaliação demonstra que, mesmo diante de desafios, os educadores estão empenhados em se adaptar à modalidade de ensino remoto. Pesquisas anteriores (Christensen; Horn; Staker, 2013; Witt, 2015; Schiehl; Gasparini, 2016) destacam que o uso de ambientes virtuais de aprendizagem não apenas impulsiona a determinação dos estudantes, mas também favorece o processo de aprendizagem (Dicicco, 2016).

A análise dos dados apresentados na Tabela 4, relacionados ao questionamento sobre as vantagens percebidas pelos docentes no âmbito do ensino remoto, revela um consenso significativo entre os participantes. Destacam-se, de maneira expressiva, três aspectos-chave apontados pelos docentes como benefícios inerentes a essa modalidade. Em primeiro lugar, ressurge o tema do protagonismo, evidenciando que os educadores reconhecem a oportunidade de assumir um papel mais ativo no processo de ensino, adaptando suas práticas pedagógicas às demandas específicas do ambiente virtual.

Tabela 4 – Dados referentes às vantagens proporcionadas pelo ensino remoto.

Resposta	Quantidade de Respostas (%)
<i>Protagonismo-estimular o estudante a se comprometer e ter responsabilidades</i>	9,1
<i>Flexibilidade - horários e locais para estudar</i>	59,1
<i>Comodidade - estuda e evita o deslocamento até a escola</i>	18,2
<i>Todas as alternativas</i>	22,7
<i>Nenhuma das alternativas</i>	4,5
<i>Outro</i>	0,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, a comodidade e flexibilidade emergiram como vantagens notáveis, tanto para os próprios docentes quanto para os educandos. Essa percepção sugere que o ensino remoto proporciona um ambiente mais adaptável às diferentes realidades dos

envolvidos, contribuindo para uma experiência educacional mais personalizada e adaptada às necessidades individuais (Moreira, 2012).

Conforme evidenciado pela Tabela 5, que apresenta os dados sobre a eficácia do ensino remoto segundo a perspectiva dos docentes entrevistados, destaca-se que 72,7% dos participantes o consideram parcialmente eficaz, enquanto 22,7% avaliam como eficaz. Adicionalmente, uma parcela de 4,6% dos entrevistados classifica o ensino remoto como ineficaz. Essa distribuição de opiniões oferece uma visão detalhada das percepções dos docentes sobre a efetividade do ensino remoto, refletindo uma diversidade de experiências e interpretações sobre a eficácia dessa modalidade educacional.

Tabela 5 - Dados referentes à eficácia do ensino remoto.

Resposta	Quantidade de Respostas (%)
<i>Eficaz</i>	72,7
<i>Parcialmente eficaz</i>	22,7
<i>Ineficaz</i>	4,6

Fonte: Elaborado pelo autor.

A excepcionalidade imposta pela COVID-19 demandou uma transformação radical nas práticas educativas, recorrendo a recursos tecnológicos e plataformas digitais para o ensino remoto emergencial. Como afirmado por Paulo Freire, "Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender" (1996), refletindo talvez a maior lição extraída desse processo de ensinar e aprender em um contexto remoto. Professores e alunos enfrentaram desafios significativos em que a falta de capacitação adequada para o ensino remoto pode ter influenciado essa realidade.

No entanto, alguns educadores destacaram a utilização de ferramentas digitais para tornar suas aulas mais atrativas, demonstrando preocupação com estudantes que já estavam desmotivados pela ausência de inovações no ensino presencial. Essas experiências revelam as complexidades enfrentadas, mas também ressaltam a resiliência e a adaptabilidade da comunidade educacional diante desses desafios excepcionais (Saviani; Galvão, 2021).

Na Tabela 6, são apresentados dados sobre a eficácia das avaliações no contexto do ensino remoto, evidenciando que 68,2% dos entrevistados consideram as avaliações nessa modalidade como ineficazes. Tal constatação sugere que a simples adoção de tecnologia não assegura, automaticamente, um desempenho satisfatório dos alunos nessas avaliações. A eficácia do processo de aprendizagem está intrinsecamente relacionada à

compreensão e ao uso apropriado dos ambientes virtuais, enfatizando que a implementação dessas ferramentas sem uma base pedagógica sólida pode não ser tão efetiva quanto desejado para o conteúdo a ser abordado. A mudança abrupta e improvisada durante a pandemia certamente deixará marcas duradouras no modelo educacional, indicando a necessidade de uma reflexão aprofundada sobre as práticas de avaliação no ensino remoto e suas implicações de longo prazo (Saviani; Galvão, 2021).

Tabela 6 – Dados referentes à eficácia da avaliação no ensino remoto.

Resposta	Quantidade de Respostas (%)
<i>Concordo</i>	68,2
<i>Não Concordo</i>	31,8

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 7 ilustra as dificuldades enfrentadas pelos docentes no contexto do ensino remoto, destacando uma série de desafios, especialmente em relação à atenção e acompanhamento dos alunos.

Tabela 7 – Dificuldades enfrentadas por docentes no ensino remoto.

Resposta	Quantidade de Respostas (%)
<i>Facilidade em perder a concentração</i>	22,7
<i>Imperícia no uso de ferramentas digitais</i>	13,6
<i>Pouca interação/envolvimento com os alunos</i>	68,2
<i>Internet</i>	22,7
<i>Outro</i>	13,5

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essas dificuldades tornam-se mais evidentes devido à rápida transição para o ensino remoto, ocorrida sem uma preparação específica tanto para docentes quanto para alunos. Pesquisas recentes ressaltam que o ensino remoto não representa uma alternativa totalmente equivalente ao ensino presencial, embora possa desempenhar um papel relevante, especialmente quando aplicado em larga escala na Educação Básica (Martínez, 2020; Carpenter *et al.*, 2010; Zhou *et al.*, 2020). Adicionalmente, a sobrecarga de trabalho muitas vezes ocorre em condições inadequadas, sem o devido preparo para a utilização das tecnologias por parte dos professores, somada às demandas familiares e aos afazeres domésticos, contribuindo para o adoecimento físico e mental dos educadores. (Saviani; Galvão, 2021).

Na Tabela 8, são apresentados dados relativos à frequência dos alunos nas aulas remotas. Observou-se uma significativa redução na frequência dos alunos, possivelmente influenciada por diversos fatores, com destaque para a adaptação ao ensino remoto. Essa diminuição na participação pode estar associada a desafios enfrentados pelos alunos nesse novo contexto, como dificuldades de acesso à tecnologia, questões de conectividade ou adaptação às metodologias remotas de ensino. A compreensão desses dados é importante para uma avaliação abrangente dos impactos do ensino remoto na participação e engajamento dos alunos (Flauzino *et al.*, 2021).

Tabela 8 – Dados referentes à frequência dos alunos nas aulas remotas.

Resposta	Quantidade de Respostas (%)
0 a 20 %	13,6
21 a 40 %	22,7
41 a 60 %	36,4
61 a 80 %	22,7
81 a 100 %	4,6

Fonte: Elaborado pelo autor.

A baixa frequência nas aulas remotas pode indicar um aumento nos índices de evasão escolar, um problema significativo na educação básica brasileira. Nesse contexto, é essencial que os professores estejam atentos a esse indicador, utilizando-o como guia para práticas que minimizem os impactos da ausência dos alunos nas aulas e, conseqüentemente, reduzam a evasão escolar. A resiliência e persistência dos professores na adoção das tecnologias digitais são fatores fundamentais a serem considerados nesse cenário desafiador. Os docentes necessitam desenvolver competências e estratégias para a construção de um design instrucional e práticas pedagógicas que transcendam o modelo conteudista tradicional (Branco *et al.*, 2020).

Embora os professores reconheçam as limitações do ambiente *on-line* em relação ao engajamento dos alunos, falta-lhes estratégias e conhecimentos que fortaleçam a presença do professor, incentivando uma maior interação e socialização com os alunos. Essa abordagem visa tornar as aulas mais atrativas, reduzindo os impactos negativos da ausência escolar e promovendo um ambiente de aprendizado mais participativo e envolvente. O enfrentamento desses desafios exige um esforço contínuo na capacitação docente e no desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras e adaptáveis ao contexto digital (Branco; Conte; Habowski, 2020).

Conforme apresentado na Tabela 9, a opinião dos docentes em relação a um possível retorno às atividades presenciais revela uma divisão notável. Metade dos

entrevistados expressa concordância com a ideia de um retorno presencial, enquanto a outra metade acredita que ainda não seja o momento seguro para retomar as atividades presenciais. Essa variedade de perspectivas destaca a complexidade e as considerações divergentes que permeiam a decisão sobre o retorno às aulas presenciais, evidenciando a importância de abordagens flexíveis e adaptáveis para atender às necessidades específicas da comunidade educacional em Redenção do Gurguéia.

Tabela 9 – Dados referente a uma possível retorno às atividades presenciais.

Resposta	Quantidade de Respostas (%)
<i>Concordo</i>	50,0
<i>Não Concordo</i>	50,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

O retorno às aulas presenciais tem sido objeto de extenso debate nos órgãos governamentais, destacando-se as deliberações do Ministério da Educação. A relevância desse tema intensificou-se com o início da vacinação contra a Covid-19 para os profissionais da educação em alguns estados brasileiros. Em resposta a esse cenário desafiador, o Ministério da Educação elaborou e implementou um guia abrangente, intitulado *Guia de Implementação de Protocolos de Retorno das Atividades Presenciais nas Escolas de Educação Básica*. Esse guia oferece orientações detalhadas para todos os membros da comunidade escolar, incluindo gestores, estudantes e equipes de limpeza, seguindo normas técnicas de segurança em saúde.

O principal objetivo é proporcionar um retorno seguro, minimizando os riscos de transmissão da Covid-19 nas instituições educacionais, ao mesmo tempo em que visa garantir o adequado desenvolvimento das atividades educativas e administrativas. Essa iniciativa reflete o compromisso em equilibrar a necessidade de retomar as atividades presenciais com a prioridade de proteger a saúde e bem-estar de todos os envolvidos na comunidade escolar (Brasil, 2021).

4 CONCLUSÃO

A pesquisa destacou os desafios enfrentados pelos educadores de Redenção do Gurguéia na transição para o ensino remoto durante a pandemia da COVID-19. Os professores, como protagonistas, buscaram minimizar as dificuldades estruturais e pedagógicas para garantir a aprendizagem dos alunos. O cenário pandêmico ressaltou a necessidade de alinhar os métodos de ensino às tecnologias de informação e comunicação,

cuja integração já estava em curso, mas era muitas vezes pontual e restrita. Ao superar os obstáculos, os docentes destacaram a importância de repensar as estratégias educacionais para um futuro com tecnologia central no processo de aprendizagem, reforçando a necessidade de adaptação e aprimoramento contínuos para uma educação mais eficaz.

REFERÊNCIAS

BEHAR, P. A. **O Ensino Remoto Emergencial e a Educação a Distância**. 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/coronavirus/base/artigo-o-ensino-remotoemergencial-e-a-educacao-a-distancia/> Acesso em: 16 jan 2024.

BRANCO, L. S.A.; CONTE, E.; HABOWSKI, A. C. Evasão na educação a distância: pontos e contrapontos à problemática. **Avaliação (Campinas)**, v. 25, n. 01, Jan-Apr 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Guia de Implementação de Protocolos de Retorno das Atividades Presenciais nas Escolas de Educação Básica. Brasília: MS, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/GuiaDeretornodasAtividadesPresenciaisnaEducaoBsica.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. **Portaria n.º 188, de 3 de fevereiro de 2020**. Declara Emergência em Saúde Pública de importância Nacional (ESPIN) em decorrência da Infecção Humana pelo novo Coronavírus (2019-nCoV). Coletânea de Legislação e Jurisprudência, Distrito Federal, 2011. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-188-de-3-de-fevereiro-de-2020-241408388>. Acesso em: 19 jan. 2024.

BRASIL. **Portaria n.º 343, de 17 de março de 2020**. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19. D. O. U. 18 mar. 2020.

CARPENTER, D.; KAUFER, K.; REESER, K.; SHAFER, S. **Summary report of the operations and activities of online programs in Colorado**. Denver: Colorado Department of Education, 2010.

CHRISTENSEN, C.; HORN, M. B.; STAKER, H. **Ensino híbrido: uma inovação disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos**. 2013. Disponível em: <https://www.christenseninstitute.org/publications/ensino-hibrido/>. Acesso em: 12 jan. 2024.

DE-CARLI, A. D.; SANDIM, H. C.; GENIOLE, L. A. I.; MORAES, S. H. M. de; KODJAOLANIAN, V. L. O papel das tecnologias da informação e comunicação na educação a distância: a experiência de Mato Grosso do Sul/ UNA-SUS. In: GUSMÃO, C. M. G. *et al.* **Relatos de uso de tecnologias educacionais na educação permanente de profissionais de saúde no sistema Universidade Aberta do SUS**. Recife: Editora Universitária - UFPE, 2014. p. 125.

DICICCO, K. M. **The effects of Google Classroom on teaching social studies for students with learning disabilities**. 2016. 54 f. Dissertação (Master of Arts in Special Education) – Rowan University, Nova Jersey, 2016.

FIOCRUZ – Portal Fiocruz. COVID-19: perguntas e respostas. Disponível em: <https://bit.ly/2Zs6Iox> . Acesso em: 19 jan 2024.

FLAUZINO, V. H. P.; CESÁRIO, J. M. S.; HERNANDES, L. O.; GOMES, D. M.; VITORINO, P. G. S. As dificuldades da educação digital durante a pandemia de COVID-19. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 06, Ed. 03, Vol. 11, pp. 05-32. Março de 2021. ISSN: 2448-0959.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS. **Educação escolar em tempos de pandemia: Informe nº 1**. Disponível em: <https://www.fcc.org.br/fcc/educacao-pesquisa/educacao-escolar-em-tempos-de-pandemia-informe-n-1/>. Acesso em: 15 jan 2024.

MACHIAVELLI, J. L.; SIEBRA, S. de A.; GUSMÃO, C. M. G. de. Ensino a distância em saúde: experiências da Universidade Federal de Pernambuco por meio do Sistema UNA-SUS. In: GUSMÃO, C. M. G. *et al.* **Relatos de uso de tecnologias educacionais na educação permanente de profissionais de saúde no sistema Universidade Aberta do SUS**. Recife: Editora Universitária - UFPE, 2014. p. 149.

MARTÍNEZ, E. Pandemic shakes up world's education systems. **New York: Human Rights Watch**, mar. 2020. Disponível em: < <https://www.hrw.org/news/2020/03/19/pandemic-shakes-worlds-education-systems>>. Acesso em: 16 jan. 2024.

MOREIRA, J. A. M; HENRIQUES, S; BARROS, D. Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia. **Dialogia**, São Paulo, n. 34, p. 351-364, jan./abr. 2020.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Revista cultural La Laguna Espanha**, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 20 jan 2024.

PASINI, C. G. D.; CARVALHO, E.; ALMEIDA, L. H. C. **A educação híbrida em tempos de pandemia: algumas considerações**. Universidade Federal de Santa Maria, Grupo de Estudos em Administração Pública, Econômica e Financeira (GEAPEF), Texto para Discussão - 09, 29 jun. 2020.

SAVIANI, D.; GALVÃO, A. C. **Educação na pandemia: a falácia do ensino remoto**. **Universidade e Sociedade**, São Paulo, Ano XXXI, n. 67, p. 36-49, jan. de 2021. Disponível em: https://www.andes.org.br/img/midias/0e74d85d3ea4a065b283db72641d4ada_1609774477.pdf. Acesso em: 10 jan. 2024.

SCHIEHL, E. P.; GASPARINI, I. Contribuições do Google Sala de Aula para o ensino híbrido. **RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação**, v.14, n.2, p.1-10, 2016.

WANG, Y.; SHANG, J.; GRAHAM, R.; BARIC, R. S. Receptor recognition by the novel coronavirus from Wuhan: an analysis based on decade-long structural studies of SARS Coronavirus. **Journal of Virology**, v.94, n.7, p.e00127-20(1-9), mar. 2020.

WITT, D. **Accelerate learning with Google Apps for Education**. 2015. Disponível em: <https://danwittwcdsbca.wordpress.com/2015/08/16/accelerate-learning-with-google-apps-for-education>. Acesso em: 12 jan. 2024.

ZHOU, L.; LI, F.; WU, S.; ZHOU, M. “School’s Out, But Class’s **On**”, The Largest Online Education in the World Today: Taking China’s Practical Exploration During The COVID19 **Epidemic Prevention and Control as An Example. Best Evidence of Chinese Education**, v.4, n.2, p.501-519, mar. 2020.

CAPÍTULO 11

O ENSINO DE QUÍMICA EM TEMPOS DE PANDEMIA EM UMA ESCOLA DE REDE PÚBLICA ESTADUAL EM BELA VISTA DO PIAUÍ: PERCEPÇÃO DOS ALUNOS FRENTE ÀS AULAS REMOTAS DE QUÍMICA

Izaias Coelho de Sousa
Jarbas Soares Mesquita Júnior
Milton Batista da Silva
Márcia Letícia de Sousa Ramalho
Tatiana de Sousa Araujo
Leanne Silva de Sousa
Inês Maria de Souza Araujo*

RESUMO

Diante do atual cenário de pandemia da COVID-19 - causada pelo vírus SARS-CoV-2 - o qual o mundo enfrenta, o ensino passou a funcionar na modalidade remota, adotada pelas escolas e instituições de ensino superior, na qual os alunos estudam em casa por meio de aulas on-line. A pesquisa foi realizada com alunos de uma escola pública da cidade de Bela Vista do Piauí. Para a coleta dos dados foi utilizado um questionário semiestruturado com questões abertas e fechadas que foi disponibilizado aos alunos das três séries do Ensino Médio. Observou-se a expressiva utilização de recursos de comunicação nas aulas remotas, como o WhatsApp, para o envio das atividades, e o livro didático. As principais dificuldades foram o acesso à internet de qualidade pelos alunos, impossibilitando adotar métodos mais ousados. Dessa forma, este estudo permitiu apontar os meios facilitadores para a execução de metodologias utilizadas no ensino e aprendizado dos alunos durante as aulas remotas.

Palavras-chave: Ensino de Química. Aulas Remotas. Metodologias.

* Autor correspondente: inesmaria@ufpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Diante da realidade vivida em decorrência da pandemia da COVID-19 causada pelo vírus da família do coronavírus, o SARS-CoV-2, o ensino passou a funcionar de forma remota com os alunos estudando em casa. Considerando-se este contexto, esta pesquisa visa conhecer o Ensino de Química em tempos de pandemia, os desafios e as novas metodologias aplicadas, levando em conta que no sistema remoto de ensino, deve-se incorporar em sua prática a utilização de diversas metodologias, para uma aprendizagem adequada, condizente com a realidade do aluno e do sistema de ensino adotado, utilizando assim, das novas tecnologias como meio para inovação metodológica e a criatividade na transmissão dos conteúdos aos estudantes.

Sabe-se da necessidade de inovar as metodologias, adequando-as à realidade escolar, que proporciona qualidade ao ensino de forma remota, estimula o aluno em buscar o conhecimento, ter a autonomia nos estudos e êxito na aprendizagem. Cabe ao professor desenvolver práticas condizentes com a realidade e utilizar os meios tecnológicos possíveis para intermediar com seus alunos os conteúdos a serem repassados.

Este trabalho é uma pesquisa de campo, com alunos da Unidade Escolar Olegário Aureliano de Sousa, tendo como suporte teórico autores como Franco (2020); Mori e Cunha (2020); Heckler; Saraiva e Filho (2020); Valente *et al* (2020).; Gonçalves, Veit e Silveira (2006) e Carvalho (2009), além dos PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências da Natureza. Através do estudo destas obras e da análise dos dados coletados na pesquisa de campo foi aperfeiçoado o conhecimento sobre o tema trabalhado chegando a algumas conclusões expostas nesse trabalho.

A pesquisa também utilizou de abordagens quantitativa e qualitativa e buscou a compreensão dos sujeitos participantes, investigando como ocorre a prática do Ensino de Química no sistema de aulas remotas, como meio facilitador para a aprendizagem do aluno. Procurou-se neste trabalho inserir o pesquisador no campo de estudo que se constrói com base nas suas reflexões teóricas e desdobramentos das análises que possam acontecer revelando-se assim os distintos elementos relevantes que compõem a problemática levada em questão.

Assim, o objetivo deste capítulo foi analisar a percepção dos alunos acerca do uso de aulas remotas no ensino da disciplina de Química no contexto da pandemia da Covid-19.

1.1 A importância do ensino de Química no Ensino Médio

Antes de entrar no mérito da realidade do ensino de forma remota e os meios utilizados para aplicação das aulas no período da pandemia, cabe compreender a importância do ensino de química na educação básica, os objetivos do ensino. Assim Brasil (1999) diz:

Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. Tal a importância da presença da Química em um Ensino Médio compreendido na perspectiva de uma Educação Básica (Brasil, 1999, p. 31).

Compreende-se pela citação a amplitude do ensino de Química na educação básica que abrange desde os conhecimentos químicos até a implicação política e econômica, abrangendo assim vários aspectos fundamentais da sociedade.

Como mostra a citação acima, o primeiro objetivo é a construção de conhecimento científico relacionado às aplicações tecnológicas, construindo assim a mentalidade capaz de compreender as implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas, que mostra a grande importância do ensino de Química na Educação Básica.

Tal citação apresenta a importância e a amplitude do ensino de Química para a sociedade em que se apresenta os objetivos que são claros e abrangentes, que faz do estudante dessa disciplina também um conhecedor das mais variadas realidades sociais. Ainda sobre a importância do ensino da Química, Santos (2008) *Apud* Santos e Schnetzler (2003) afirmam:

O ensino de química deve desenvolver nos alunos a capacidade de compreender os fenômenos químicos presentes em seu dia a dia, o que implica na vinculação dos conteúdos de química com o contexto sociocultural em que o aluno está inserido. O uso de temas químicos sociais permite ao educador a contextualização dos conteúdos de química com o cotidiano dos educandos, desenvolvendo habilidades básicas relativas à cidadania, com posicionamento crítico e a capacidade de leitura dos fenômenos químicos envolvidos diretamente no processo científico/tecnológico da sociedade (Santos *et al.*, 2008 *Apud* Santos; Schnetzler, 2003, p. 32).

Os estudos citados apresentam a abrangência da Química na sociedade, desde o aspecto científico ao contexto sociocultural, que precisa ser contemplado no ensino em sala de aula, para que o estudante possa compreender que o ambiente em que vive está diariamente conectado com os fenômenos químicos e que naturalmente se faz presente no cotidiano social além do ambiente escolar. Assim essa realidade precisa ser contemplada no ensino-aprendizagem para a formação do aluno nas escolas.

Deste modo Santos *et al.* (2008) ressaltam que é de grande importância o professor contextualizar o ensino de química com o contexto social dos alunos. O educador tem a incumbência de fazer essa conexão do conteúdo escolar com a realidade dos estudantes, para que a Química possa ser compreendida e fazer sentido na vida de cada aluno e este, possa perceber a importância desse componente curricular em sua vida.

1.2 O uso da tecnologia como apoio ao ensino de forma remota

O sistema educacional precisou se adequar à realidade que se impôs com o surgimento da pandemia para que pudesse oferecer as condições necessárias para a aplicação das aulas, que devido à situação vivida passou a ser remota. Cada escola precisou adequar-se à realidade local, utilizando a tecnologia disponível para a realização das aulas objetivando assegurar a compreensão do conteúdo aplicado e a aprendizagem dos alunos. Os meios tecnológicos passaram a ser fundamental nesse processo do ensino. Neste sentido Franco (2020) afirma:

Cada docente está buscando alternativas para dar conta das suas atividades pedagógicas nessa realidade atual, adaptando-se à situação, buscando desenvolver novas metodologias, com uso de recursos educacionais digitais. Desta forma, o ensino remoto, por meio de atividades on-line, se tornou um dos principais recursos para garantir a continuidade das atividades escolares, devido à pandemia da COVID-19, sendo aplicado como forma emergencial, para dar conta de uma situação até então inesperada. (Franco, 2020, p. 46)

De fato, como afirma Franco, a situação fez com que os professores se mobilizassem para corresponder a demanda atual, utilizando-se dos mais diversos meios tecnológicos disponíveis para a transmissão do conteúdo.

Ainda segundo Franco (2020), os docentes tiveram que buscar implementar as metodologias aplicadas adequando-se à realidade atual, isso significa um trabalho dobrado e ainda mais exigente para atender às necessidades de cada estudante. Faz-se necessário concordar com o autor, pois a realidade nova para a educação exigiu ainda mais dos educadores, ocupando-lhe ainda mais tempo com o trabalho e desgastando-o na busca por formas de ensino que alcançasse todo corpo discente de forma igualitária e que resultasse na apropriação do conhecimento.

Nesse contexto de inovação metodológica com as aulas de forma remota, Valente (2020), acrescenta:

A tecnologia presente nos dias atuais, já dominada por grande parte dos jovens estudantes, é bastante apropriada para realização do ensino remoto. A busca por estratégias para o ensino remoto, a utilização de uma metodologia didática inovadora se faz necessária, especialmente quando atividades em grupo e aulas experimentais não podem ser desenvolvidas. (Valente *et al.*, 2020, p. 09)

Assim como mencionado por Franco (2020) e Valente (2020), faz-se necessário concordar que a tecnologia está presente na vida de todos nos dias atuais e ela em boa parte é dominada pelos estudantes, algo que se torna um grande aliado dos educadores para aplicação das atividades no ensino remoto. O que precisa é uma adequação da metodologia aplicada de forma adequada, principalmente quando se trata de disciplinas que fazem atividades em grupos e aulas experimentais como a disciplina de Química.

O que foi mencionado anteriormente destaca a relevância e mostra o quanto se necessita de uma metodologia adequada para as aulas remotas, principalmente para aquelas disciplinas que em sua metodologia exigem a prática, a realização de experimentos, a execução de atividades em grupos. Para a utilização de metodologias inovadoras adequadas ao sistema de aulas remotas, primeiro se necessita de que o professor se adeque ao que tem à disposição de meios tecnológicos como ressalta Gonçalves, Veit e Silveira (2006):

Considerando a necessidade do ensino remoto, é fundamental o aperfeiçoamento do professor para o uso de tecnologias. O desenvolvimento de animações como modelo de ensino é extremamente interessante, pois as animações podem combinar imagens, sons, textos, simulações e vídeos de uma forma simultânea. Todos esses recursos auxiliam o aluno no processo de ensino e aprendizado de forma mais eficiente em comparação aos meios tradicionais de ensino (Gonçalves; Veit; Silveira, 2006, p. 99).

O que foi mencionado anteriormente é coerente e está alinhado às ideias dos outros autores mencionados anteriormente. O primeiro passo para adequar a metodologia, inovando-a nesse período é a familiarização dos professores com a tecnologia à disposição para utilizá-la de forma adequada de modo que o profissional aproveite todos meios disponibilizados por ela a fim de planejar e executar aulas com metodologias inovadoras e eficazes.

Outra observação feita por Gonçalves, Veit e Silveira (2006) é a necessidade de o professor também aproveitar-se da utilização do uso de animações, simulações, sons e vídeos na explanação do conteúdo.

1.3 A autonomia para o protagonismo do estudante nas aulas remotas

Assim como o período da pandemia exigiu do professor a busca por novas metodologias de ensino e assim inovar na apresentação dos conteúdos, dos alunos se requereu a aceleração do seu protagonismo, na medida em que em que este precisaria a partir de então organizar seu tempo adequando-se às atividades propostas.

Ressaltando esse protagonismo Franco (2020) diz:

O fechamento temporário das escolas acelerou de forma exponencial o protagonismo do estudante em seu modo de estudar. Rapidamente, as escolas tiveram que transformar o ensino em 100% remoto, diante da pandemia e assim, cada docente está buscando alternativas para dar conta das suas atividades pedagógicas nessa realidade atual (Franco, 2020, p. 13).

Segundo o autor, no período pandêmico requisitou-se do aluno o seu protagonismo para a realização das atividades propostas pelas escolas, a fim de que pudesse adquirir o conhecimento necessário, atender os objetivos traçados pelas instituições de ensino e conseguir assim adequar à nova realidade imposta pela pandemia. Faz-se necessário concordar com o autor, pois fora da sala de aula o aluno precisaria repensar seus tempos de organização, policiando-se para que a programação elaborada, desse conta da realização das atividades propostas pela escola. Acelerou-se assim o protagonismo estudantil, realidade imposta pela pandemia.

Nesse sentido, Munhoz (2015, p. 127) afirma que “os estudantes se deparam com um problema da vida real, sendo-lhes então solicitado que respondam, construindo seu tempo, transformando sua rotina para os fins escolares, da aprendizagem, dependendo de autonomia, maturidade e controle”. De fato, é fundamental esses três pontos frisados por Munhoz (2015), se faz necessário para o desenvolvimento e a aprendizagem do aluno, autonomia para conduzir suas atividades, maturidade para controlar a rotina e o controle, para que possa ter o domínio nas atividades fazendo-as no tempo solicitado pela escola.

Sabe-se que é necessário, neste momento de estudo remoto, em que a residência de cada aluno se transformou na sala de aula, o apoio da família nesse processo ainda mais que anteriormente com as aulas presenciais. Para Franco (2020) isto é um ponto fundamental no processo de ensino:

Durante o ensino remoto é possível e fundamental, diversificar as experiências de aprendizagem, que podem, inclusive, apoiar na criação de uma rotina positiva que ofereçam aos estudantes estabilidade frente ao cenário de muitas mudanças. Envolvimento das famílias também é chave, já que poderão ser importantes aliados no momento atual de ensino, para a aprendizagem. (Franco, 2020, p. 19)

Franco (2020) refere-se a um ponto fundamental no protagonismo estudantil, o apoio da família no processo de ensino, pois, além das atividades remotas, a distância e professores dando orientações apenas via mídias sociais, as plataformas digitais dificultam a compreensão e a aprendizagem do aluno, embora seja facilitado com metodologias diferenciadas para minimizar as dificuldades no ensino com esta modalidade.

Faz-se necessário concordar com este posicionamento, pois o apoio da família desde sempre é fundamental para o desenvolvimento do estudante e naquele momento, maior é a necessidade da presença da família com o acompanhamento e incentivo para com seus entes familiares. Para Mori e Cunha (2020), há a necessidade de metodologias que supram as carências e necessidades dos alunos, porém é preciso um incentivo a autonomia nos estudos para o êxito na aprendizagem:

Nesse momento, entender as dificuldades encontradas, seja pela limitação ao acesso aos meios digitais ou pela falta de suporte para as aulas presenciais, principalmente, pela mediação do professor, são fundamentais para buscar estratégias metodológicas que supram essas carências e permitam que os impactos no Ensino e Aprendizagem sejam menores. Dessa forma, torna-se necessário incentivar os alunos a estudarem de forma autônoma e a serem construtores de seu próprio conhecimento, corroborando com os objetivos das metodologias ativas. (Mori; Cunha, 2020, p. 73).

Mori e Cunha (2020) abordam questões de grande relevância, o conhecimento da realidade estudantil, para que se possa elaborar metodologias que atendam e supram as necessidades de cada aluno, de forma que se diminua o prejuízo na aprendizagem devido ao ensino remoto. Os autores destacam que a realidade atual do ensino exige grande responsabilidade de todos, desde as escolas que constroem as metodologias, professores, alunos e famílias que estão envolvidos nesse processo.

Acredita-se na necessidade da construção da autonomia nos estudos, que é fundamental, pois ajudará a construir o conhecimento, desenvolvendo as atividades propostas, de acordo com as metodologias adequadas ao formato de ensino, aplicada pelas escolas. Acrescentando o que diz Mori e Cunha (2020), Carvalho (2009) afirma que:

Cabe ao educador a tarefa de ser o agente facilitador do processo educacional, adotando uma postura não mais transmissora de conhecimentos, e sim dialógica, que incentive e seja desafiadora, mesmo que a distância, também desperte a curiosidade. (Carvalho, 2009, p. 35).

Segundo Mori; Cunha (2020) e Carvalho (2009), o educador deve ser um facilitador, usando do diálogo para a transmissão do conhecimento. Não é algo automático que se injeta, mas algo que depende de absorção do que é aplicado nas atividades adotando uma metodologia adequada à disciplina e contexto escolar. Ressalta que, embora com aulas a distância, não se deverá perder a essência, que possa ter atividades desafiadoras e que despertem a curiosidade do estudante a fim de que se aprofundem nas pesquisas e busquem novos conhecimentos.

Deste modo, a realidade atual passa a exigir ainda mais do docente em adotar meios que possa ofertar ao aluno meios de aquisição de conhecimentos eficazes, para uma aprendizagem satisfatória. Heckler, Saraiva e Filho (2007) nesta linha de pensamento dizem:

A era da informática também trouxe benefícios, a computação na escola coloca os estudantes frente a um novo processo educativo, onde podem prosseguir, frear, voltar, reestudar ou aprimorar conceitos vistos em sala de aula, além de aprofundar e criar suas investigações e interpretações sobre o assunto, baseados em outras informações pesquisadas ou discutidas com diferentes autores ou colegas, via internet (Heckler; Saraiva; Filho, 2007 p. 270).

Percebe-se então que a porta da autonomia é a tecnologia, a internet, que possibilita ao estudante ganhar o mundo do conhecimento, aprimorar seus conceitos, aprofundar os conhecimentos adquiridos, reestudar, pois tem essa ferramenta disponível na palma da mão, basta ter a atitude de seguir neste caminho. De fato, é desta forma citada, pois a informática trouxe esses benefícios que o estudante pode usufruir e construir conhecimentos principalmente em tempos de pandemia e de aulas presenciais suspensas.

Não há motivos para discordar do pensamento acima, não se pode pensar no processo educativo sem as tecnologias, a informática, a internet sendo utilizados em sala de aula, principalmente na realidade atual que obriga os estudantes a fazer as atividades escolares em casa. Portanto, os autores pesquisados neste capítulo traçam linhas de pensamentos paralelas, que constroem ideias pertinentes e em comunhão, com visões na mesma direção.

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada, neste trabalho, foi a pesquisa de campo com abordagens quantitativa e qualitativa. O espaço de aplicação da pesquisa foi em uma escola da rede pública da cidade de Bela Vista do Piauí. O instrumento de coleta de dados utilizado foi um questionário semiestruturado enviado através do aplicativo de envio de mensagens

(WhatsApp) aos alunos, participantes da citada pesquisa. O período de aplicação e coleta dos dados foi de 15 a 29 de junho de 2021. As perguntas abordadas no questionário são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Lista de perguntas utilizadas no questionário aplicado.

Ordem	Questão	Opção de Resposta
1 ^a	A Pandemia impossibilitou as aulas presenciais, obrigando as escolas a aderir ao sistema REMOTO. Nesse sistema, qual área do conhecimento é mais complexo para aprender remotamente, pois dificulta a absorção dos conteúdos e a aprendizagem?	a) Linguagens (Língua Portuguesa, Inglês, Espanhol, Ed, Física e Arte) b) Ciências Humanas (Geografia, História, Filosofia, Sociologia, Ens. Religioso) c) Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia) d) Matemática
2 ^a	Como está sendo a metodologia utilizada na escola para a disciplina de Química na aplicação dos conteúdos e atividades enviadas a vocês alunos?	a) Aulas online por Plataformas Virtuais de Aprendizagens (AVA) b) Envio de conteúdos e atividades via WhatsApp c) Envio de conteúdos e Atividades impressas d) Envio de Atividades Impressas e utilização do livro didático e) Envio de atividades via WhatsApp e utilização do livro didático f) Por meio de vídeos, slides e outros meios tecnológicos
3 ^a	O que mais prejudicou o ensino de Química com as aulas remotas?	a) A Falta de Aulas práticas com Experimentos b) A Impossibilidade de realização da Feira de Ciências c) A ausência do professor presente para sanar as dúvidas nas atividades propostas d) Não prejudicou em nada
4 ^a	Quais meios você utiliza para entrar em contato com o professor para tirada de dúvidas nos conteúdos de Química?	a) Mensagem via WhatsApp b) Duo c) Ligação telefônica d) Chamada de Vídeo via WhatsApp
5 ^a	Com que frequência entra em contato com o professor para tirar as dúvidas e solicitar explanação de conteúdos da disciplina de Química?	a) Todo dia b) Três dias por semana c) Dois dias por semana d) Um dia por semana e) Duas, três vezes por mês
6 ^a	Com que frequência é atendido ao entrar em contato com o professor de Química para sanar as dúvidas dos conteúdos da disciplina?	a) Sempre sou atendido(a) b) Quase sempre sou atendido(a) c) As vezes sou atendido(a) d) Nunca sou atendido(a)
7 ^a	Sobre a aquisição de conhecimentos, aprendizagem de vocês alunos nas aulas de Química de forma remota, como está?	a) Muito bem, conteúdos bem elaborados e de fácil compreensão b) Aprendendo pouco, disciplina complexa e difícil de compreender o professor a distância c) Aprendendo pouco, mas suficiente para responder as atividades propostas

		d)Aprendendo nada, pois sem o professor para orientar é impossível de compreender os conteúdos
8 ^a	Na visão de vocês alunos o que mais dificulta para a inovação de metodologias no ensino remoto, para melhor explanação dos conteúdos?	a)A Realidade escolar, poucos meios tecnológicos a disposição b)A Realidade social, dificuldade de acessos a internet por parte dos alunos c)Falta de criatividade dos professores d)Falta de motivação da equipe gestora das escolas e)Metodologia aplicada adequada, não precisa inovação
9 ^a	Para vocês alunos, na disciplina de Química, qual a melhor opção para acrescentar na metodologia de ensino remoto facilitaria na aprendizagem do conteúdo?	a) Vídeos de explicações de conteúdos b) Sugestões de atividades práticas para fazer em casa c) Lives por meios de aplicativos (zoom, google meet) para explanação e tirar dúvidas d) Podcast para explanação de conteúdos e tirar dúvidas
10 ^a	Como você classifica a disciplina de Química?	a) Ótima b) Ruim c) Péssima d) Chata e) Complexa f) Difícilima g) Boa h) Excelente

Fonte: Elaborada pelos autores.

O questionário aplicado, foi construído junto ao Conselho de Classe da escola, com questões objetivas (fechadas), contendo seis questões, a maioria com quatro alternativas que versavam sobre o ensino de Química no período das aulas remotas: dificuldades, aprendizagens e sugestões.

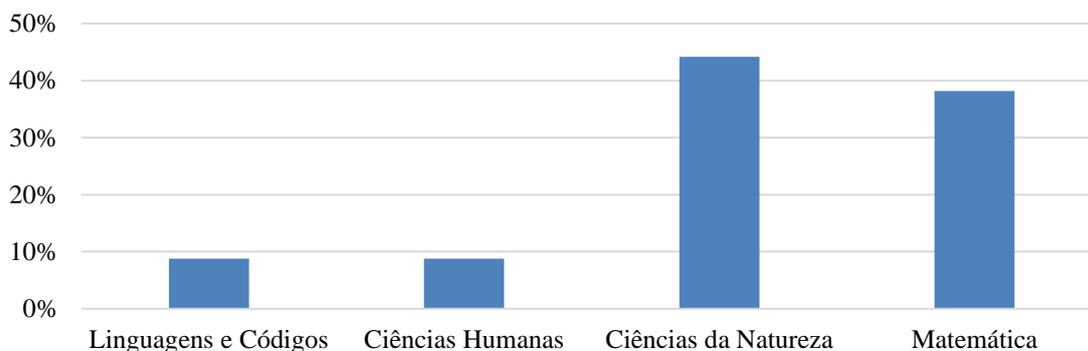
A pesquisa foi realizada com uma amostra de vinte (20) alunos sendo estes do 1º ao 3º ano do Ensino Médio regular, sendo oito (08) do 1º Ano, oito (08) do 2º Ano e quatro (04) do 3º Ano. O estudo foi realizado de forma virtual, utilizando o WhatsApp para convidar os alunos a participarem voluntariamente. Os participantes foram solicitados a compartilhar seus conhecimentos e concordaram formalmente com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que assegurava a confidencialidade dos envolvidos e fornecia dados valiosos para a investigação.

O questionário foi distribuído aos alunos por meio do WhatsApp, e as respostas foram recebidas também pelo mesmo aplicativo para a elaboração dos gráficos e análise dos resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa realizada resultou nos dados apresentados nos gráficos a seguir, os quais serão analisados e discutidos neste capítulo. A Figura 1 apresenta os resultados das áreas de conhecimentos estudadas no ensino médio, apresentando as áreas nas quais os alunos têm mais dificuldades de aprendizagem no sistema de aulas remotas:

Figura 1 – Áreas do conhecimento com maiores dificuldades de aprendizagem no período dos estudos remotos no Ensino Médio



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados coletados e apresentados na Figura 1 mostram que as áreas de exatas são mais complexas de estudar de forma remota, com uma porcentagem largamente maior que as áreas de humanas e linguagens e códigos. Pode-se observar que apenas 8,8% dos alunos pesquisados apontaram maior dificuldades em Ciências Humanas e Linguagens, 38,2% apontaram maior dificuldades em Matemática e 44,2% em Ciências da Natureza.

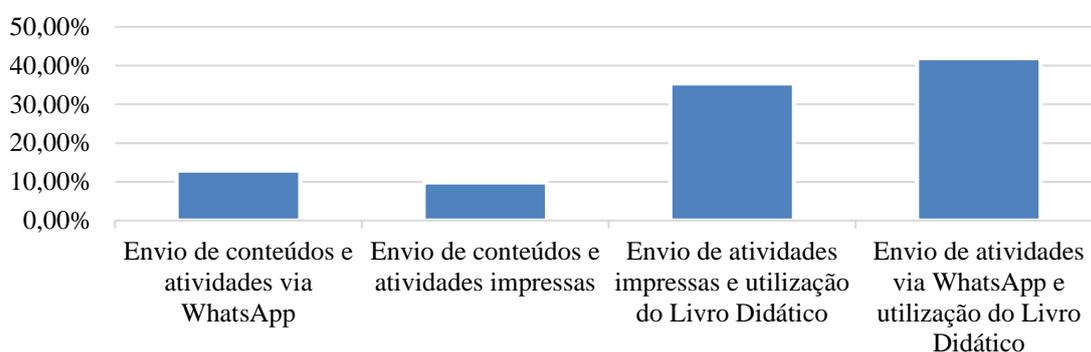
Os resultados evidenciam que disciplinas que demandam habilidades em cálculos, como Matemática, Química e Física são as mais desafiadoras de serem estudadas sem a presença do professor para esclarecer dúvidas e abordar conteúdos mais complexos. Resultado semelhante foi observado em estudo elaborado por Silva e Araújo (2023), Matemática e suas Tecnologias, composta exclusivamente pelo componente curricular de Matemática, apresentou a maior taxa de rejeição, atingindo 32%. Da mesma forma, mesmo no ensino presencial, Lorenzoni *et al.* (2012) observaram que entre as disciplinas com menor interesse dos alunos destacaram-se a Física (32%), seguida pela Matemática (20%) e Química (11%).

Nesse contexto, esse cenário sugere que estas disciplinas que exigem uma compreensão mais conceitual e abstrata são particularmente desafiadoras de serem ensinadas de forma remota. Isso pode ser atribuído à necessidade de atividades práticas, experimentais e de resolução de problemas que são tradicionalmente realizadas em

ambientes presenciais e que muitas vezes são difíceis de replicar no contexto do ensino remoto. É válido ressaltar que a baixa qualidade da rede 4G local, problemas de acesso a recursos educacionais e o impacto psicológico e social da pandemia na vida dos estudantes também podem ter correlação com essa dificuldade dos alunos (Silva *et al.*, 2021; Nogueira; Vieira; Carvalho, 2022).

A partir do conhecimento das áreas em que os alunos têm mais dificuldades de aprendizagem, buscou-se saber quais metodologias são utilizadas para o ensino de forma remota na escola pesquisada. A Figura 2 apresenta os tipos de metodologias utilizadas para o ensino com as aulas remotas na instituição utilizada para a pesquisa:

Figura 2 – Metodologias utilizadas para o ensino remoto na escola pesquisada



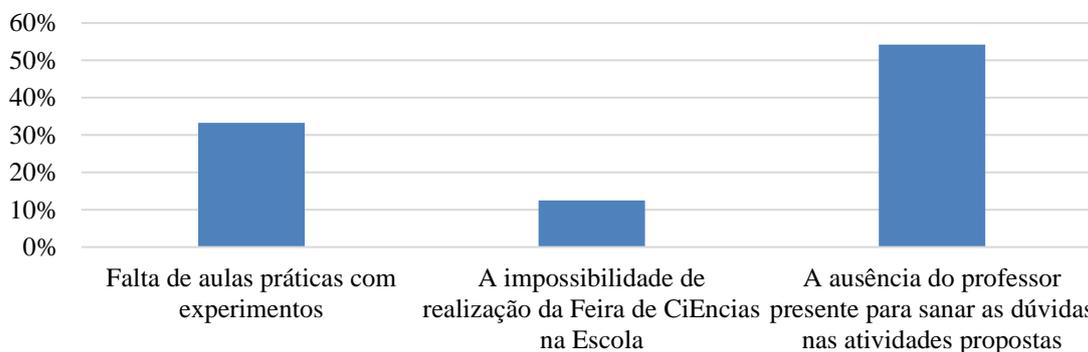
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados mostram os métodos adotados para a apresentação dos conteúdos nas aulas remotas. Foram notificadas quatro metodologias utilizadas na escola, para facilitar o estudo nas diferentes realidades dos alunos que estudam naquela instituição. 41,9% dos alunos pesquisados, afirmaram receber as atividades via *WhatsApp* e resolução das atividades com estudo dos conteúdos no livro didático. Uma parcela de 35,4% recebe as atividades impressas e as resolve estudando o conteúdo através do livro didático.

Apenas uma pequena parcela dos alunos, equivalente a 12,9%, recebe os materiais e conteúdos educacionais através do *WhatsApp*, enquanto 9,8% têm acesso às atividades e aos conteúdos no formato impresso. Esses dados revelam as distintas realidades enfrentadas na escola, destacando os diversos métodos adotados para o ensino remoto e evidenciando as dificuldades enfrentadas na implementação dessas metodologias no atual sistema de ensino.

Após identificar os métodos utilizados pelos professores para as aulas remotas, buscou-se saber o que mais prejudicava o ensino de Química nesse formato de aulas. A Figura 3 apresenta os fatores mais prejudiciais no ensino de Química nas aulas remotas:

Figura 3 – O que mais prejudicou o ensino de Química com as aulas remotas



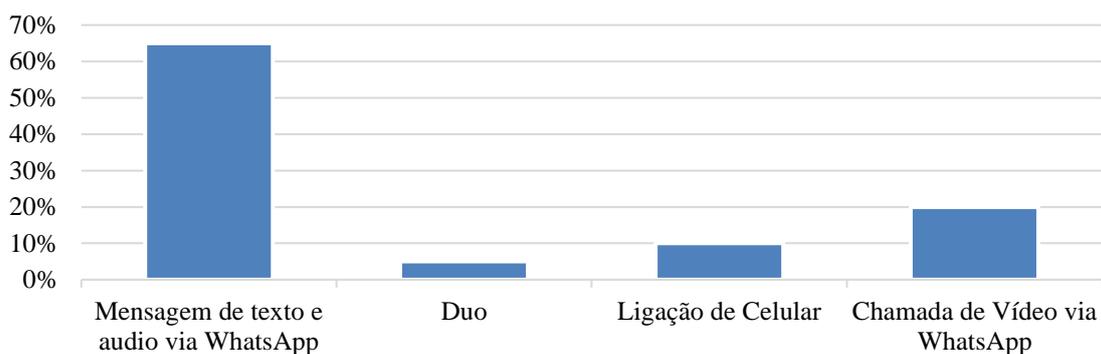
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados apresentados mostram três fatores que mais prejudicaram o ensino da disciplina de Química no formato remoto. Nem a impossibilidade de realização da Feira de Ciências, evento tradicional de todos os anos na instituição, que correspondeu 12,5% como um dos fatores e a falta de aulas práticas com experimentos realizados nas aulas presenciais que equivale 33,3% na opinião dos alunos, superaram a ausência física do professor no ambiente de sala de aula para sanar as dúvidas das atividades propostas, que foi apontada pelos alunos em sua maioria esmagadora com 54,2% como o principal fator que prejudicou o ensino de Química de forma remota.

Os resultados obtidos revelaram a clara importância da presença física do professor no ambiente escolar, frente a frente do aluno para a explanação de conteúdos e para tirar as dúvidas dos estudantes nas atividades aplicadas. Nem a ausência da Feira de Ciências e das aulas práticas com experimentos (fundamental nas aulas de químicas) foram consideradas tão prejudiciais quanto a ausência do professor na hora da resolução das atividades e do estudo do conteúdo da disciplina de Química.

Em virtude das aulas remotas e da ausência física do professor, procuramos saber dos alunos os meios utilizados para o contato com o professor, fundamental nesse processo, quando sentiam necessidade de tirar alguma dúvida. A Figura 4 apresenta os meios de contatos utilizados pelos alunos para se comunicarem com o professor:

Figura 4 – Meios de contato dos alunos com o professor de Química

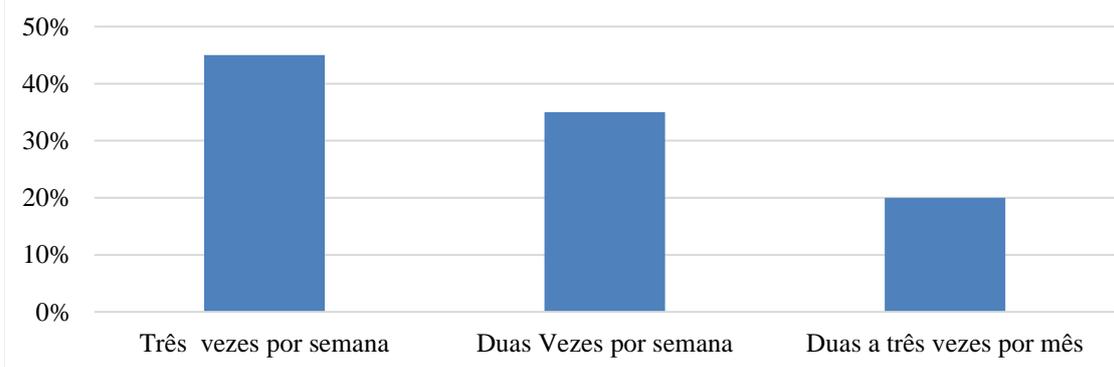


Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos mostraram quatro principais meios utilizados pelos alunos para comunicar com o professor nesse período de aulas remotas, sendo que a maioria, 65% dos alunos utiliza as mensagens de textos e áudios pelo *WhatsApp* para conversar com o professor, 20% preferem chamadas de vídeos pelo *WhatsApp* para sanar suas dúvidas nos conteúdos de Química, 10% optam fazer a ligação pelo celular para ter uma melhor comunicação e menos dificuldades no entendimento dos conteúdos. Já uma pequena parcela de 5% utiliza o Duo para essa comunicação.

Nota-se que o *WhatsApp* é a mídia mais utilizada nesse processo, por ser mais prática e mais comum na vida social dos alunos, tem sido uma oportunidade para aproximar o professor do aluno nesse período, amenizando as dificuldades nesse processo. Pelo fato da disciplina de Química ser de exatas, deixando muitas dúvidas nos alunos, coube perguntar com que frequência os alunos procuravam o professor para conversar. A Figura 5 apresenta os dados de quantas vezes o aluno entra em contato com o professor por semana:

Figura 5 – Frequência de contatos dos alunos com o professor de Química



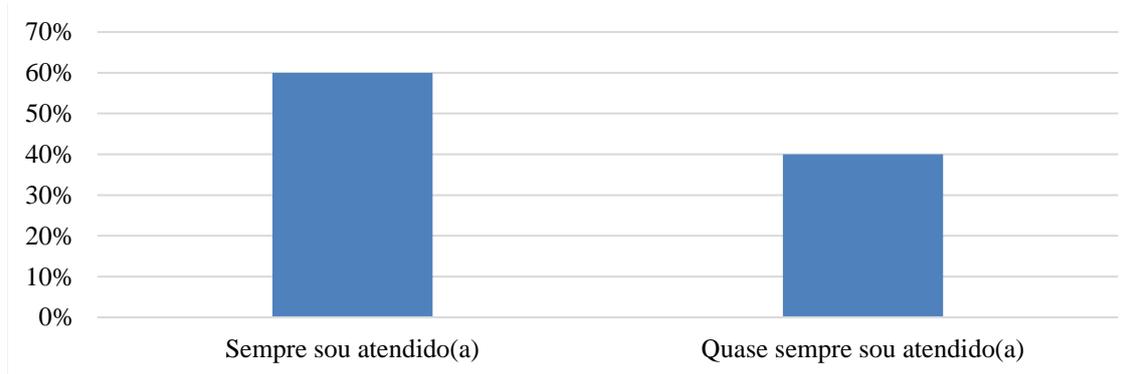
Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que pelo fato da disciplina de Química ser complexa, os alunos sentem necessidade de estarem em contato com o professor, pois 45% dos alunos entram em contato com o professor três vezes por semana, e 35% duas vezes na semana, sendo que 80% dos alunos estão em contato com o professor da disciplina mais de duas vezes na semana buscando orientações para fazerem suas atividades. Como em toda turma de alunos, há aqueles que são mais desenvolvidos e buscam fazer as atividades por outros meios só buscando auxílio do professor nos casos mais extremos, 20% dos pesquisados responderam entrarem em contato de duas a três vezes em cada mês.

Ficou notório pelos dados acima que nesse período o professor teve muitas dificuldades em sanar as dúvidas dos alunos, pois, enquanto nas aulas presenciais fazia as explicações aos alunos ao mesmo tempo, hoje tem que atender individualmente e várias vezes ao dia, para que possa atender a todos e assim conseguir tirar dúvidas da forma mais adequada.

Diante da necessidade que os alunos têm de estarem em contato com o professor para buscar a compreensão dos conteúdos estudados em Química, achamos importante saber se os alunos conseguem ser atendidos pelo orientador da disciplina. A Figura 6 mostra a realidade do contato dos alunos com o professor pelas mídias utilizadas para sanar as dúvidas obtidas:

Figura 6 – Frequência de atendimento do professor de Química ao aluno



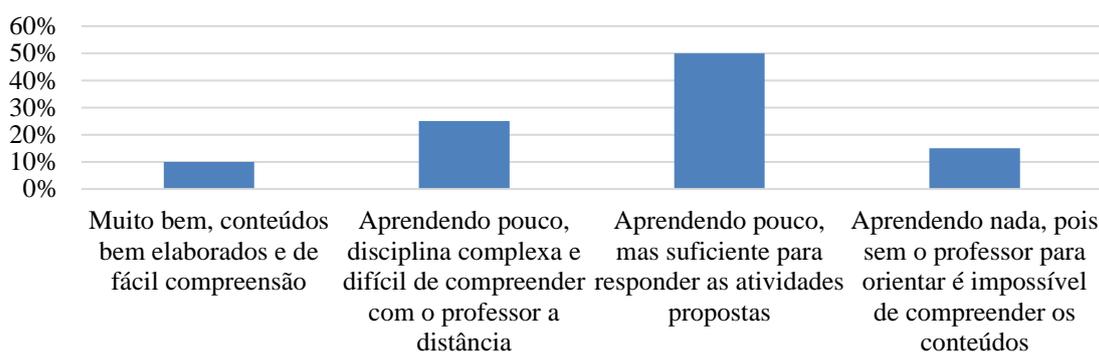
Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que embora o professor precise estar quase o dia todo em contato com alunos para atender todas as turmas na qual leciona, consegue atender a maioria sempre que entram em contato, 60% dos estudantes pesquisados afirmaram ser atendidos sempre que entram em contato e 40% deles responderam que quase sempre é atendido, às vezes

coincide de dois ou mais alunos conseguirem conversar simultaneamente com o professor. É notório o esforço do professor para fazer com que a aprendizagem dos alunos possa acontecer, mesmo tendo que preparar aulas, buscar as melhores metodologias, permanecer de plantão com o celular disponível para atender os seus alunos.

Procuramos saber dos alunos se eles tinham suas dúvidas sanadas depois que conseguiam conversar com o professor. Queríamos com essa pergunta saber qual o nível de aprendizagem dos alunos nesse sistema de aulas. A seguir, apresenta-se a Figura 7 acerca do nível de aprendizagem dos alunos na disciplina de Química com as aulas remotas.

Figura 7 – Nível de aprendizagem dos alunos na disciplina de Química nas aulas remotas



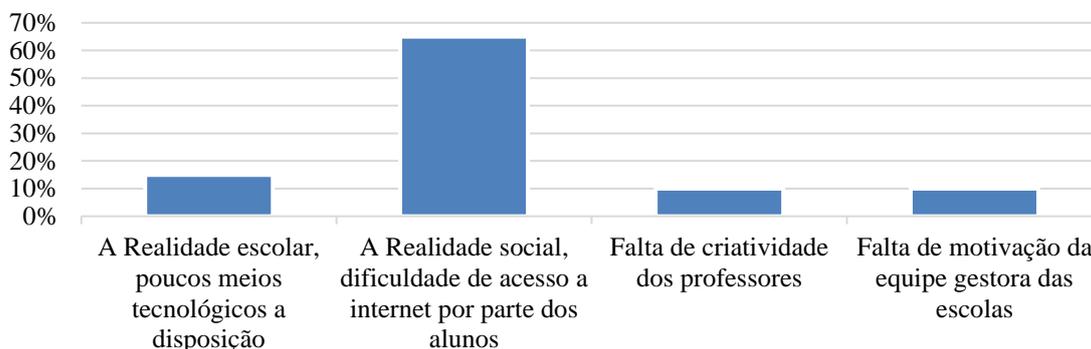
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados apresentados na Figura 7, mostram que a maioria dos alunos estão tendo sérias dificuldades de aprendizagem em Química nas aulas remotas, 50% dos estudantes pesquisados relataram ter pouco nível de aprendizado, apenas o suficiente para resolverem as atividades, ou seja, o mínimo de aprendizagem. Uma parte que corresponde a 15% dos pesquisados afirmaram não estarem aprendendo nada, pois sem o professor presencial se torna impossível adquirir o aprendizado na disciplina. 25% da amostra pesquisada afirmaram aprender pouco em consequência da complexidade dos conteúdos deste componente curricular, apenas 10% afirmaram ter aprendido de forma adequada devido as atividades serem bem elaboradas e de fácil compreensão.

Ademais, esses resultados retratam a realidade do ensino atual com aulas remotas que tem sido considerada aquém do esperado, em contrapartida, para uma pequena parcela de alunos, a aprendizagem tem sido considerada um pouco melhor. Diante do que foi apresentado anteriormente sobre as metodologias utilizadas no ensino remoto, foi questionado quais seriam os fatores que dificultariam a inovação metodológica no ensino remoto na escola pesquisada. A Figura 8 aponta os principais fatores que geram

dificuldades de implementação no uso dos recursos tecnológicos no ensino remoto de Química:

Figura 8 – Principais fatores que geram dificuldade de inovação metodológica no ensino de Química nas aulas remotas



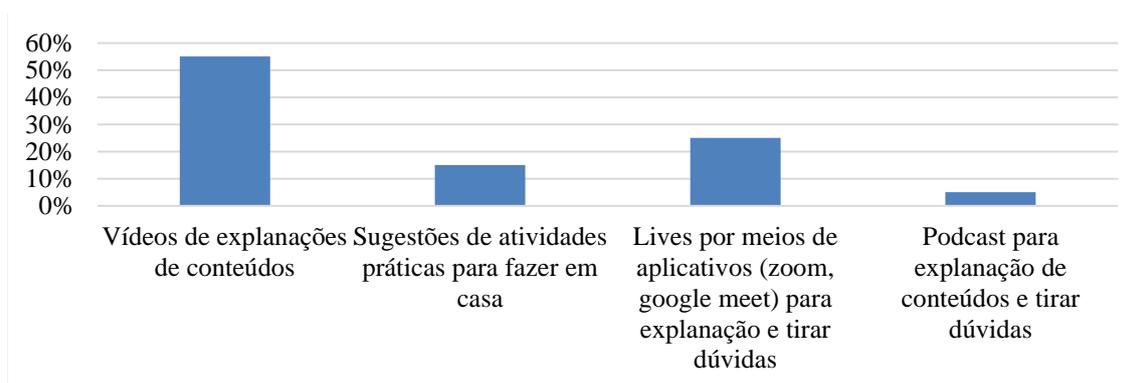
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos evidenciam uma grande dificuldade enfrentada pela escola na implementação do ensino remoto. A maioria dos alunos pesquisados, representando 65%, apontou como principal obstáculo a realidade social, caracterizada pela dificuldade de acesso a uma internet de qualidade que impede suas participações em aulas on-line, também em vídeoaulas e na utilização de outros recursos que dependem de uma conexão estável. Cerca de 15% dos participantes destacaram a escassez de recursos tecnológicos na escola como um fator limitante, enquanto os restantes 20% mencionaram a falta de iniciativa por parte dos professores e a desmotivação da equipe gestora, com 10% cada.

Esses resultados ressaltam a necessidade urgente de soluções eficazes para garantir a continuidade do processo educacional diante dos desafios impostos pela pandemia. Com os resultados obtidos na Figura 8, percebe-se a grande dificuldade escolar em manter as aulas no período de pandemia devido aos poucos recursos à disposição para os alunos.

Procurou-se saber também dos alunos que inovações poderiam ser utilizados neste período, especificamente no ensino da disciplina de Química. A Figura 9 apresenta as propostas dos alunos para as inovações metodológicas a serem implementadas nas aulas remotas de Química:

Figura 9 – Propostas de inovações metodológicas no ensino remoto de Química



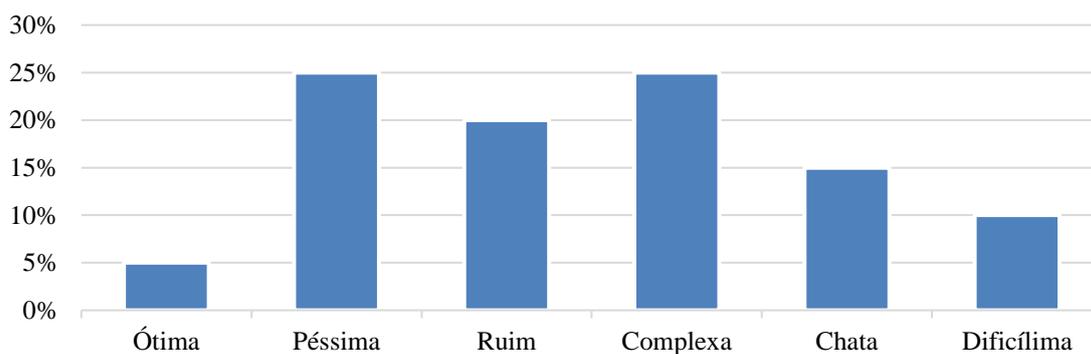
Fonte: Elaborado pelo autor.

Embora alguns meios possam ser inviáveis para a realidade da escola pública, foram citadas como propostas de inovações para as aulas remotas, sendo a mais citada pelos 55% dos alunos pesquisados: vídeos com explicações de conteúdos da disciplina. E a segunda ideia mais sugerida foi aulas por meios de *lives* por aplicativos *Google Meet* e *Zoom* para explicações de conteúdos e para a tiragem de dúvidas. Com menor proporção, mas apresentada como meio interessante de inovar as aulas remotas, por 15% dos alunos, aparecem as sugestões de práticas para fazerem em casa, e por último, mas lembrada por 5% dos pesquisados, utilização de *podcast* para explicações dos conteúdos.

Nota-se, nesses dados obtidos, que os alunos apresentaram ideias interessantes, com inovações tecnológicas a serem utilizadas no ensino remoto, contrastando com o que foi apresentado, contemplando de forma parcial e não na totalidade dos alunos.

Assim, depois de identificar as metodologias aplicadas nas aulas remotas, o nível de aprendizagem dos alunos nesse sistema de aulas, os meios utilizados pelos professores para comunicação com os alunos, a frequência com que o aluno procura o professor para sanar as dúvidas e conseguir resolver as atividades, perguntamos para os alunos o que acham da disciplina de química. A Figura 10 apresenta a opinião dos alunos pesquisados:

Figura 10 – A definição da disciplina de Química pelos alunos



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Vê-se na figura 10 as diferentes opiniões dos alunos sobre o que acham da disciplina de Química: 25% acham-na “péssima” afirmando não gostar de jeito nenhum, 25% afirmaram ser complexa resultando em muita dificuldade para aprender os conteúdos, 20% acham-na ruim, 15% a definiram como chata, 10% disseram ser uma disciplina difícil e 5%, uma pequena parcela, definiram-na como ótima.

Isto representa a variedade de alunos e perfis existentes em uma sala de aula, o que se comprova, pelos dados obtidos, a necessidade de se estreitar a relação aluno-professor de forma que se crie espaço para a oferta de suporte no processo de ensino aprendizagem com vistas a romper com a imagem da disciplina de química tida como difícil para a maioria dos alunos. Cabe ressaltar também a importância de se apresentar a disciplina não como mero componente curricular obrigatório, mas como uma ciência relevante para a compreensão da produção dos fenômenos químicos, “configurando-se como uma das descobertas mais importantes para o desenvolvimento da humanidade” (Cardoso; Brito, 2021).

Por fim, nota-se, pelos dados obtidos nesta pesquisa, que há dificuldades por parte dos alunos em conseguir aprender os conteúdos; do professor em aderir a métodos adequados considerando-se a realidade social tanto da escola como do aluno e como também uma certa dificuldade do professor em conseguir atender aos inúmeros alunos que o buscam para sanar as dúvidas que surgem e por fim destaca-se ainda a defasagem da aprendizagem por parte dos alunos.

Sobre este aspecto, Miranda (2021) *Apud* Miranda *et al.* (2022), lembra que no período da pandemia estratégias foram adotadas para que o conteúdo chegasse até aos alunos, utilizando assim de meios e ferramentas tecnológicas as quais podemos citar o *WhatsApp*, *MicrosoftTeams*, *mobieduca.me*, *diárioonlineiseduc*, *googleClassroom* e

googleHangoutmeets, as quais, na visão do citado autor, ajudaram “os discentes na realização das atividades escolares e monitoramento por parte dos docentes, havendo assim, uma integração e homogeneização”.

4 CONCLUSÃO

A partir das representações dos alunos, constataram-se os diferentes desafios apresentados no processo de ensino e aprendizagem de Química nas aulas remotas como dificuldade de acesso e de uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC), interação professor-aluno, metodologias adequadas ao meio virtual dentre outros. Portanto, o referido trabalho possibilitou compreender um pouco mais sobre a realidade do ensino de Química por meio de aulas remotas em um contexto de pandemia da Covid-19.

REFERÊNCIAS

BRASIL & MEC (2002). **PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza**, Brasília, DF: 2002.

CARDOSO, G. V. BRITO, J. A. de. O ensino de química no período da pandemia da covid-19: desafios do ensino e aprendizagem na prática docente. **Repositório institucional digital do IFAP**. Amapá, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ifap.edu.br/jspui/bitstream/prefix/521/1/CARDOSO%282021%29%20O%20ENSINO%20DE%20QUIMICA%20NA%20PANDEMIA.pdf>. Acesso em: 21.10.21.

CARVALHO, C. J. A. 2009. **O ensino e a aprendizagem das ciências naturais através da aprendizagem baseada na resolução de problemas: um estudo com alunos de 9º ano, centrado no tema Sistema Digestivo**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2009.

FRANCO, G. **Coronavírus: professores falam dos desafios e vantagens de trabalhar em casa**. Canal do Educador. v. 10, n. 1, 2020 Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/noticias/coronavirus-professores-falam-dos-desafios-e-vantagens-detrabalhar-em-casa/33270.html>. Acesso em: 15 jun. 2021.

GONÇALVES, L. de J.; VEIT. E. A.; SILVEIRA. F. L. (2006). **Textos, Animações e Vídeos para o ensino-aprendizagem de Física Térmica no Ensino Médio**. In: Encontro Estadual de Ensino de Física. Porto Alegre – RS: (UFRGS), 2006. p. 93-101.

HECKLER, V.; SARAIVA. M. F. O.; & FILHO, K. S. O. (2007). **Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de Matemática e suas Tecnologias**. São Paulo: ed. Ática. 2007. 130 p.

LORENZONI, I.; ALFAIATE, M. B.; VIEIRA, B. C. R. MOULIM, M. **Disciplinas que despertam mais e menos interesse nos alunos do Ensino Médio da E.E.E.F.M.** XVI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação–Universidade do Vale do Paraíba. 2012.

MINAYO, M. C. S. (2001). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** **Problematização:** possibilidades para o ensino de química. Revista Química Nova Escola. Petrópolis: RJ. Ed. Vozes. v. 42, n. 2, p. 176-185, maio 2020.

MIRANDA, L. S. SALES, J. G. S. BRITO, M. D. O. Ensino de química durante a pandemia da covid-19: um relato de experiência dos discentes da zona rural de Luís Correia, PI. **Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, v.4,p.274. Disponível em: https://reben.a.emnuvens.com.br/revista/index_ISSN:2764-136. Acesso em: 15.07.22.

MIRANDA, L. S. NASCIMENTO, M. S. do. BRITO, M. D. SOUZA, R. C. E. COSTA, D. N. BRACO, T. F. C. Educação Inclusiva Digital em Época de Pandemia: Um Relato de Experiência de Alunos da Zona Rural. Reben- **Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, v.2, p.89-99, 2021. Disponível em: <https://reben.a.emnuvens.com.br/revista/article/view/>. Acesso em: 06.03.24.

MUNHOZ, A. S. Aprendizagem Baseada em Problemas: ferramenta de apoio ao docente no processo de ensino e aprendizagem. São Paulo: Cengage Learning, 2015. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. 29(2), 267-273.

NOGUEIRA, E. A.; VIEIRA, T. B. S.; CARVALHO, R. B. F. O ensino de química em tempos de COVID-19 em Redenção do Gurguéia - PI, Brasil: concepções de professores e alunos. **Revista Ciências & Ideias**, v. 13, p. 16-32, 2022.

SANTOS, J. C. dos. **Processos Participativos na Construção do Conhecimento em Sala de Aula**. Cáceres, MT: UNEMAT Editora, 2003.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 3ª Ed. Ijuí, RS: Editora Unijuí, 2003.

SILVA, A. J. de J.; PEREIRA LOPES, A.; DA SILVA, A. T. O.; MAURÍCIO, A. da C.; DA SILVA SANTANA, F. F.; SILVA, C. M.; DOS SANTOS, G. G.; LOURENÇO, I. R. Tempos de pandemia: efeitos do ensino remoto nas aulas de química do ensino médio em uma escola pública de benjamin constant, Amazonas, Brasil. **Journal of Education Science and Health**, [S. l.], v. 1, n. 3, 2021

SILVA, R. D.; ARAÚJO, A. C. S. Escola nas representações dos estudantes do ensino médio. **Peer Review**, [S. l.], v. 5, n. 11, p. 209–222, 2023.

VALENTE, G. S. C., *et al.* (2020). O ensino remoto frente às exigências do contexto de pandemia: Reflexões sobre a prática docente. **Research, Society and Development**, 9(9). 1-13, 2020.

CAPÍTULO 12

ENSINO REMOTO: O PROFESSOR E SUA ADAPTAÇÃO NO ENSINO BÁSICO

Íngride Alves da Silva
Rafael do Nascimento Silva
João Victor dos Santos Nascimento
Elisangela França Soares
Adriano Gomes de Castro
Jurandy do Nascimento Silva*

RESUMO

Diante do cenário atual pós-pandemia do COVID-19 que afetou de forma significativa a organização e planejamento escolar, a presente pesquisa tem como objetivo demonstrar a realidade do ensino remoto no período pandêmico e as estratégias encontradas por professores para dar continuidade ao aprendizado a fim de contornar os efeitos causados pelo ensino remoto no sistema educacional na cidade de Piracuruca-PI. O trabalho trata-se de uma pesquisa com caráter quali-quantitativa por meio da aplicação de um questionário elaborado e aplicado pelo *Google Forms*[®] para professores que lecionam em escolas na cidade de Piracuruca-PI, empregando-se a análise de conteúdo e estatística descritiva dos dados. Como resultado da pesquisa destaca-se que o ensino remoto urgentemente implantado foi um desafio para os docentes. 41,7% dos professores relataram ter dificuldades com a falta de tempo para a organização dos materiais e 37,5% dificuldades com a implantação das novas estratégias de ensino em que 100% dos professores fizeram adesão ao ensino remoto através do uso das tecnologias de informação e comunicação sendo que 95,8% realizaram atividades através do WhatsApp e 79,2% através do Google Meet. Mesmo diante do emprego de ferramentas tecnológicas, o baixo desempenho escolar totalizou um percentual de 83,5% a qual 75% dos alunos são de escola pública. 75% dos professores entrevistados relataram não ter tido treinamento para o ensino remoto. Assim, conclui-se que diante desse cenário, precisa-se de investimentos urgentes em todos os campos da educação a fim de serem aplicados para o desenvolvimento de políticas públicas e de projetos de restauração para a recuperação da aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino Remoto. Pandemia. Novas Metodologias. Atuação Docente.

* Autor correspondente: jurandy@ufpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A pandemia do COVID-19 (Sars-CoV-2) foi anunciada pela Organização Mundial da Saúde (2020) em 30 de janeiro de 2020 como sendo uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII), com isso foram necessárias medidas protetivas contra este vírus de ocorrência mundial, medidas como o distanciamento social que levaram à interrupção da forma de ensino tradicional que ocorre presencialmente, adotando-se, no ensino, a modalidade remota (Spalding *et al.*, 2020).

A nova proposta de ensino foi bastante desafiadora para os professores pela falta de preparo para utilização, organização e manejo com as ferramentas digitais. Com a nova proposta de ensino digital, houve também uma grande preocupação dos professores em garantir a equidade de ensino já que nem todos os alunos possuíam acesso à internet. Segundo Coqueiro e Sousa (2021) diante desse novo cenário foi necessária uma reorganização na prática docente, no aspecto das atividades desenvolvidas e das interações entre professores e estudantes, na busca por melhores estratégias no cotidiano educacional.

O ensino remoto de emergência foi implementado temporariamente para garantir a continuidade do processo de ensino-aprendizagem. Não houve um planejamento pedagógico prévio, a transição para o ensino remoto ocorreu de maneira repentina devido à pandemia, o que resultou em desorganização no planejamento educacional de 2020. A condução das aulas por meio de plataformas digitais gerou preocupação entre os professores, pois exigiu uma rápida adaptação destes reinventando formas para lecionar.

Diante do exposto, um dos principais desafios enfrentados pelos profissionais da educação, especialmente os professores durante a pandemia, foi tornar o ensino on-line atrativo aos alunos, mantendo seu interesse, concentração e participação ativa nas aulas. Isso é especialmente relevante para os estudantes menos engajados, uma vez que a comunicação física e corporal não tem o mesmo impacto do novo modelo de ensino remoto, ao contrário do que ocorre nas aulas presenciais (Ribeiro Junior *et al.*, 2020). A qualidade do ensino está diretamente ligada à qualificação profissional e à autonomia do professor no processo de ensino-aprendizagem.

Blikstein e colaboradores (2020) informam que o ensino remoto foi uma alternativa para mitigar os efeitos da pandemia do Coronavírus na educação, a exemplo do que foi feito em diversos países. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é demonstrar a realidade do ensino remoto no período pandêmico e as estratégias encontradas por

professores para dar continuidade ao aprendizado a fim de contornar os efeitos causados pelo ensino remoto no ensino básico.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido com professores do Ensino Básico em escolas de rede pública e privada da cidade de Piracuruca, Piauí. A coleta de dados se deu por meio de um questionário, aplicado para 24 docentes. O questionário foi elaborado e aplicado pelo *Google Forms*[®], compreendido por 16 perguntas, dos tipos de múltipla escolha, caixa de seleção ou escala linear. As perguntas abordadas neste questionário são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Lista de perguntas utilizadas no questionário aplicado.

Ordem	Pergunta	Opção de resposta
01	Atuação docente na educação básica?	Múltipla escolha*
02	Rede(s) de ensino na qual está atuando como docente?	Múltipla escolha*
03	Tempo experiência como docente na educação básica?	Múltipla escolha*
04	Disciplina(s) na(s) qual(is) atua como docente?	Caixa de seleção**
05	Você aderiu ao ensino remoto?	Múltipla escolha*
06	Plataforma(s) trabalhada(s) caso tenha aderido ao ensino remoto?	Caixa de seleção**
07	De que forma utilizou a(s) plataforma(s) adotada?	Múltipla escolha*
08	Fez uso de vídeos explicativos no YouTube [®] para facilitar o entendimento de assuntos?	Múltipla escolha*
09	Para você quais as maiores dificuldades de lecionar na modalidade remota?	Caixa de seleção**
10	Com relação aos alunos, como foi à adaptação com a nova modalidade de ensino?	Múltipla escolha*
11	Quanto à assiduidade dos alunos nas aulas on-line:	Múltipla escolha*
12	Houve um treinamento para os professores de acordo com a nova modalidade de ensino estabelecido pela escola?	Múltipla escolha*
13	Houve modificação nos conteúdos didáticos para facilitar a maior compreensão dos alunos?	Múltipla escolha*
14	Ao repassar um novo conteúdo, você leva em consideração o que aluno aprendeu durante a aula on-line ou prioriza o estabelecido no plano de aula?	Múltipla escolha*
15	Após quase 2 anos de pandemia você ainda tem dificuldades em lecionar de forma remota?	Múltipla escolha*
16	Na sua percepção como se deu a aceitação dos seus colegas professores a essa nova modalidade e tecnologias implementadas durante a pandemia?	Escala linear***

Fonte: Elaborado pelo autor. **Legenda:** *Múltipla escolha: Os participantes podem escolher uma única opção entre um conjunto de opções; **Caixa de seleção: Os participantes podem escolher mais de uma opção entre um conjunto de opções; ***Escala linear: Os participantes podem classificar sua resposta em uma escala de 0 a 10.

Os dados foram analisados de maneira quali-quantitativa por meio dos resultados de acordo com a etapa educacional, rede de ensino, tempo de experiência e adesão às plataformas digitais. O questionário foi desenvolvido de maneira *on-line*, disponibilizando o link para todos os participantes aos quais foi pedido que assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) solicitando a sua participação na pesquisa, dando-lhes das garantias do anonimato e da consolidação dos resultados.

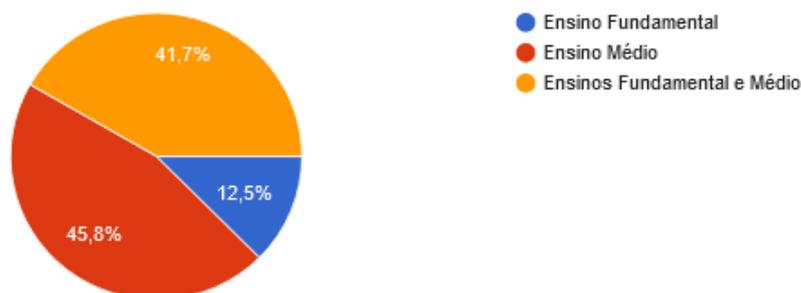
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pandemia trouxe uma série de consequências para a população, afinal todas relações humanas foram modificadas. Impondo novas maneiras de interagir, trabalhar e estudar. Desafios que alteraram toda uma composição escolar. Trazendo assim uma necessidade de busca constante por novas estratégias de ensino e formas de inovar para garantir a qualidade do processo de ensino (Meneses e Francisco, 2020).

Desde a pandemia, o ensino remoto recebeu uma maior atenção, sendo tema de debates diários pela necessidade urgente de investimento no desenvolvimento de políticas públicas que minimizassem as dificuldades encontradas para a realização da educação a distância.

O primeiro questionamento proposto foi sobre a atuação docente na educação básica, buscando identificar se os participantes atuavam no ensino fundamental ou ensino médio. Observamos que 12,5% dos docentes “entrevistados” atuam no ensino fundamental, 45,8% atuam somente no ensino médio e 41,7% atuam em ambos (Figura 1).

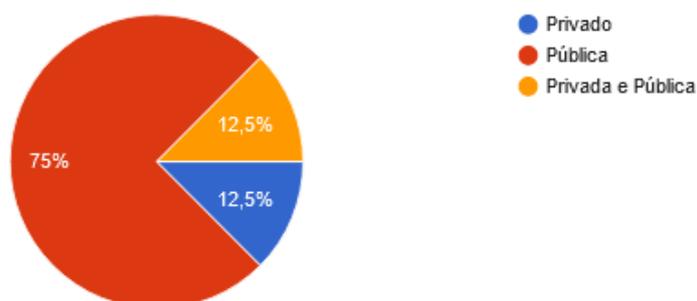
Figura 1 - Atuação docente na educação básica?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 2, questionou-se em qual rede de ensino os entrevistados atuavam. Em resposta podemos observar que 12,5% destes atuam somente na rede privada de ensino, esse mesmo percentual é também destacado para os que atuam de forma simultânea em ambos. Um significativo número de 75% corresponde aos que atuam somente na rede pública. Esse resultado pode ser justificado pelo fato de que as instituições educacionais presentes na cidade são em sua maioria da rede pública.

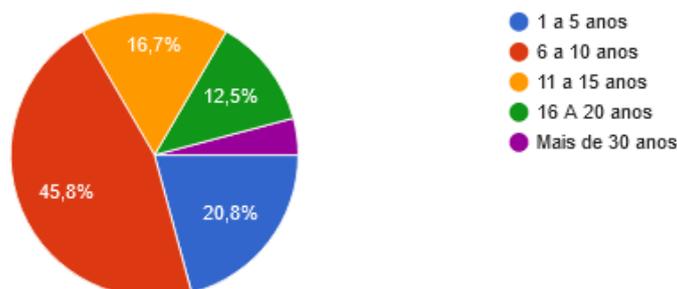
Figura 2 - Rede(s) de ensino na qual está atuando como docente?



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com a Figura 3, observa-se que 20,8% dos entrevistados possuem um tempo de experiência de 1 a 5 anos. 45,8% dos entrevistados possuem um tempo de experiência de 6 a 10 anos. 16,7% possuem um tempo de 11 a 15 anos, 12,5% dos entrevistados possuem um tempo de 16 a 20 anos de experiência na docência e 4,2% dos entrevistados possuem um tempo de experiência maior que 30 anos. Aqui destacamos que o maior número dos participantes da pesquisa tem significativa experiência na docência, visto que a maioria desses professores possuem mais de 5 anos atuando como docente.

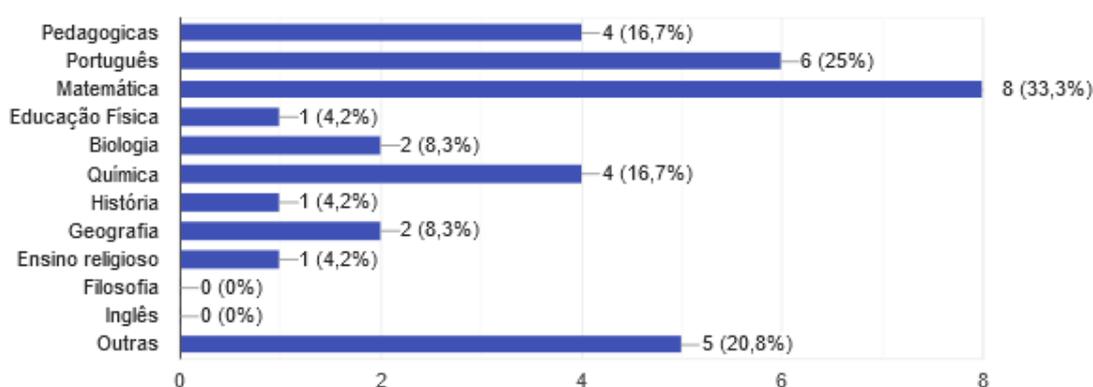
Figura 3 - Tempo experiência como docente na educação básica?



Fonte: Elaborado pelo autor.

A quarta pergunta tratou sobre a(s) disciplina(s) de atuação desses docentes. O gráfico mostra que a área da Pedagogia corresponde a 16,7% dos entrevistados. Português 25%, Matemática liderando com 33,3% dos entrevistados, Educação Física 4,2%, Biologia 8,3%, Química 16,7%, História 4,2%, Geografia 8,3%, Ensino Religioso 4,2% e 20,8% corresponde a outras disciplinas (Figura 4). O fato de a disciplina de Matemática ter apresentado esse maior percentual pode ser justificado por essa ser uma das ciências mais antigas, tendo sempre ocupado, ao longo dos tempos, um lugar de destaque no currículo (Pontes *et al.*, 2007).

Figura 4 - Disciplina(s) na(s) qual(is) atua como docente?



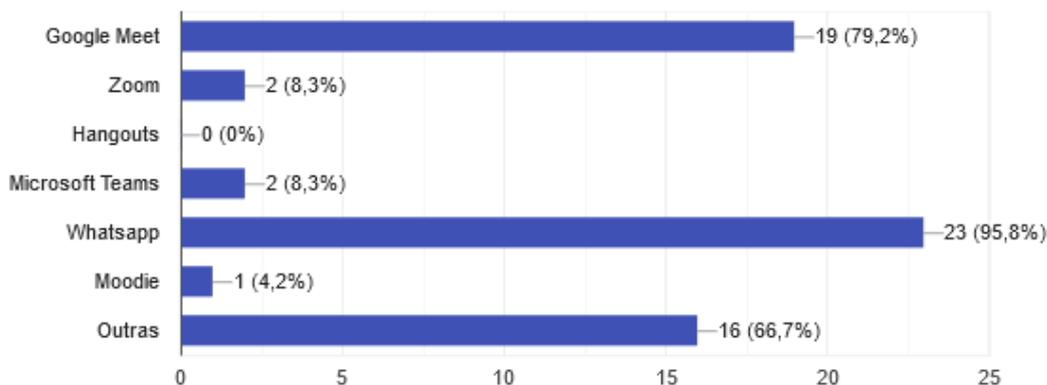
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os docentes foram questionados sobre sua adesão ao ensino remoto. A resposta foi unânime- 100% desses professores passaram a trabalhar com essa nova forma de ensino no período da pandemia. Aqui, Garcia e colaboradores (2020) destacam que “ensinar remotamente não é sinônimo de ensinar a distância, embora esteja diretamente relacionado ao uso de tecnologia e, nesse caso, digital”.

O questionamento sobre a adesão ao ensino remoto foi de modo a identificar que os professores entrevistados estivessem atuando no período de pandemia. A adesão ao Ensino Remoto foi uma alternativa emergencial para a continuidade das aulas neste período. Foi somente uma proposta temporária diante do contexto educacional enfrentado. Ainda sobre a adesão ao Ensino Remoto, foi questionado sobre as plataformas utilizadas, buscando identificar quais foram as mais utilizadas e que serviram como apoio nesse novo processo de Ensino Remoto. Observa-se que o WhatsApp® (95,8%) o Google Meet® (79,2%) foram as plataformas mais utilizadas como mediadoras entre professores e alunos (Figura 5).

O uso de tecnologias ditas não educacionais, como o aplicativo WhatsApp®, foi útil não somente na educação durante o período de pandemia, mas também pôde contribuir para a aproximação entre professores e alunos (Hallwass e Bredow, 2021).

Figura 5 - Plataforma(s) trabalhada(s), caso tenha aderido ao ensino remoto?

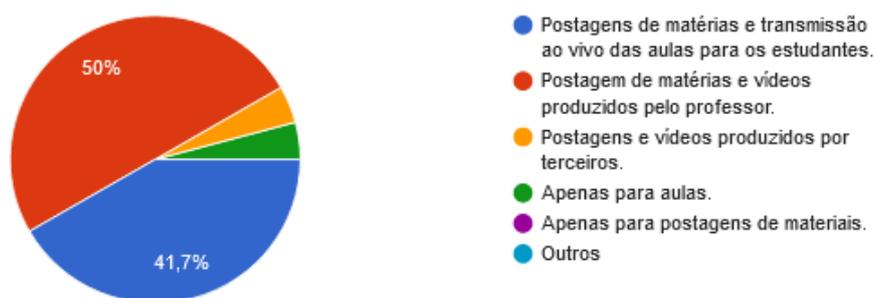


Fonte: Elaborado pelo autor.

O WhatsApp® possibilita aos professores uma maior organização das turmas e o envio dos materiais. O Google Meet® é uma plataforma bastante utilizada pelos professores para gravação de aulas e transmissões de aulas ao vivo permitindo a participação de vários alunos.

A (Figura 6) tratou-se da forma como os docentes entrevistados utilizaram as plataformas digitais, observou-se por meio do gráfico que a maioria dos professores utilizaram essas ferramentas como meio de transmissão para suas aulas ao vivo e postagens de vídeos.

Figura 6 - De que forma utilizou a(s) plataforma(s) adotada?



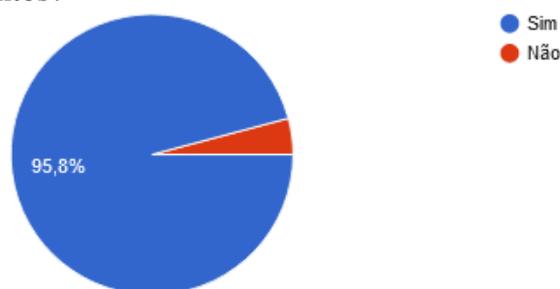
Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda de acordo com a (Figura 6), 50% das plataformas adotadas para adesão do ensino remoto foram utilizadas para a postagem de materiais e vídeos produzidos pelos professores e 41,7% para a postagem de materiais e transmissão ao vivo das aulas para os estudantes. 4,15% utilizaram apenas postagens e vídeos produzidos por terceiros e o mesmo percentual de 4,15% dos entrevistados relataram ter utilizado apenas para aulas.

Nota-se, por meio do gráfico, que houve um grande esforço pela maioria dos professores em manter um maior contato com os alunos mesmo mediante as dificuldades enfrentadas na pandemia, através de aulas gravadas produzidas pelos próprios, transmissão de aulas ao vivo e envio de materiais. Somente uma pequena porcentagem utilizou aulas gravadas de terceiros para adicionar aos seus materiais de apoio. A tecnologia na educação não é algo novo, novo foi o cenário pandêmico ao qual foram necessárias as criações de metodologias para a utilização de recursos tecnológicos.

Os docentes foram questionados se durante suas aulas remotas utilizaram a plataforma de vídeos YouTube® para facilitar o entendimento de assuntos. Observando a (Figura 7), percebemos que a grande maioria, representando 95,8% dos professores entrevistados fez o uso de vídeos disponibilizados nessa plataforma.

Figura 7 - Fez uso de vídeos explicativos disponibilizados no YouTube® para facilitar o entendimento de assuntos?



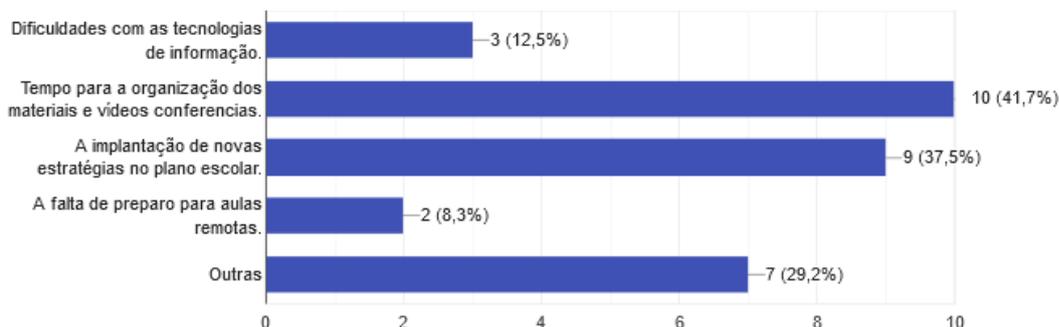
Fonte: Elaborado pelo autor.

Parte dos professores que incluíram vídeos na plataforma desenvolvem maior didática quanto à utilização dessa ferramenta. A plataforma ainda possibilita experiências tanto de aprendizagem com os vídeos disponíveis quanto o de publicar conteúdo para o compartilhamento de informações.

O processo de reorganização no contexto educacional devido à pandemia de Sars Cov-2, trouxe a implantação de aulas remotas e consigo muitos desafios (Souza e, Miranda, 2020). Foi questionado “quais foram as maiores dificuldades em lecionar aulas na modalidade remota?”. Observa-se na (Figura 8) um percentual altíssimo sobre as

dificuldades de implantação e adaptação às aulas remotas pela falta de preparo e tempo para a realização. Dessa maneira observa-se a fragilidade do sistema educacional atual.

Figura 8 - Para você quais as maiores dificuldades de lecionar aulas na modalidade remota?



Fonte: Elaborado pelo autor.

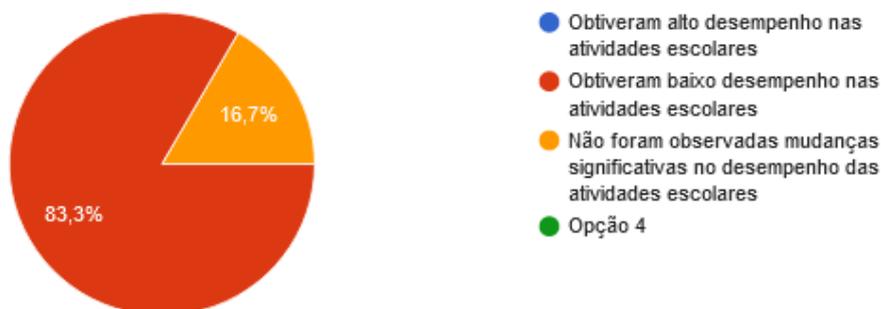
Esse questionamento é muito importante, pois em uma escala de 0 a 10 a maioria dos professores relatou dificuldades de tempo para a organização dos materiais e vídeos conferências, totalizando 41,7% dos entrevistados. Nota-se que houve um grande desafio sobre as novas metodologias ficando em segundo lugar com um percentual de 37,5% , relataram dificuldades com a implantação de novas estratégias no plano escolar (Figura 8).

Somente 12,5% relataram ter tido dificuldades com as tecnologias de informação, o percentual surpreendentemente baixo, mesmo com a maioria dos docentes relatando anteriormente não terem tido treinamento necessário quanto ao uso das tecnologias de informação para o sistema de ensino remoto. Em relação ao tempo para a organização dos materiais e vídeos conferências, de acordo com o gráfico, atingiu o um percentual de 41,7%. Esse é um número bastante significativo pois revela a difícil adaptação dos professores, por muitas vezes não terem um local adequado para a elaboração de planejamento, criação de vídeos conferências e dificuldade de encontrar internet de qualidade para o preparo dos materiais.

Na (Figura 9) observa-se a resposta dos docentes quando questionados sobre: “Com relação aos alunos, como foi a adaptação com a nova modalidade de ensino?”. Os alunos encontraram grande dificuldade de adaptação às aulas remotas obtendo um baixo desempenho em relação às atividades escolares, totalizando um percentual de 83,3%, um número bastante preocupante. Buscando compreender como foi a adaptação dos alunos

ao ensino remoto a pergunta proposta faz o seguinte questionamento: “com relação aos alunos, como foi a adaptação com a nova modalidade de ensino?”

Figura 9 - Com relação aos alunos, como foi à adaptação com a nova modalidade de ensino?



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com a (Figura 9) os alunos não se adaptaram bem à modalidade de ensino, 83,3% consideraram um baixo desempenho nas atividades escolares. Uma das grandes dificuldades do Ensino Remoto é garantir que as aulas on-line sejam interessantes e que os alunos tenham o acesso às atividades propostas e aprendam o conteúdo.

Na (Figura 10), questionou-se sobre a assiduidade dos alunos nas aulas nesse novo formato de ensino remoto. Os docentes informaram que 87,5% dos alunos pouco apareceram nas aulas, e apenas 12,5% informaram que a maior parte dos alunos compareceu. Esse ponto é preocupante visto que a formação desses alunos ficou prejudicada.

Figura 10 - Quanto à assiduidade dos alunos nas aulas *online*.



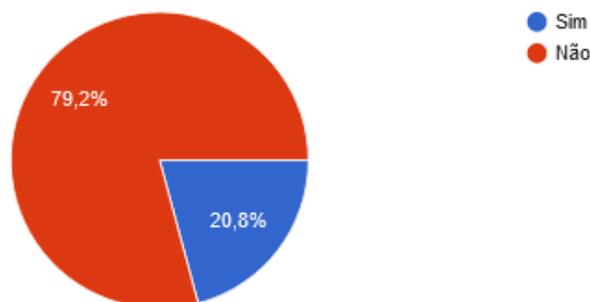
Fonte: Elaborado pelo autor.

Fazendo uma análise comparativa das (Figuras 10 e 11) pode-se observar que a modalidade de Ensino Remoto trouxe desafios e talvez o maior foi o abandono das aulas por parte de alguns alunos. O percentual em relação ao baixo desempenho totalizou 83,3% nas atividades escolares. O que está diretamente ligado à falta de assiduidade dos alunos às aulas on-line o que totalizou um percentual de 87,5%. Observando os gráficos percebe-se que os números de baixo desempenho e falta de assiduidade são bastante próximos.

A maioria dos professores questionados (79,2%) informou que não houve uma capacitação e/ou treinamento na intenção de informar como esses docentes deveriam utilizar essas ferramentas digitais. Uma minoria (20,8%) informou que tiveram um treinamento (Figura 11).

A capacitação dos professores é um importante fator considerável para o sucesso da aplicação do ensino remoto. Esse fato exprime uma necessidade de planejamento e desenvolvimento de políticas públicas direcionadas ao enfrentamento e ao combate de possíveis flagelos mundiais, já que nenhum sistema de ensino estava preparado para o fechamento das escolas (Arruda, 2020).

Figura 11 - Houve um treinamento para os professores de acordo com a nova modalidade de ensino estabelecido pela escola (ensino remoto)?

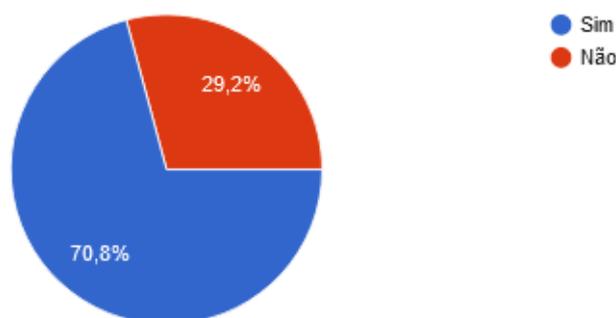


Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi informado ainda que houve modificações (70,8%) nos conteúdos didáticos por parte dos docentes durante a implantação dessa nova forma de ensino remota para facilitar o processo de ensino-aprendizagem, conforme exposto na (Figura 12). Práticas utilizando materiais impressos (apostilas/manuais), recursos de mídia a exemplo de programas educativos em canais televisivos abertos, uso de recursos tecnológicos como web-aulas (Prete, 2009). Por se tratar de um processo de ensino-aprendizagem transitório, professores e estudantes conheceram novas práticas pedagógicas diferentes das quais lidavam no ensino presencial. A forma distinta com que as instituições lidaram com o

ensino remoto esteve relacionado diretamente à formação dos professores e à disponibilidade dos materiais didáticos para docentes e discentes (Avelino e Mendes, 2020). O ensino público, no período de pandemia, foi o mais impactado por conta da restrição e limitação dos recursos tecnológicos. Muitas vezes não foi possível manter a interação em tempo real diferentemente das instituições particulares (Saraiva, Traversini e Lockmann, 2020).

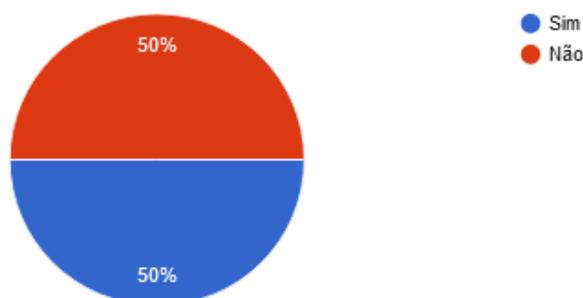
Figura 12 - Houve modificação nos conteúdos didáticos para facilitar a maior compreensão dos alunos?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme observado na (Figura 13), após quase dois anos de pandemia, metade dos docentes ainda relataram ter dificuldades de lecionar na forma remota. Aqui destacamos que a formação docente é fundamental para preparar os professores, mas deve ser pensada para além de uma simples instrumentalização ou repasse de informação sem levar em conta o contexto ao qual esse professor esteja inserido (Oliveira, Corrêa e Morés, 2020).

Figura 13 - Após quase 2 anos de pandemia você ainda tem dificuldades em lecionar de forma remota?

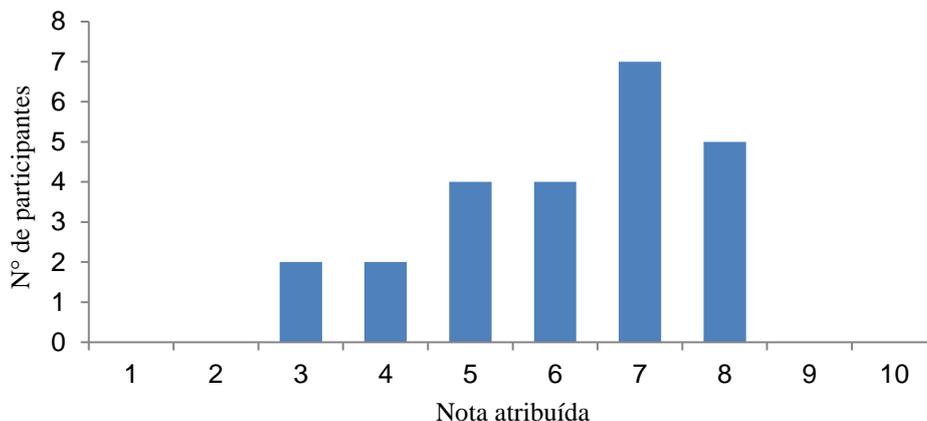


Fonte: Elaborado pelo autor.

Na época pandêmica houve uma cobrança do MEC para que todas as escolas continuassem ensinando no formato de EaD com os argumentos de não prejudicar, atrasar ou desfavorecer os estudantes, por outro lado muitos professores e uma grande parte dos estudantes não possuíam as condições mínimas para seguir sua vida educativa *on-line*, por não ter, por exemplo, acesso à internet de boa qualidade, equipamentos necessários e um ambiente adequado (Kohan, 2020).

Na percepção dos professores questionados, a maioria dos docentes nas escolas em que trabalhavam aceitaram de forma a contento essa nova modalidade de ensino com a implementação de tecnologias durante o ensino remoto emergencial (Figura 14). Segundo Hodges e colaboradores (2020), nem sempre as pessoas que estudam via ensino remoto dão prioridade a esse formato de ensino, pois é preciso levar em conta a realidade de cada grupo envolvido, com flexibilidade e compreensão. Isso talvez seja um dos vários motivos pelos quais uma pequena parte dos professores deram notas \leq a 5.

Figura 14 - Na sua percepção como se deu a aceitação dos seus colegas professores a essa nova modalidade e tecnologias implementadas durante a pandemia?



Fonte: Elaborado pelo autor.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a paralisação das aulas presenciais abalou o sistema educacional e seus efeitos ainda serão sentidos por alguns anos. O baixo desempenho escolar e a falta de assiduidade dos alunos nas aulas *on-line* somando-se à falta de preparo e de capacitação docente para a utilização das novas tecnologias de informação e comunicação justificam o exposto. Diante disso há necessidade de minimizar os efeitos negativos da pandemia no contexto educacional com investimentos urgentes em todos os campos da

educação e com o desenvolvimento de políticas públicas e projetos de restauração para a recuperação da aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, E. P. “Educação remota emergencial: elementos para políticas públicas na educação brasileira em tempos de Covid-19”. **EmRede - Revista de Educação a Distância**, v. 7, n. 1, 2020.

AVELINO, W. F.; MENDES, J. G. A realidade da educação brasileira a partir da COVID-19. **Boletim de Conjuntura**, v.2, n.5, p. 56-62, 2020

BLIKSTEIN, P., CAMPOS, F., FERNANDEZ, C., CARNAÚBA, F., HOCHGREB-HÄGELE, T., MACEDO, M. E COELHO, R. Como estudar em tempos de pandemia. **Revista Época**, 2020. Disponível em: < <https://oglobo.globo.com/epoca/como-estudar-em-tempos-de-pandemia-24318249>> Acesso em 28 jul. 2021.

COQUEIRO, N. P. S.; SOUSA, E. C. A educação a distância (EAD) e o ensino remoto emergencial (ERE) em tempos de Pandemia da Covid 19. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 7, p. 66061-66075, 2021.

GARCIA, T. C. M.; MORAIS, I. R. D.; ZAROS, L. G.; REGO, M. C. F. D. **Ensino remoto emergencial: proposta de design para organização de aulas**. SEDIS: Natal, 2020.

HALLWASS, L. C. L.; BREDOW, V. H. WhatsApp como ambiente de interação social e aprendizagens durante o ensino remoto emergencial. **Revista Educação e Emancipação**, v. 14, n. 2, p. 62-83, 2021.

HODGES, C.; MOORE, S.; LOCKEE, B.; TRUST, T.; BOND, A. As diferenças entre o aprendizado online e o ensino remoto de emergência. **Revista da Escola, Professor, Educação e Tecnologia**, v. 2, p. 1-12, 2020.

KOHAN, W. O. Formação inventiva de professores em tempos de pandemia: o que um louco lúcido nos convida a pensar e escrever? **Mnemosine**, v. 16, n. 1, p. 53-66, 2020.

MENESES, S. K. O.; FRANCISCO, D. J. Educação em tempos de pandemia: aspectos afetivos e sociais no processo de ensino e aprendizagem. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 28, p. 985-1012, 2020.

OLIVEIRA, R. M.; CORRÊA, Y.; MORÉS, A. Ensino remoto emergencial em tempos de COVID-19: formação docente e tecnologias digitais. **Revista internacional de formação de professores**, v. 5, e020028, p. 1-18, 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Folha Informativa – COVID-19 (doença causada pelo novo coronavírus)**. 2020. Disponível

em:http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875. Acesso em 27 jan. 2024.

PONTES, J.; SERRAZINA, L.; GUIMARÃES, H.; GUIMARÃES, F.; BREDAS, A.; SOUSA, H.; MENEZES, L.; MARTINS, G. E.; OLIVEIRA, P. **Programa de Matemática do Ensino Básico**. DGIDC: Lisboa. 2007.

PRETI, O. **EaD: fundamentos e políticas**. Cuiabá: EdUMT, 2009.

RIBEIRO JUNIOR, M. C.; FIGUEIREDO, L. S.; OLIVEIRA, D. C. A.; PARENTE, M. P. M.; HOLANDA, J. S. Ensino remoto em tempos de COVID-19: aplicações e dificuldades de acesso nos estados do Piauí e Maranhão. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 3, n. 9, p. 107-126, 2020.

SARAIVA, K.; TRAVERSINI, C.; LOCKMANN, K. Educação em tempos de COVID-19: ensino remoto e exaustão docente. **Práxis Educativa**, v.15, n.1, p.1-24, 2020.

SOUZA, D. G.; MIRANDA, J. C. Desafios da implementação do ensino remoto. **Boletim de Conjuntura**, v. 4, n. 11, p. 81–89, 2020.

SPALDING, M.; RAUEN, C.; VASCONCELLOS, L. M. R.; VEGIAN, M. R. C.; MIRANDA, K. C.; BRESSANE, A.; SALGADO, M. A. C. Desafios e possibilidades para o ensino superior: uma experiência brasileira em tempos de COVID-19. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, 534985970, 2020.

CAPÍTULO 13

UMA PERCEPÇÃO ACERCA DO ENSINO DA QUÍMICA EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE PIO IX - PI

Laurian Edivânia Gomes de Lima
Francisco Mayron de Sousa e Silva
Davi da Silva
Taciana Oliveira de Sousa*

RESUMO

O ensino de Química é fundamental para a compreensão de eventos cotidianos, proporcionando uma melhor compreensão do mundo ao nosso redor. Este capítulo tem como objetivo geral destacar como ocorre o ensino de Química em uma escola pública em Pio IX-PI, abordando a estrutura física, organizacional e pedagógica da instituição. Os objetivos específicos incluem descrever a estrutura da escola, analisar o desenvolvimento das aulas de Química e identificar os principais desafios enfrentados pelos professores nesse contexto. O estudo, de natureza qualitativa, consiste em uma pesquisa de campo conduzida em uma instituição pública de ensino estadual. Os dados foram coletados por meio de observação participante, entrevistas e questionários aplicados a uma professora de Química e a sete alunos do Ensino Médio. O desenvolvimento do estudo revelou que o ensino de Química nas escolas públicas enfrenta diversas dificuldades, que incluem a formação inadequada dos professores, a escassez de material didático, a falta de infraestrutura nos laboratórios e a desvalorização dos docentes.

Palavras-chave: Química. Ensino. Escola Pública.

* **Autor correspondente:** taciana.sousa@ifma.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Química no Brasil, regulado pelo Art. 35 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394/96) e integrado à área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, visa assimilar concepções científicas atualizadas e desenvolver metodologias para resolver problemas, destacando a importância da ressignificação do pensamento dos alunos (Hermes, 2019). Apesar dos objetivos estabelecidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que buscam uma compreensão ampla dos processos químicos e sua relação com o contexto social, ambiental, político e econômico (Brasil, 2002, p. 87), o ensino de Química muitas vezes se torna predominantemente teórico, desmotivando os alunos e distanciando a disciplina da realidade vivenciada por eles (Lôbo, 2012; Leite, 2018).

A abordagem conservadora e tradicional na Educação Básica contribui para essa descontextualização, com metodologias carentes de inovação, focando na transmissão de informações em detrimento do desenvolvimento do pensamento crítico (Guzzo; Lima, 2018; Muniz de Souza, 2022). A necessidade de abordagens alternativas no ensino de Química é destacada, ressaltando a importância do professor nesse processo. Entretanto, a infraestrutura inadequada nas escolas representa um desafio significativo, impactando diretamente na qualidade do ensino (Santos; Lima; Girotto Junior, 2020; Leite; Lima, 2015). A falta de laboratórios de química em muitas escolas públicas limita as práticas experimentais, colocando o professor em uma posição desafiadora (Nunes, 2022; Alves; Sangiogo; Pastoriza, 2021; Rocha; Martins; Costa, 2019; Silva; Machado, 2008).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) indicam que atividades práticas, especialmente em laboratórios de baixo custo, podem estimular a participação ativa dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais autônoma e conectada com a realidade prática (Sousa, 2023; Coêlho; Minervino, 2021; Andrade; Viana, 2017).

Para garantir uma educação efetiva, é essencial contar com meios adequados, considerando a estrutura física e pedagógica da escola (Santos; Capellini, 2021; Setton, 2017; Brasil, 2014; Alves; Soares, 2013). A falta de estruturas adequadas nas escolas impacta diretamente na qualidade das aulas, prejudicando a aprendizagem dos alunos, sendo exemplificada pela ausência de laboratórios de química em muitas escolas públicas (Nunes, 2022; Alves; Sangiogo; Pastoriza, 2021; Rocha; Martins; Costa, 2019; Silva; Machado, 2008). Essa realidade impõe ao professor a árdua tarefa de conduzir suas aulas com recursos limitados, como pincel, quadro branco e apagador, destacando os desafios

enfrentados no ambiente educacional (Nunes, 2022; Alves; Sangiogo; Pastoriza, 2021; Rocha; Martins; Costa, 2019; Silva; Machado, 2008).

Neste cenário, o propósito geral deste capítulo é destacar o processo de ensino da Química em uma escola pública de Pio IX-PI. Os objetivos específicos incluem a descrição da estrutura física, organizacional e pedagógica da instituição, a análise do desenvolvimento das aulas de Química e a identificação dos principais desafios enfrentados pelos professores no ensino dessa disciplina.

1.1 Desafios e perspectivas no ensino de Química

O ensino de Química tem sido caracterizado por uma abordagem predominantemente teórica, desconsiderando sua essência essencialmente experimental. Essa ênfase excessiva na teoria tem resultado em sentimentos de desmotivação e desinteresse por parte dos estudantes. Pode-se afirmar, portanto, que o Ensino de Química adotado na maioria das escolas brasileiras está fundamentado principalmente no simples processo de transmissão de informações, conceitos e leis isoladas. Essa abordagem não estabelece conexões significativas com o cotidiano dos estudantes, o que contribui para a percepção de distanciamento entre a disciplina e a realidade vivenciada pelos alunos (Lôbo, 2012; Leite, 2018).

Nesse contexto, observa-se que a metodologia adotada para o Ensino de Química na Educação Básica, amplamente empregada pela maioria dos professores, é caracterizada por uma abordagem conservadora e fundamentada no tradicionalismo. Nessa perspectiva, métodos como a repetição e a memorização são valorizados em maior medida do que a promoção da reflexão do pensamento crítico e a construção autônoma do conhecimento (Guzzo; Lima, 2018; Muniz de Souza, 2022).

Essas práticas no ensino da Química têm o potencial de distanciar essa ciência da realidade dos alunos, transformando-a em algo superficial e desconexo. O fato de a Química ser introduzida aos alunos apenas no último ano do Ensino Fundamental pode contribuir para que os aprendizes ingressem no Ensino Médio com lacunas nos conhecimentos químicos, fundamentais para uma compreensão mais aprofundada dos conteúdos abordados (Cavasini, 2020; Leite, 2018; Andrade; Viana, 2017).

Portanto, para promover um ensino de Química voltado para uma aprendizagem significativa, é imperativo despertar no aluno a motivação e o interesse pelo entendimento do mundo ao seu redor. Isso possibilitará o desenvolvimento do senso crítico e do espírito

investigativo, fundamentais para uma abordagem mais integrada e envolvente no processo educacional (Leite; Lima, 2015).

As abordagens mais eficazes para o ensino de Química pressupõem o envolvimento ativo dos alunos em um processo interativo professor-aluno. Nesse contexto, é fundamental contemplar as concepções conceituais dos estudantes. Isso implica criar oportunidades para que expressem suas visões sobre o mundo, compreensões acerca dos conceitos e compartilhem suas dificuldades. Dessa forma, a importância de um ensino mais participativo e adaptado às singularidades cognitivas dos alunos, visando a uma aprendizagem mais significativa e engajadora (Sandi-Urena, 2018; Makhechane; Qhobela, 2019).

Nesse contexto, é imperativo que os jovens reconheçam o valor da Química e busquem ativamente novas informações por meio dela. Para alcançar esse objetivo, torna-se essencial abordar a disciplina de maneira inovadora, problematizada, contextualizada e significativa para os estudantes. Nessa perspectiva, Megid Neto; Fracalanza (2003) defendem a importância das aulas experimentais, um tópico amplamente discutido no contexto do Ensino de Química e Ciências.

Entretanto, as aulas experimentais frequentemente enfrentam desafios, sendo realizadas de forma infrequente e apresentando deficiências e falhas em relação à metodologia empregada em seu desenvolvimento. Em muitos casos, essas atividades são minuciosamente descritas e ilustradas nos livros-texto, cabendo ao aluno apenas compreendê-las. Assim, o verdadeiro propósito dessas atividades, segundo Megid Neto; Fracalanza (2003), muitas vezes, se restringe a servir como motivação e estimular a memorização de conteúdos e conceitos preestabelecidos, perdendo a oportunidade de se tornarem verdadeiras ferramentas de aprendizado ativo e investigativo.

Em consonância com essa linha de pensamento, Arroio *et al.* (2006) acrescentam que há uma necessidade premente de adotar abordagens alternativas no ensino de Química, com o objetivo de despertar o interesse e ressaltar a importância dos conceitos químicos presentes nos currículos escolares. Torna-se vital que a escola como um todo consiga motivar e instigar nos alunos o desejo pela Química, pois, ao perceberem que a ciência está intrinsecamente ligada ao seu cotidiano, eles desenvolverão um maior comprometimento com essa área do conhecimento.

1.2 Papel docente e as atividades práticas

O papel do professor de Química torna-se decisivo para uma abordagem renovada no ensino dessa disciplina. Diante desse cenário, é crucial que esse educador tenha à disposição uma infraestrutura adequada que lhe ofereça suporte integral para a implementação de aulas diferenciadas e inovadoras. Essa combinação de métodos alternativos e recursos adequados permitirá uma abordagem mais eficaz e envolvente, contribuindo para a formação de estudantes mais engajados e motivados na aprendizagem da Química (Santos; Lima; Giroto Junior, 2020; Leite; Lima, 2015).

Deve-se dar uma atenção especial às atividades de natureza prática no contexto do ensino de Química, uma vez que essas práticas constituem a essência da Ciência Química, fundamentada na experimentação e na observação. No que se refere às modalidades de realização, essas atividades englobam demonstrações em sala de aula, experimentos de laboratório e/ou estudos do meio. A escolha entre essas modalidades dependerá de diversos fatores, como a disponibilidade de recursos instrumentais e materiais, a natureza específica do problema a ser estudado e as competências que se pretende explorar. Essa diversidade de abordagens práticas contribui para enriquecer a experiência de aprendizagem dos alunos, promovendo uma compreensão mais profunda e aplicada dos conceitos químicos (Santos; Porto, 2013; Santos; Lima; Giroto Junior, 2020).

Com isso, os PCNs dispõem que:

Qualquer que seja o tipo, essas atividades devem possibilitar o exercício da observação, da formulação de indagações e estratégias para respondê-las, como a seleção de materiais, instrumentos e procedimentos adequados, da escolha do espaço físico e das condições de trabalho seguras, da análise e sistematização de dados (Brasil, 2002. p.98).

Dessa forma, a utilização do laboratório didático como uma abordagem para problematizar os conceitos químicos proporciona aos alunos e professores a oportunidade de desenvolverem novas habilidades e a capacidade de buscar soluções alternativas e mais econômicas. Esse método está fundamentado na base de grande parte da pesquisa e desenvolvimento realizados nos laboratórios tecnológicos, refletindo uma abordagem mais alinhada com a realidade prática e aplicada da Química (Sousa, 2023; Coêlho; Minervino, 2021; Andrade; Viana, 2017).

Vale ressaltar que a opção pela experimentação de baixo custo desempenha um papel crucial ao estimular os alunos a adotarem uma atitude mais empreendedora. Isso contribui para quebrar com a passividade frequentemente imposta nos esquemas

tradicionais de ensino de Química. Ao optar por métodos mais acessíveis, os estudantes são incentivados a buscar soluções de maneira mais autônoma e criativa, promovendo uma aprendizagem mais participativa e conectada com a realidade prática (Sousa, 2023; Coêlho; Minervino, 2021; Andrade; Viana, 2017).

1.3 Educação química e infraestrutura escolar

Para que a educação seja efetivada em sua plenitude, é essencial contar com meios adequados. Nesse contexto, a estrutura física e pedagógica de uma escola desempenha um papel determinante para assegurar um ensino de qualidade. Conforme apontado pelo censo da Educação de 2013, a escola é o ambiente onde os alunos passam a maior parte do dia, tornando imperativo que esse espaço ofereça qualidade e infraestrutura mínima para atender todas as necessidades educacionais (Santos; Capellini, 2021; Setton, 2017; Brasil, 2014; Alves; Soares, 2013).

É inegável que o professor enfrenta dificuldades para desenvolver um trabalho eficaz na ausência de estruturas adequadas nas escolas. Sob essa perspectiva, Satyro; Soares (2008) destacam a impossibilidade de discutir infraestrutura escolar sem considerar os insumos. Esses insumos abrangem diversos aspectos, como o número médio de alunos por turma, quantidade de horas/aula, presença de docentes com formação superior, condições das instalações escolares, existência de biblioteca ou sala de leitura, entre outros fatores positivos. Nesse contexto, a infraestrutura compreende tudo aquilo que pode ser adquirido por meio de investimentos financeiros.

Nesse contexto, os insumos escolares emergem como elementos de extrema importância na determinação dos resultados educacionais, não devendo ser menosprezados ou tratados com indiferença. A escola, enquanto uma das instituições mais influentes em nossa sociedade, precisa estar fisicamente bem estruturada e adotar uma proposta pedagógica robusta, garantindo assim que o processo de ensino-aprendizagem seja eficiente e atinja os objetivos propostos.

De acordo com Sátyro e Soares (2007), a deficiência na infraestrutura impacta diretamente a qualidade da educação, manifestando-se em problemas como prédios e instalações inadequadas, ausência de bibliotecas, espaços esportivos e laboratórios, falta de acesso a materiais de leitura, salas de aula desproporcionais e inadequadas ao número de alunos, fatores que repercutem diretamente no desempenho do professor e, por conseguinte, na aprendizagem dos alunos.

No que tange ao ensino da Química, os PCNs advogam que os conhecimentos construídos nessa disciplina devem ser abordados de forma articulada e menos fragmentada, contribuindo para que o indivíduo se sinta parte de um mundo em constante transformação. Salienta-se que o ensino de Química não deve perder de vista sua contribuição para a formação da cidadania, permitindo o desenvolvimento de conhecimentos e valores como instrumentos mediadores da interação do indivíduo com o mundo (Brasil, 1999, p. 248).

Assim, os PCN direcionam o ensino de forma integrada e adaptada à realidade dos alunos. O professor de Química deve adotar abordagens diversificadas, como a experimentação e atividades extracurriculares, para engajar os estudantes. A experimentação na disciplina é uma estratégia crucial, envolvendo ativamente a participação dos alunos. Além disso, atividades como aulas externas, visitas a campos, e feiras de ciências contribuem para estimular o interesse dos estudantes por essa área do conhecimento (Brasil, 1999). No entanto, a motivação dos alunos e os desafios enfrentados pelos professores podem impactar o sucesso do ensino (Alcará, 2005).

Nesse sentido, é crucial mencionar que o insucesso no ensino de Química muitas vezes decorre da falta de estrutura física, organizacional e pedagógica nas escolas públicas. Essa carência impacta diretamente na qualidade das aulas, prejudicando a aprendizagem dos alunos. A ausência de laboratórios de Química em muitas escolas públicas é um exemplo dessa deficiência, limitando as práticas experimentais e inovadoras no ensino dessa disciplina. Essa situação, infelizmente, coloca o professor em uma posição desafiadora, muitas vezes tendo que conduzir suas aulas com recursos limitados, como pincel, quadro branco e apagador (Alves; Sangiogo; Pastoriza, 2021; Rocha; Martins; Costa, 2019; Silva; Machado, 2008).

2 METODOLOGIA

No que diz respeito aos procedimentos metodológicos, a pesquisa é categorizada como bibliográfica e de campo, apresentando uma abordagem qualitativa com características descritivas e explicativas. Sobre esse aspecto, Minayo (2006) enfatiza que a metodologia representa o caminho e o conjunto de ferramentas específicas para abordar a realidade, desempenhando um papel central dentro das teorias sociais, pois é uma parte intrínseca da visão social de mundo transmitida pela teoria.

A pesquisa de campo foi conduzida em uma Unidade Escolar Pública Estadual localizada em Pio IX-PI, a qual orienta todas as suas atividades por meio do seu Projeto

Político Pedagógico (PPP). Para a coleta de dados, foi empregada a observação participante, na qual os sujeitos convidados concordaram em participar da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Além disso, realizou-se a observação da estrutura física, administrativa e pedagógica da escola em questão, bem como do desenvolvimento do ensino de Química.

O protocolo da pesquisa adotou uma abordagem por meio de entrevistas, registradas por dispositivos celulares e posteriormente transcritas. Participaram deste estudo uma professora e sete alunos da turma do 1º Ano do Ensino Médio. É importante ressaltar que a participação na pesquisa foi totalmente voluntária e apenas aqueles que concordaram em contribuir com suas experiências foram incluídos neste estudo.

A condução da pesquisa seguiu as diretrizes estabelecidas pela Resolução nº 466/2012 e Resolução nº 510/2016 (Brasil, 2016; Brasil, 2012) do Conselho Nacional de Saúde (CNS), as quais regulamentam os aspectos ético-legais da pesquisa envolvendo seres humanos. A esses participantes, foram assegurados princípios éticos, tais como autonomia, não maleficência, beneficência, anonimato, privacidade e o direito de desistir a qualquer momento durante a pesquisa. Cada participante teve a confidencialidade de suas respostas garantida. As perguntas utilizadas neste questionário estão apresentadas na Tabela 1 e 2.

Tabela 1. Lista de perguntas utilizadas no questionário direcionada a docente.

Ordem	Pergunta	Opção de resposta
01	Quanto tempo você exerce a função de docente?	
02	Quais as séries/anos que a senhora leciona?	
03	Como você investe na sua carreira docente e busca se manter atualizada com as novidades na área de Química?	
04	Qual é a importância que você atribui à formação continuada na sua prática docente e como ela influencia suas aulas?	Livre*
05	Como você avalia a sua prática docente, especialmente em relação aos recursos disponíveis para suas aulas de Química?	
06	Quais estratégias pedagógicas você desenvolve para tornar as aulas mais atraentes, mesmo considerando as limitações existentes no ensino público?	
07	De que maneira você percebe a relevância dos experimentos nos conteúdos que leciona e qual é a resposta dos alunos a essas atividades práticas?	

Fonte: Elaborado pelos autores. **Legenda:** *Resposta livre: Sem limitação de opções pré-definidas ou formatos específicos.

Tabela 2. Lista de perguntas utilizadas no questionário direcionada aos alunos.

Ordem	Pergunta	Opção de resposta
01	A Química é a sua disciplina favorita?	
02	Como você avalia a abordagem do professor durante as aulas de Química? Isso influencia o seu interesse na disciplina?	
03	Geralmente, como são as aulas de Química na sua percepção?	
04	Você sente dificuldade para compreender os conteúdos de Química? Se sim, quais são os principais desafios que enfrenta?	Livre*
05	Você costuma levar os aprendizados de Química para o seu cotidiano?	
06	Você acredita que a falta de laboratório impacta negativamente no processo de ensino-aprendizagem em Química?	
07	Como você percebe a relação entre os conteúdos de Química e as situações do dia a dia?	

Fonte: Elaborado pelos autores. **Legenda:** *Resposta livre: Sem limitação de opções pré-definidas ou formatos específicos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da Instituição de Ensino

Este estudo foi realizado na Unidade Escolar Estadual localizada no município de Pio-IX, uma instituição pública reconhecida pela qualidade de ensino e pelo compromisso constante em aprimorar sua prestação de serviços à comunidade. Inicialmente, a escola oferecia apenas dois cursos: Técnico em Agricultura e um curso não profissionalizante. Ao longo dos anos, adaptou-se às crescentes exigências educacionais, expandindo sua oferta para abranger os anos do 1º ao 3º do ensino médio.

Em 2008, um marco significativo ocorreu com a inauguração do laboratório de informática, que, lamentavelmente, encontra-se atualmente em grande parte inativo devido à necessidade de reparos nos computadores. No ano seguinte, em resposta à expressiva demanda da comunidade escolar, foi instalada a internet banda larga. A manutenção e funcionalidade desses ambientes tornam-se cruciais, pois a estrutura escolar e a abordagem ao ensino de Química podem influenciar substancialmente o aprendizado dos alunos (Gomes; Moita, 2016; Silva, 2011).

Em 2008 e 2014, a escola celebrou êxitos notáveis com um expressivo número de aprovações em vestibulares, inclusive no ENEM. No entanto, em 2015, houve uma queda nas aprovações, levando à concepção do projeto "ENEM, eu vou nesse caminho" em 2016. O objetivo desse projeto foi ampliar o acesso de toda a comunidade escolar ao ENEM e aprimorar o desempenho da escola nesse importante exame. Com base na pesquisa realizada, constatou-se que o ensino da Química na Unidade Escolar é influenciado diretamente pela estrutura física, pedagógica e organizacional da escola.

Sabe-se que uma estrutura bem pensada e adequada implica diretamente na qualidade do ensino e no interesse dos estudantes. Portanto, analisando esse quadro da escola, muito semelhante ao de outras tantas escolas espalhadas pelo país, percebeu-se o grande problema da deficiência na infraestrutura das escolas. Essa é uma grave dificuldade que influencia diretamente no processo de aprendizagem dos alunos.

Quanto à estrutura do laboratório de Química, é possível afirmar que não atende às exigências estabelecidas, apresentando escassez de materiais para experimentos, entre outros fatores que o tornam pouco atrativo para o aprimoramento do ensino. A biblioteca da escola também enfrenta desafios, com um acervo reduzido de livros de Química e os exemplares localizados estavam desatualizados.

A pesquisa constatou que o espaço físico da escola é amplo e oferece acomodações adequadas para todos os alunos matriculados na instituição. No entanto, é evidente a necessidade de climatização, uma vez que a estrutura baixa contribui para o desconforto térmico. Além disso, uma reforma se faz necessária para realizar reparos básicos e melhorar as condições gerais do ambiente escolar. Consonante a isso, Sátyro e Soares (2008) afirmam que:

A deficiência de infraestrutura nas escolas afeta diretamente a qualidade da educação. Prédios e instalações inadequadas, a inexistência de bibliotecas, espaços esportivos e laboratórios, a falta de acesso a livros didáticos, materiais de leitura, a relação inadequada ao tamanho da sala de aula e o número de alunos, são problemas que influenciam diretamente no desempenho dos alunos (SATYRO; SOARES, 2008.p.07).

Por isso, deve ser uma preocupação do poder público desenvolver planos, projetos e ações que garantam para as instituições de ensino o provimento de estruturas físicas adequadas, tendo em vista que a qualidade da educação está intimamente relacionada com a forma de como essa escola se organiza para efetivação do processo de ensino-aprendizagem.

3.2 As percepções docentes

A professora participante desta pesquisa foi identificada por um nome fictício de *Alice* para garantir o seu anonimato. A mesma é licenciada em Química e pós graduada em metodologia do ensino. Atua na área há 25 anos e atualmente ministra aulas em turmas de 1º, 2º e 3º ano do ensino médio nos turnos manhã, tarde e noite.

O primeiro assunto abordado na entrevista com a professora *Alice* foi acerca de como ela investe na sua carreira docente. A mesma foi bastante enfática ao afirmar que procura estar sempre em dia com o conhecimento e que na sua área sempre tem algo novo.

Ainda acrescenta que quando tem oportunidade procura participar de cursos de atualização e de formações.

Para Brande e Chaluh (2021), o investimento na carreira docente é um aspecto crucial para o desenvolvimento profissional dos professores e para a qualidade da educação. A formação e o acompanhamento de professores em período de inserção profissional são fundamentais para o fortalecimento da confiança nas ações que desenvolvem, minimizando os impactos das dificuldades presentes nesse período e oferecendo condições e suporte para que não desistam da profissão.

A formação continuada dos professores é essencial para superar as lacunas da formação inicial e enfrentar os desafios no ambiente escolar. Manter-se atualizado é crucial, especialmente ao abordar novos conceitos, recursos, tecnologias e inovações no campo do conhecimento químico (Freitas; Pacífico, 2020; Magalhães; Azevedo, 2015; Lima; Aguiar Júnior; De Caro, 2011). Além de fornecer conhecimento, a formação continuada proporciona espaços para discussões sobre os desafios enfrentados pelos professores, permitindo a reflexão e a consideração de mudanças na prática docente. Esses momentos colaborativos, envolvendo colegas, possibilitam análises, avaliações e planejamento de aprimoramentos na condução das aulas (Freitas; Pacífico, 2020; Magalhães; Azevedo, 2015; Lima; Aguiar Júnior; De Caro, 2011; Nunes, 1993).

A formação continuada é um elemento crucial para o desenvolvimento de um trabalho eficaz em todos os contextos, pois exige que o profissional esteja em constante atualização para acompanhar as mudanças da sociedade. Além disso, a formação continuada permite uma reinterpretação dos conhecimentos adquiridos na formação inicial (Freitas; Pacífico, 2020; Magalhães; Azevedo, 2015).

Seguindo o pensamento de Paulo Freire (2014), patrono da Educação Brasileira, ele enfatiza que "na formação permanente dos professores, o momento fundamental é a reflexão crítica sobre a prática. É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática". Portanto, é essencial que os professores superem a complacência de uma prática constante e imutável e replanejem suas ações na sala de aula para melhor atender aos alunos.

Por isso, é necessário que os professores reconheçam e internalizem a importância e o impacto de seu papel na vida dos alunos, para que se sintam mais motivados na realização de suas atividades. Ao reconhecer essa importância, entendemos que os educadores são indispensáveis na sociedade e desempenham um papel crucial que vai além da formação conteudista (Freitas; Pacífico, 2020; Magalhães; Azevedo, 2015).

Quando questionada sobre sua avaliação da prática docente, a professora respondeu que acredita que poderia ser melhor se tivesse mais recursos disponíveis e que faz o máximo possível com os recursos disponíveis. Assim, é extremamente importante que, mesmo com todas as limitações existentes no ensino público, o professor desenvolva estratégias pedagógicas capazes de tornar as aulas mais atraentes. Outro ponto discutido na entrevista foi sobre os maiores desafios enfrentados em sua carreira. De forma muito objetiva, ela afirmou que o maior desafio de todos é não ter um laboratório bem equipado para ministrar as aulas de Química, já que muitos tópicos exigem a realização de experimentos para que os alunos compreendam todo o processo. Ela acrescentou que outro desafio é a desvalorização dos professores (Leite, 2018; Thomazi; Asinelli, 2009).

Portanto, um dos desafios enfrentados pela professora de Química é a deficiência e inadequação do laboratório para as aulas de Química. Essa falta de materiais impede o uso de experimentos nas aulas, considerando que se trata de uma metodologia muito interessante e significativa, já que a Química é uma ciência experimental e, como o próprio nome indica, é melhor exposta na forma de atividades práticas em laboratórios (Gonzaga; Paiva; Eichler, 2020).

Acerca disso, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006) reiteram que:

É essencial que as atividades práticas, em vez de se restringirem aos procedimentos experimentais, permitam ricos momentos de estudo e discussão teórico/prática que, transcendendo os conhecimentos de nível fenomenológico e os saberes expressos pelos alunos, ajudem na compreensão teórico-conceitual da situação real, mediante o uso de linguagens e modelos explicativos específicos que, incapazes de serem produzidas de forma direta, dependem de interações fecundas na problematização e na (re)significação conceitual pela mediação do professor (Brasil, 2006, p. 123-124).

Essas atividades são de extrema relevância, sendo que é praticamente impossível levar o conhecimento químico aos alunos sem passar, em algum momento, por atividades experimentais. A própria essência da Química revela a importância de introduzir este tipo de atividade no contexto escolar, pois esta ciência se relaciona com a natureza, sendo assim os experimentos propiciam ao estudante uma compreensão mais científica das transformações que nela ocorrem. Nessa linha de pensamento, Borges (2002) afirma que, ao realizar atividades em laboratório, os estudantes têm a chance de interagir com equipamentos, vidrarias, reagentes e outros materiais que não teriam contato em sala de aula.

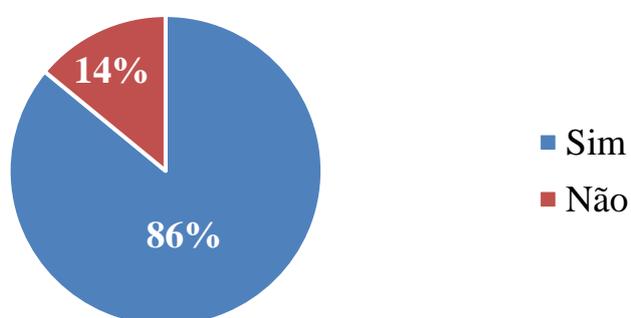
Questionada sobre a relevância dos experimentos nos conteúdos que leciona, a professora reconhece que os alunos demonstram grande entusiasmo ao realizar

experimentos, acrescentando que compreendem melhor os conteúdos por meio de atividades práticas. Mesmo na ausência de um laboratório, o educador pode conceber e implementar outras abordagens acessíveis aos alunos para preparar experimentos de Química utilizando materiais alternativos e simples, muitos dos quais podem ser encontrados em ambiente doméstico. Esses experimentos podem ser conduzidos na sala de aula, envolvendo ativamente a participação dos alunos. A entrevista revelou diversas questões que contribuem significativamente para embasar esta pesquisa (Oliveira; Gabriel; Martins, 2019; Lôbo, 2012; Gonçalves; Marques, 2011).

3.3 As percepções dos alunos

Quando questionados se a Química era a sua disciplina favorita, a grande maioria dos alunos (86%) afirmaram que sim, como mostra a Figura 1. Estes divergem dos estudos encontrados, pois a grande maioria evidencia que os alunos enfrentaram dificuldades relacionadas a disciplinas como a Química. Estas podem estar relacionadas a conteúdos específicos, como conformação e visualização espacial de moléculas, estereoquímica e mecanismos de reação. Além disso, a falta de conceitos no ensino médio e características individuais de professores e alunos, como didática, concentração e engajamento também foram identificadas como barreiras (Alves; Sangiogo; Pastoriza, 2021).

Figura 1 – Percepção dos alunos sobre a disciplina favorita.



Fonte: Elaborado pelos autores

Um estudo conduzido por Leite e Lima (2015), em uma escola de ensino médio no Nordeste brasileiro, revelou que o interesse dos alunos pelo conteúdo desta disciplina está diretamente relacionado ao desempenho e à confiança que o professor demonstra ao

explorar o material em suas aulas. Metodologias de ensino diferenciadas e não tradicionais emergem como instrumentos mais eficazes para estimular e motivar o aprendizado da Química. Contudo, a persistente lacuna na formação inicial e continuada dos professores permanece como um significativo obstáculo para aprimorar a qualidade da educação.

Entretanto, Schirmer; Fontoura; Nunes (2004) destaca que a satisfação dos alunos no processo de ensino-aprendizagem é uma construção gradual, envolvendo ações e tomada de decisões por parte dos agentes participantes desse processo. Nesse sentido, o aluno desenvolverá seu conhecimento quando houver um conjunto de fatores que o auxiliem no processo de aprendizagem.

Um aspecto que foi explorado no questionário se refere à percepção dos alunos em relação às aulas de Química. De maneira unânime, todos os participantes desta pesquisa consideram as aulas como sendo interessantes. Essa avaliação pode estar intrinsecamente ligada à abordagem dos conteúdos em sala de aula (Faria; Freitas-Reis, 2016).

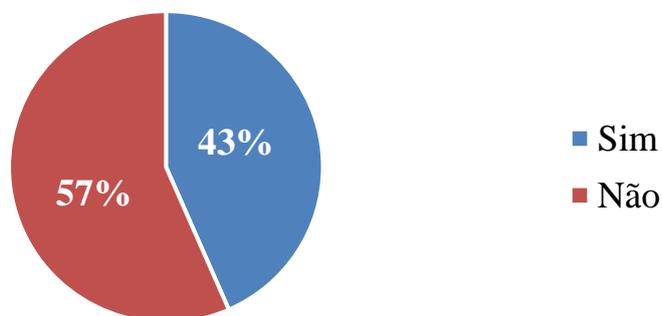
A Química, conforme é compreendida hoje, constitui-se como um corpo de conhecimento construído ao longo do processo civilizatório, capaz de proporcionar entendimento sobre processos que impactam diretamente nossa vida cotidiana. Desde o ar que respiramos até a água que bebemos, abrangendo o combustível utilizado nos veículos que nos transportam e o tratamento do lixo gerado em nossas residências, todos esses elementos envolvem a química (Leite; Lima, 2015; Zucco, 2011).

É importante salientar que pesquisadores da área defendem que a participação ativa dos alunos nas aulas (Cicuto; Miranda; Chagas, 2019) a execução de experimentos (Andrade; Viana, 2017; Lôbo, 2012) e a contextualização dos conteúdos com situações do dia a dia (Santos; Almeida; Santos Filho, 2020) são elementos cruciais para tornar as aulas cada vez mais atrativas. Essa metodologia tem o potencial de estimular o processo de aprendizagem dos alunos, oferecendo uma experiência educacional mais envolvente e aplicada (Santos; Almeida; Santos Filho, 2020; Cicuto; Miranda; Chagas, 2019; Andrade; Viana, 2017; Lôbo, 2012).

Quando interrogados se sentiam dificuldades para compreender os conteúdos de Química, os resultados foram bem divergentes, porém 43% dos participantes responderam sim (Figura 2). A compreensão dos conteúdos de Química apresenta desafios significativos para muitos estudantes. Diversos estudos têm investigado essas

dificuldades, buscando entender suas origens e propor soluções (Alves; Sangiogo; Pastoriza, 2021; Meneses; Nuñez, 2018; Leite; Lima, 2015).

Figura 2 - Percepção dos alunos sobre dificuldade para compreender os conteúdos de química



Fonte: Elaborado pelos autores.

Giordan (1999) destaca que a experimentação possui a capacidade de despertar o interesse dos alunos. É comum ouvir de professores que a experimentação promove o aumento da capacidade de aprendizagem, uma vez que a construção do conhecimento científico é dependente de uma abordagem experimental e ocorre predominantemente no desenvolvimento de atividades investigativas.

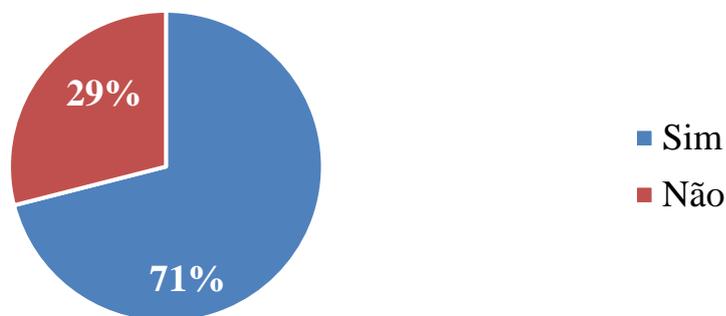
Nessa mesma perspectiva, Santos; Frigeri, (2003) reitera que:

Não basta simplesmente ensinar o que o livro nos traz, tratando a ciência como sendo imutável e isolada dos outros conhecimentos. O ensino deve ser o mais interdisciplinar possível, interligando assuntos que muitas vezes, por si só, o aluno não conseguiria. Daí a importância de que o professor seja um mediador das discussões para a ciência, visto que no Ensino de Química, não necessariamente se deve trabalhar a Química de forma única e exclusiva, mas sim vincular o que está sendo trabalhado com a realidade do próprio aluno, com o meio social onde o mesmo está inserido, desenvolvendo no aluno a capacidade de tomada de decisões (SANTOS; FRIGERI, 2003).

Diante disso, a experimentação é amplamente defendida por diversos pesquisadores e tem demonstrado resultados significativamente positivos (Voltarelli; Lopes, 2021; Higa; Oliveira, 2012). Essas atividades práticas têm o poder de motivar e despertar o interesse dos alunos, proporcionando uma compreensão mais profunda do conteúdo. Além disso, os alunos conseguem aplicar os conceitos e fenômenos aprendidos em seu cotidiano (Voltarelli; Lopes, 2021). A experimentação, portanto, é uma ferramenta pedagógica valiosa que enriquece o processo de ensino e aprendizagem (Voltarelli;

Lopes, 2021; Higa; Oliveira, 2012). Ainda sobre o questionário realizado com os alunos, constatou-se que a grande maioria tem convicção da finalidade do estudo da Química e costumam aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula no seu cotidiano (71%) (figura 3).

Figura 3: Você costuma levar os aprendizados de química para o seu cotidiano?



Fonte: Elaborado pelos autores

É fundamental ressaltar que a ideia do uso da contextualização não é algo novo. Em 1988, a CENP (Coordenadoria Estadual de Normas Pedagógicas do Estado de São Paulo) propôs um currículo que preconizava a contextualização, utilizando eventos do cotidiano como ponto de partida fundamental para o ensino de conceitos. Dessa forma, os alunos encontram maior facilidade em assimilar os fenômenos químicos e, conseqüentemente, conseguem aplicar seus conhecimentos para aprimorar sua experiência no meio em que vivem.

Nesse contexto, Paz & Pacheco (2010) enfatizam que, se o ensino de Química estabelecesse uma relação entre o conteúdo e as ações do dia a dia dos alunos, certamente isso os levaria a refletir e compreender melhor os conceitos, apresentando assim menos dificuldades.

Concebe-se, portanto, que o ensino da Química deve ocorrer de maneira contextualizada e integrada ao cotidiano do aluno, sendo esse um elemento crucial para manter sua motivação para aprender. Entretanto, para que essa abordagem seja eficaz, é fundamental que o professor demonstre criatividade e disponibilidade, permitindo a realização de experimentos criativos e modestos, mas que proporcionem resultados significativos para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, é possível efetivar o que está preconizado nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Ao serem questionados sobre o uso do laboratório nas aulas de Química, todos os alunos afirmaram que não o utilizam, uma situação que pode ter implicações negativas no processo de ensino-aprendizagem. É fundamental destacar que apesar das limitações estruturais nos laboratórios de Química, os educadores têm a responsabilidade de proporcionar aos estudantes abordagens alternativas que viabilizem a experimentação do conteúdo. A experimentação é uma contribuição significativa para o ensino de Química, e a avaliação da aprendizagem é fundamental para a consolidação do processo de ensino-aprendizagem (Andrade; Viana, 2017). Portanto, apenas por meio dessas estratégias, o processo de aprendizado tem o potencial de se tornar significativo. Além disso, é importante considerar a inclusão de atividades experimentais investigativas nos livros didáticos de Química (Leite, 2018), pois elas podem auxiliar na superação das limitações dos laboratórios.

Sabe-se que o laboratório de Química desempenha um papel fundamental ao proporcionar ao aluno uma experiência mais próxima da teoria. Nesse mesmo contexto, Kirschener (2015) destaca que:

O laboratório deverá incentivar o aluno a aprender técnicas, a aprender a teoria na prática contribuindo para desenvolvimento de habilidades que poderão ser utilizadas em pesquisas científicas. Ele deve aprender a observar cientificamente, interpretar e analisar experimentos através da objetividade, precisão, confiança, perseverança, satisfação e responsabilidade. No laboratório também se desenvolve o trabalho cooperativo, ou seja, alunos trabalhando em grupo o que favorece a discussão e possibilita o desenvolvimento e a prática de habilidades intelectuais, promovendo a conceitualização e o aprofundamento da compreensão dos alunos. “Essa forma de trabalho permite ainda, a discussão e busca de soluções para problemas, contribuindo também para a aprendizagem do mecanismo do “*approach* acadêmico” utilizado pelos cientistas.” (Kirschener, 2015).

Uma estratégia viável para mitigar os impactos da falta de laboratórios de Química nas escolas é a incorporação das Tecnologias da Comunicação e Informação (TIC). Nessa integração entre tecnologia e ensino, os laboratórios virtuais, por meio de softwares educacionais, desempenham um papel crucial como ferramentas de apoio ao ensino de Química. Essa abordagem permite que os estudantes simulem experimentos, proporcionando uma interatividade direta com os temas discutidos em sala de aula (Mazzali, 2018).

Diante das dificuldades frequentes enfrentadas pelos alunos na interpretação e resolução de problemas envolvendo cálculos estequiométricos, este projeto teve como objetivo investigar como a utilização de um software na disciplina de Química pode

enriquecer os processos de ensino e aprendizagem. Esse enfoque se torna particularmente relevante em situações em que as aulas práticas são escassas, podendo facilitar a compreensão de fenômenos químicos (Mazzali, 2018).

Em relação à estrutura pedagógica, com a análise do PPP, evidenciou-se que as práticas de ensino são voltadas para atender as necessidades dos alunos. A escola tem como missão oferecer ensino de excelência à comunidade e propiciar condições para uma aprendizagem significativa, atualizada e eficaz, que prepare alunos competentes, éticos e com argumentação sólida.

O PPP da unidade escolar foi construído coletivamente pela comunidade escolar e encontra-se disponível para que todos tenham acesso. Redigido de forma clara e objetiva, o mesmo dispõe de todos os requisitos e informações necessárias, configurando-se como um importante documento escolar que direciona as práticas de ensino e define a real identidade da escola.

Acerca disso, Neves (1995) afirma que:

O PPP é um instrumento de trabalho que mostra o que vai ser feito, quando, de que maneira, por quem, para chegar a que resultados. Além disso, explicita uma filosofia e harmoniza as diretrizes da educação nacional com a realidade da escola, traduzindo sua autonomia e definindo seu compromisso com a clientela. É a valorização da identidade da escola e um chamamento à responsabilidade dos agentes com as racionalidades interna e externa. Esta ideia implica a necessidade de uma relação contratual, isto é, o projeto deve ser aceito por todos os envolvidos, daí a importância de que seja elaborado participativa e democraticamente (NEVES, 1995, p. 110).

Assim sendo, o PPP representa as ações da escola por meio do processo de mediação democrática e é indispensável para a organização de todo o trabalho escolar. Referindo-se à gestão da escola em estudo, a mesma se mostra democrática. Tanto a direção e como a coordenação criam meios de comunicação com toda a equipe para juntos tomarem as decisões coletivamente.

Por meio das observações feitas nas aulas de Química, verificou-se que mesmo sem uma estrutura adequada, a professora desenvolve um bom trabalho, procura interligar os conteúdos à realidade do aluno e sempre que possível tenta motivá-los para que aconteça uma aprendizagem de qualidade.

4 CONCLUSÃO

O ensino de Química é crucial para a formação acadêmica e qualidade do ensino está intrinsecamente ligada à infraestrutura escolar. Na escola observada, identificam-se

limitações na infraestrutura física, organizacional e pedagógica que impactam o ensino. Superar essas deficiências é fundamental, exigindo que as escolas forneçam materiais e instalações adequadas para os professores. Um desafio significativo é a escassez de aulas experimentais, sendo o laboratório de ciências essencial para melhorar a qualidade do ensino. As aulas práticas aproximam a Química do cotidiano dos alunos, facilitando a compreensão integrada do mundo e da natureza.

REFERÊNCIAS

ALCARÁ, A. R. **Das Redes Sociais à Inovação**. Cia. Inf., Brasília, v. 34, n. 2, ago. 2005.

ALVES, M. T. G.; SOARES, J. F. Contexto escolar e indicadores educacionais: condições desiguais para a efetivação de uma política de avaliação educacional. **Educação e Pesquisa**, v. 39, n. 1, p. 177–194, jan. 2013.

ALVES, N. B.; SANGIOGO, F. A.; PASTORIZA, B. DOS S. Dificuldades no ensino e na aprendizagem de química orgânica do ensino superior - estudo de caso em duas Universidades Federais. **Química Nova**, v. 44, n. 6, p. 773–782, jun. 2021.

ANDRADE, R. DA S.; VIANA, K. DA S. L. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 23, n. 2, p. 507–522, abr. 2017.

ARROIO, A.; HONÓRIO, K. M.; WEBER, K. C.; MELLO, P. H.; GAMBARDELLA, M. T. P.; SILVA, A. B. F. O show da química: motivando o interesse científico. **Revista Química Nova na Escola**, v. 29, n. 1, p. 173-178. São Carlos-SP, 2006.

BORGES, A. T. Novos Rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n.3, p. 291-313, 2002.

BRANDE, CA; CHALUH, LN. Levantamento teórico de pesquisas sobre professores em fase de inserção profissional. **SciELO (SciELO Preprints)**, v. 1, 22 fora. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE). Conselho Pleno (CP). Resolução CNE/CP nº 1, de 18 de fevereiro de 2002. **Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 abr. 2002. Seção 1, p. 87.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo Escolar da Educação Básica 2013: resumo técnico** / Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. – Brasília: O Instituto, 2014. 39 p.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**: Lei nº.9394, de 20 de dezembro de 1996. 5.ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação Edições Câmara, 2010.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. **Dispõe sobre diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 13 jun. 2013.

BRASIL. Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016. **Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 maio 2016.

CAVASINI, R. **Atividades experimentais no processo de ensino aprendizagem em química**. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná: 1-42p. 2020.

CICUTO, C. A. T.; MIRANDA, A. C. G.; CHAGAS, S. S. Uma abordagem centrada no aluno para ensinar Química: estimulando a participação ativa e autônoma dos alunos. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 25, n. 4, p. 1035–1045, out. 2019.

COÊLHO, A. G. S.; MINERVINO, D. S. D. T. Experimentos de baixo custo como instrumento pedagógico para o ensino introdutório de química: Uma análise reflexiva a prática docente. **ESPMCP - Pós-Graduação Ensino de Química**, v. 1, pág. 1–20, 2021.

FARIA, F. L.; FREITAS-REIS, I. A percepção de professores e alunos do ensino médio sobre a atividade estudo de caso. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 22, n. 2, p. 319–333, abr. 2016.

FREIRE, P. **A Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: “Paz e Terra”, 2014.

FREITAS, S. L.; PACÍFICO, J. M. Formação continuada: um estudo colaborativo com professores do Ensino Médio de Rondônia. **Interações (Campo Grande)**, v. 21, n. 1, p. 141–153, jan. 2020.

GOMES, L. L.; MOITA, F. M. G. S. C. **O uso do laboratório de informática educacional: partilhando vivências do cotidiano escolar**. In: SOUSA, RP., *et al.*, orgs. Teorias e práticas em tecnologias educacionais [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2016, pp. 151-174. ISBN 978-85-7879-326-5.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. A problematização das atividades experimentais na educação superior em química: uma pesquisa com produções textuais docentes. **Química Nova**, v. 34, n. 5, p. 899–904, 2011.

GONZAGA, G. R.; PAIVA, D. C.; EICHLER, M. L.. Desafios e perspectivas atuais na formação do professor de química: expectativas sobre o mestrado profissional em química em Rede Nacional (PROFQUI). **Química Nova**, v. 43, n. 4, p. 493–505, abr. 2020.

GUZZO, G. B.; LIMA, V. M. do R. O desenvolvimento do pensamento crítico na educação: uma meta possível?1. **Educação UNISINOS**, São Leopoldo, v. 22, n. 4, p. 334-343, out. 2018.

HERMES, Simoni Timm. **Metodologia do ensino de ciências naturais** [recurso eletrônico] / Simoni Timm Hermes. - 1. ed. - Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 2019. 1 e-book.

HIGA, I.; OLIVEIRA, O. B. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. *Educar em Revista*, n. 44, p. 75–92, abr. 2012.

KIRSCHNER, P. Epistemology, Practical Work and Academic Skills in Science Education. **Science & Education**, vol 1, 2015. 272-299p.

LEITE, B. S. A experimentação no ensino de química: uma análise das abordagens nos livros didáticos. **Educación Química**, v. 29, n. 3, p. 61, 7 ago. 2018.

LEITE, L. R.; LIMA, J. O. G. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 96, n. 243, p. 380–398, maio 2015.

LIMA, M. E. C. DE C.; AGUIAR JÚNIOR, O.; DE CARO, C. M.. Formação de conceitos científicos: reflexões a partir da produção de livros didáticos. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 17, n. 4, p. 855–871, 2011.

LÔBO, S. F. O trabalho experimental no ensino de Química. **Química Nova**, v. 35, n. 2, p. 430–434, 2012.

MAGALHÃES, L. K. C. DE.; AZEVEDO, L. C. S. S.. Formação Continuada e suas implicações: entre a lei e o trabalho docente. **Cadernos CEDES**, v. 35, n. 95, p. 15–36, jan. 2015.

MAKHECHANE, M.; QHOBELA, M. Compreendendo como os professores de química transformam os conceitos de estequiometria no nível secundário no Lesoto. **Revista Sul-Africana de Química (Online)**, Durban, v. 59-66, 2019.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 1, pág. 147–157, 2003.

MENESES, F. M. G.; NUÑEZ, I. B.. Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 1, p. 175–190, jan. 2018.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 9 ed. São Paulo: Hucitec, 2006.

MUNIZ DE SOUZA, T. A experimentação no ensino de química na educação básica entre a teoria e a práxis. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 12, n. 1, p. 39-51, 29 mar. 2022.

- NEVES, C. M. C. **Autonomia da Escola Pública**: Um Enfoque operacional. 1995.
- NUNES, I. P. As aulas práticas de química nas escolas públicas brasileiras: existência e condições de uso dos laboratórios. **Anais VIII CONEDU**, v. 1, pág. 1–11, 7 dez. 2022.
- NUNES, M. F. As metodologias de ensino e o processo de conhecimento científico. **Educar em Revista**, n. 9, p. 49–58, jan. 1993.
- OLIVEIRA, DGDB; GABRIEL, S. DA S.; MARTINS, G. DO SV. A experimentação investigativa: utilizando materiais alternativos como ferramenta de ensino-aprendizagem de química. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, Cajazeiras, v. Suplementar, pág. 238–247, conjunto. 2017.
- PAZ, G. de L. da; PACHECO, H. de F. Dificuldades no ensino-aprendizagem de química no ensino médio em algumas escolas públicas da região Sudeste de Teresina. **X Simpósio de Produção Científica/IX Seminário de Iniciação Científica**, 2010.
- ROCHA, GCF DA S.; MARTINS, B. M.; COSTA, RL DA. Vídeos Experimentais: Uma Alternativa para o Déficit de Laboratórios de Ensino de Química em Escolas Públicas. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, v. 1, pág. 25–41, 31 jul. 2019.
- SANDI-URENA, S. Phenomenological approaches to study learning in the tertiary level chemistry laboratory. **Química Nova**, v. 41, n. 2, p. 236–242, fev. 2018.
- SANTOS, C. E. M. DOS.; CAPELLINI, V. L. M. F. Inclusão escolar e infraestrutura física de escolas de ensino fundamental. **Cadernos de Pesquisa**, v. 51, p. e07167, 2021.
- SANTOS, D. R. C. M. DOS.; LIMA, L. P.; GIROTTO JUNIOR, G. A formação de professores de química, mudanças na regulamentação e os impactos na estrutura em cursos de Licenciatura em Química. **Química Nova**, v. 43, n. 7, p. 977–986, jul. 2020.
- SANTOS, M. DE C.; ALMEIDA, L. R.; SANTOS FILHO, P. F. DOS .. O Ensino Contextualizado de Interações Intermoleculares a partir da Temática dos Adoçantes. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 26, p. e20028, 2020.
- SANTOS, V. M. C.; FRIGERI, H. R. **A necessidade da experimentação no ensino de Química**. XI Congresso Nacional de Educação. Curitiba: 2003.
- SANTOS, W. L. P. DOS.; PORTO, P. A. A pesquisa em Ensino de Química como área estratégica para o desenvolvimento da Química. **Química Nova**, v. 36, n. 10, p. 1570–1576, 2013.
- SÁTYRO, N.; SOARES, S. **A infraestrutura das escolas brasileiras de ensino fundamental: um estudo com base nos censos escolares de 1997 a 2005**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2007.
- SCHIRMER, C. R.; FONTOURA, D. R.; NUNES, Magda L. Distúrbios da aquisição da linguagem e da aprendizagem. **Jornal de Pediatria** - Vol. 80, n.2(Supl), 2004.

SETTON, M. DA G. J. A estrutura da escola: uma perspectiva multidimensional. **Educação e Pesquisa**, v. 43, n. 3, p. 623–628, jul. 2017.

SILVA, Â. C. Educação e tecnologia: entre o discurso e a prática. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 19, n. 72, p. 527–554, jul. 2011.

SILVA, R. R. DA.; MACHADO, P. F. L. Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos - um estudo de caso. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 14, n. 2, p. 233–249, 2008.

SOUSA, LMD. **Experimentos virtuais no ensino de ciências**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)—Universidade Aberta do Brasil – UAB / IFPI: 1-14p. 2023.

THOMAZI, Á. R. G.; ASINELLI, T. M. T. Prática docente: considerações sobre o planejamento das atividades pedagógicas. **Educar em Revista**, n. 35, p. 181–195, 2009.

VOLTARELLI, M. A.; LOPES, E. A. DE M. Infância e Educação Científica: perspectivas para aprendizagem docente. **Educar em Revista**, v. 37, p. e75394, 2021.

ZUCCO, C. Química para um mundo melhor. **Química Nova**, v. 34, n. 5, p. 733–733, 2011.

CAPÍTULO 14

O LIXO URBANO E O MEIO AMBIENTE: UMA ANÁLISE DOS IMPACTOS CAUSADOS PELOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM ISAÍAS COELHO – PI

Layany da Silva
Jarbas Soares Mesquita Júnior
Milton Batista da Silva
Márcia Letícia de Sousa Ramalho
Adriano Santana Soares
Leanne Silva de Sousa
Inês Maria de Souza Araujo*

RESUMO

O lixo urbano representa um desafio significativo para a preservação ambiental, tendo em vista os diversos impactos negativos que causa nos ecossistemas e na qualidade de vida das populações urbanas. Nesse contexto, considerando a importância crucial de gerenciar adequadamente o lixo urbano e compreendendo seus impactos abrangentes no meio ambiente e na saúde humana, este estudo tem como objetivo analisar as consequências dos resíduos sólidos em Isaías Coelho, Piauí. O trabalho buscou identificar os impactos causados pelo lixo urbano na cidade, caracterizar os principais tipos de resíduos sólidos presentes, localizar os principais pontos de despejo e acúmulo de lixo, além de propor soluções para mitigar esses impactos. A metodologia adotada envolveu pesquisa bibliográfica e coleta de dados de campo junto à população local. Os resultados destacam a necessidade urgente de colaboração e desenvolvimento de uma postura voltada para o tratamento responsável do lixo, bem como a importância de repensar nossos hábitos de consumo, visando à sustentabilidade e à preservação de um meio ambiente equilibrado.

Palavras-chave: Lixo Urbano. Impactos Ambientais. Resíduos Sólidos.

* Autor correspondente: inesmaria@ufpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que o lixo é um grande problema ao meio ambiente. Sendo do tipo sólido e estando disperso na zona urbana é capaz de proporcionar danos que, muitas vezes, são irreversíveis e que podem afetar ao meio em geral, inclusive, à saúde dos próprios poluidores.

Frequentemente negligenciado, o problema do lixo sólido descartado de maneira incorreta tem sido alvo de abordagens em busca de soluções. Nesse contexto, surge a indagação sobre a viabilidade de alcançar possíveis soluções para este problema, destacando-se a seguinte questão: Quais são os principais problemas e impactos causados pelo lixo urbano em Isaías Coelho, PI? Acredita-se que essa problemática é proporcionada pelo destino incorreto dado ao lixo urbano coletado no município.

Nessa perspectiva, a justificativa para o desenvolvimento deste estudo reside principalmente no interesse em abordar uma temática relevante, muitas vezes negligenciada pela população da cidade. O tema em questão trata do problema do lixo urbano, que pode acarretar diversos transtornos e impactos irreversíveis ao meio ambiente, à vida animal e humana. É crucial investigar e buscar soluções para essa questão, visando mitigar seus danos e preservar a saúde do ecossistema e das comunidades locais.

Diante desse contexto, o objetivo principal desta pesquisa foi identificar os danos gerados pelo descarte inadequado de lixo urbano em Isaías Coelho - PI. Especificamente, buscou-se caracterizar os principais tipos de resíduos sólidos encontrados no ambiente urbano, identificar os locais de maior acúmulo ou descarte irregular de lixo na cidade e propor soluções viáveis para mitigar os impactos causados por esses resíduos sólidos.

1.1 Conceitos e definições do lixo plástico

Compreendendo-se que há de fato um importante valor do plástico e consequentemente um uso e uma grande aplicabilidade para a sociedade, esse material apresenta-se de diversas formas, podendo ser encontrado em diversos locais, desde aqueles utilizados nos hospitais, até em peças de alta tecnologia, como as usadas em equipamentos espaciais. Desta forma, reafirma-se o quanto é de suma importância abordar essas questões referentes ao lixo urbano e também sobre os resíduos urbanos. Nesse sentido, Sardella (2003, p.191), afirma que “os plásticos surgiram a partir da Segunda Guerra mundial, de um polímero sintético da nafta, um derivado do petróleo”.

No ambiente residencial e em diversas situações, observa-se um aumento significativo no uso do plástico, o que tem gerado uma série de problemas ambientais. Essa tendência define a atual geração como a "geração do plástico", refletindo seu uso disseminado e os impactos ambientais correlatos. Não é sem justificativa que se convencionou chamar o atual período de Era do Plástico. Segundo Ramalho (2009, p. 33):

O plástico evoluiu da posição de sucedâneo à de matéria prima essencial para uns cem números de especificações, e a cada nova necessidade da vida moderna logo emerge das provetas um material sintético mais racional, mais abundante, mais uniforme, mais econômico (Ramalho, 2009, p. 33).

O problema decorrente desse aumento no uso reside no fato de que há bastante tempo tem sido introduzido na natureza um material cujas propriedades não se degradam facilmente, permanecendo por longos períodos no ambiente. Dentro dessa abordagem, é definido por Xavier (2006, p. 3):

Em função da sua pouca degradabilidade os plásticos permanecem na natureza por períodos longos, causando a poluição visual e, eventualmente, química do ambiente, para reduzir o impacto dos plásticos no ambiente o gerenciamento dos resíduos torna-se imperativo e, desta forma a estratégia da reciclagem pode ser facilmente introduzida. (Xavier, 2006, p. 3).

Esta poluição não se limita nem se restringe a um aspecto ou local na natureza; ela é vista e proporciona problemas onde quer que esteja. Ribeiro e Rook (2010, p. 36) estabelecem que “o lixo plástico, além disso, é de fato o maior responsável por toda a poluição presente no ar, resultante direta de sua queima, além de poluir o solo e as águas, tanto dos lençóis freáticos quanto das superficiais”. Conhecendo o tempo que o plástico leva para se decompor na natureza, aumenta-se a preocupação e, conseqüentemente, os cuidados e as maneiras de evitar o descarte incorreto ou o tratamento inadequado.

Uma importante medida de proteção ao meio ambiente é o processo de coleta seletiva, que contribui significativamente, embora ainda seja pouco aplicado na prática. Segundo Pimentel (2011), "uma das ações corretivas é a reciclagem, mas para reciclar é necessário separar os materiais a partir da coleta seletiva, que consiste em um sistema de recolhimento de materiais recicláveis".

Nesse sentido, para Romão enfatiza que (2009, p.121), “os materiais plásticos apresentam uma identificação predominante o que facilita no processo de reciclagem como todo, evitando assim que sejam descartados junto aos resíduos sólidos”, o autor reforça a importância de um tratamento sério e específico para todo o material plástico

que comumente utilizamos e que muitos casos não recebem um tratamento adequado. Plantier (2013) afirma que “cem milhões de sacolas plásticas precisam de 1,5 milhões de litros de petróleo para serem produzidas e causam a emissão de 4,2 mil toneladas de CO²”. Esses resíduos são os mais comuns nas residências e também são encontrados de forma dispersa em ruas e terrenos baldios, causando poluição e degradação do meio ambiente como um todo.

A problemática do lixo urbano tornou-se uma questão amplamente reconhecida. Esse entendimento tem sido disseminado não apenas pelos meios de comunicação, mas também pela crescente conscientização dos inúmeros problemas ambientais em escala global. Trata-se, de fato, de um dos maiores desafios enfrentados atualmente, evidenciado pela pesquisa do IBGE (2010), que aponta que a maioria das cidades brasileiras possui serviços de coleta e gestão de resíduos que não contemplam a separação e o tratamento adequado do lixo desde a sua origem até o destino final.

Percebe-se que, desde a falta de atitude e conscientização por parte da população, pouco tem sido feito em relação às políticas públicas sobre a questão do lixo urbano. Toda essa ausência de políticas voltadas ao lixo urbano tem se manifestado de forma marcante, principalmente nos lixões a céu aberto. Segundo Mucelin e Bellini (2008, p. 111), “essa gestão irresponsável do lixo em nosso país gera graves problemas ambientais e de saúde pública, como contaminação do solo, rios e lençóis freáticos, assoreamento, enchentes, proliferação de vetores transmissores de doenças, além de poluição visual e mau cheiro”.

Assim como os lixões são comumente encontrados, os casos de doenças também têm se tornado frequentes, como destacado por Mucelin e Bellini (2018). Essas doenças têm afetado não apenas as grandes cidades, mas também as pequenas, ressaltando a urgência de adotar medidas para controlar os impactos que aumentam à medida que a quantidade de descarte incorreto de lixo nas cidades cresce.

Nessa perspectiva, Gouveia (2012, p. 1503) afirma que os diversos impactos ambientais resultam das várias formas de resíduos sólidos depositados em aterros, os quais afetam a saúde das pessoas. Segundo o mesmo autor,

Os vários impactos ambientais decorrentes das diferentes formas de disposição de resíduos sólidos oferecem também riscos importantes à saúde humana. Sua disposição no solo, em lixões ou aterros, por exemplo, constitui uma importante fonte de exposição humana a várias substâncias tóxicas (Gouveia, 2012. p. 1503).

Sobre essa questão, observa-se que houve um crescimento ainda maior da população mundial, o que tem se tornado um motivo para o aumento do lixo produzido nas cidades e, conseqüentemente, os problemas que surgem com eles. No entanto, é importante frisar que os lixos, assim como os resíduos urbanos, já podem ser vistos em grande quantidade até mesmo nas pequenas cidades, como é o caso do campo de pesquisa deste trabalho, o que reforça a importância e a necessidade de abordar essas questões.

1.2 Os problemas ambientais e suas relações com o consumo humano

Em meio à natureza, é perceptível uma grande quantidade de problemas que são resultantes diretamente da ação humana. Essa degradação, resultante dos diferentes métodos de consumo, foi se desenvolvendo ao longo dos anos pelas sociedades. Dentro desse quadro de problemas ambientais, podem ser citados, por exemplo, o aquecimento global, o derretimento das geleiras, o desmatamento, além dos inúmeros poluentes lançados diariamente, decorrentes dos altos índices de consumismo. A este respeito, Trigueiro (2012) enfatiza que “vivemos uma situação de enorme gravidade ao considerar que, no modelo atual de consumo e produção, já consumimos mais do que a capacidade de renovação dos recursos naturais”.

Com todos esses problemas presentes, percebe-se que tratar da proteção ambiental deixou de ser uma opção e se tornou uma obrigação. Nota-se que os problemas já estão sendo vivenciados no presente, não se restringindo mais apenas às gerações futuras, o que reforça cada vez mais a necessidade de aplicar medidas preventivas, mesmo que incapazes de reverter o quadro em que se encontra o meio ambiente atualmente. Torna-se necessário pensar no futuro, mas não em um futuro distante; é preciso ter um olhar voltado para o amanhã, conforme destacado por Milaré (2012), em relação ao "poder de autopurificação do meio ambiente".

Portanto, é necessário contextualizar os problemas ambientais para compreender a necessidade de um tratamento coerente e eficaz, capaz de resolver os problemas presentes e, como consequência, promover um bom desenvolvimento e organização em relação aos cuidados com o meio ambiente, evitando danos causados pelo consumismo desenfreado. Não se deve negligenciar o meio ambiente. É essencial rever as questões

relacionadas ao consumo e, principalmente, ao desperdício, pois este tem sido o resultado imediato desse problema, resultando em uma sobrecarga de resíduos e lixo em todo o planeta. Além disso, é necessário que as empresas fabricantes adotem uma postura semelhante à da *Samsung Electronics*, que realiza avaliações ambientais dos principais produtos e impõe normas de certificação rigorosas com aprovação internacional, além de recolher o lixo eletrônico.

Historicamente, considerando todo o período de existência humana no planeta, nunca se consumiu (e desperdiçou) tantos recursos quanto nos dias atuais, a ponto de sermos reconhecidos como a “civilização dos resíduos, marcada pelo desperdício” (Ferreira; Rosolen, 2013; Gonzaga; Miranda, 2016).

1.3 O aterro sanitário como uma importante medida

Na verdade, reconhece-se que a implantação de aterros sanitários é uma das medidas mais complexas a serem adotadas. Nesse sentido, é imperativo que as autoridades assumam o controle dessa situação, priorizando o estabelecimento de aterros sanitários como alternativa viável em substituição aos lixões, cuja gestão de resíduos é verdadeiramente inviável. No entanto, apesar de propostas idealistas defenderem essa ideia, é improvável que os processos industriais deixem de gerar resíduos, dada a interdependência imposta pela convivência em sociedade (Ribeiro; Morelli, 2009).

Essa abordagem, que enfatiza o aterro sanitário como solução, deve ser adotada, pois, como mencionado, pode haver controle por parte de uma parcela da população em determinado contexto, mas é improvável que haja controle total. Além disso, o maior desafio reside na falta de iniciativas por parte das indústrias para controlar a produção, geração e disposição de resíduos.

O aterro sanitário pode ser definido como uma área apropriada, com solo devidamente impermeabilizado para proteger os lençóis freáticos e também equipado com sistemas de tratamento de chorume e gases resultantes da decomposição de materiais, como destacado por Magro Dionysio *et al.* (2009) "o biogás produzido pode ser aproveitado como fonte de energia nas próprias unidades de tratamento de resíduos".

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho foi a pesquisa bibliográfica com abordagem qualitativa. O instrumento de coleta de dados utilizado foi um questionário semiestruturado com 12 perguntas que versavam sobre o tema objeto da pesquisa. O

espaço de aplicação da pesquisa foi nos bairros Centro e Tamboril, zona urbana do município de Isaías Coelho. Os critérios de seleção adotados para a escolha dos bairros foram os seguintes: aspecto populoso; tempo de residência; produção de resíduos sólidos e a vivência da autora desta pesquisa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o avanço da pesquisa, foi possível adquirir um conhecimento mais abrangente e significativo sobre todas as questões relacionadas ao tema e ao contexto mencionado. O objetivo é enriquecer os conhecimentos fornecendo novas informações e conteúdos pertinentes ao problema do lixo urbano e seus impactos no meio ambiente, com foco na análise dos impactos causados pelos resíduos sólidos em Isaías Coelho - PI. Assim, todas as informações serão apresentadas e detalhadas nas figuras a seguir.

Nesse sentido, o conhecimento sobre os tipos de resíduos mais frequentes nas residências permite identificar padrões de consumo e descarte, bem como direcionar estratégias para reduzir o impacto ambiental causado por esses materiais. Ao explorarmos os resultados da Figura 1, torna-se evidente que 60% dos entrevistados afirmaram ter resíduos sólidos em suas residências, tais como plástico, garrafas, papéis e outras embalagens descartáveis.

Figura 1- Quais os tipos de resíduos mais comumente encontrados em casa?



Fonte: Elaborado pelos autores.

Esses resultados indicam que os maiores índices de acúmulo de resíduos sólidos são mais frequentemente observados nas residências, abrangendo um grande número de pessoas. Neste sentido, é necessário dar relevância às formas de descarte correta do lixo:

“Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido

ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviável em face da melhor tecnologia disponível” (Brasil, 2010).

Apresentam-se ainda, empatados, com 20% em cada uma das afirmativas, os grupos de famílias que dizem possuir em casa uma quantidade maior de lixo eletrônico guardados em cômodos sem utilidade e ainda os restos de comida, porém esse tipo de lixo, no caso, o lixo orgânico, é geralmente destinado à alimentação de animais.

Esses dados também corroboram com a prática da coleta seletiva, pois assim como as pessoas, em suas residências, sabem identificar o lixo que produzem, também devem ter algum conhecimento sobre como selecioná-los, tudo isso com o intuito de proteger o meio ambiente, impactando diretamente na saúde desse grandioso bioma. Assim, segundo Batista (2019), “a coleta seletiva é o caminho mais apropriado no combate. Porém, é necessário informar e demonstrar a importância da separação dos resíduos, que podem ser disponibilizados para coleta seletiva”. Ainda na opinião do referido autor, praticamente tudo hoje pode ser reutilizado, já que a composição do lixo brasileiro compõe-se de lixo orgânico (52%); papel e papelão (26%); plástico (3%); metais como, por exemplo, ferro, alumínio, zinco, aço, etc. (2%); vidro (2%); outros (15%). O mesmo autor atribui ainda à composição do lixo brasileiro os locais de destino do lixo brasileiro, como: aterros sanitários (53%); aterros controlados (23%); lixões (20%); compostagem e reciclagem (2%); outros destinos (2%). (Batista, 2019)

A Lei nº 12.305, em seu capítulo I, artigo 13, apresenta uma nova classificação para os resíduos sólidos, dividindo-os em duas classes, sendo que a primeira apresenta os resíduos mais comumente vistos, sendo: resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas; resíduos sólidos urbanos: os englobados nos resíduos domiciliares e de limpeza urbana; resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços (Brasil, 2010).

Em seguida, são apresentados os dados sobre a importância atribuída pelas famílias ao descarte correto do lixo domiciliar, sobre o conhecimento dos mesmos quanto aos problemas causados pelo lixo urbano e também sobre evitar descartar o lixo em locais inapropriados (Figura 2).

Figura 2 – A importância do descarte correto, o conhecimento dos problemas causados pelo lixo e sobre o descarte incorreto de lixo em vias públicas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Essas questões foram direcionadas mais especificamente para avaliar o conhecimento dos entrevistados sobre os danos e impactos do lixo na natureza e na saúde humana, bem como para avaliar seus conhecimentos sobre a importância de destinar o lixo aos locais apropriados. Em relação à importância do descarte correto, ao conhecimento dos problemas causados pelo lixo e à importância de evitar jogá-lo em vias públicas, ficou claro que 100% dos entrevistados têm conhecimento sobre essas questões.

Com isso, observou-se que todos têm evitado que isso aconteça, pois sabem que podem causar danos futuros em um curto espaço de tempo. Diante disso, é perceptível um certo cuidado, como a adoção de pequenas medidas que contribuem para a redução dos problemas causados pelo lixo urbano.

De acordo com Abreu (2008), a abordagem moderna do lixo envolve a adoção de um padrão de comportamento baseado na redução da produção/consumo de bens que gerem resíduos não reaproveitáveis, na reutilização de produtos e embalagens, na reciclagem de diversos materiais, no tratamento dos materiais não recicláveis de forma não agressiva ao meio ambiente e na destinação adequada dos resíduos finais. Dando continuidade, destacam-se os métodos pelos quais o descarte de lixo domiciliar é realizado (Figura 3).

Figura 3 - Como é feito o descarte do lixo em cada residência?



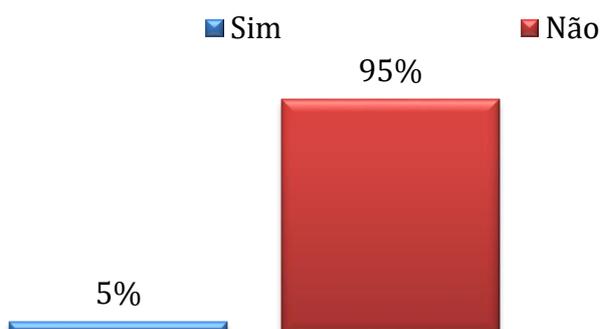
Fonte: Elaborado pelos autores.

Sobre a forma de descarte de lixo domiciliar nas residências do município, nota-se uma baixa prática de separação do lixo, com apenas 20% das famílias realizando esse processo. Esse índice reduzido pode estar relacionado ao método tradicional de coleta, em que o veículo de coleta recolhe todos os resíduos sem diferenciação, levando em consideração que a coleta é feita pelos próprios moradores, sendo que uma parcela menor realiza a separação específica.

Conforme demonstrado na Figura 3, a separação mais comum é a retirada do lixo orgânico, sendo adotada por 35% das famílias, uma vez que esses resíduos são destinados à alimentação de animais, como por exemplo, suínos criados na zona rural da cidade. Além disso, observa-se que 45% das famílias não realizam a separação de nenhum tipo de lixo, evidenciando a necessidade urgente de políticas voltadas para o tratamento do lixo, como ressaltado por Jasinski (2010), diante da urgência de ações para garantir a sobrevivência das futuras gerações.

A próxima Figura apresenta o conhecimento dos entrevistados sobre a existência de algum programa direcionado à coleta, armazenamento ou tratamento do lixo urbano em sua cidade.

Figura 4 - O conhecimento da população sobre a existência de programas sobre coleta, armazenamento ou tratamento do lixo.

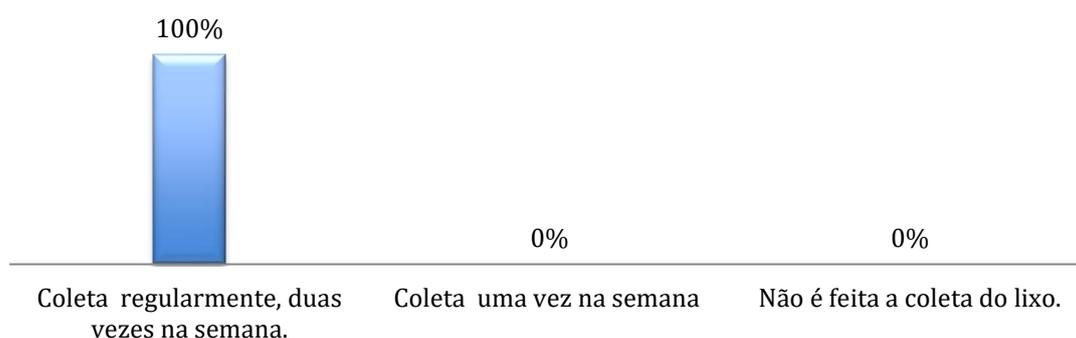


Fonte: Elaborado pelos autores.

O conhecimento da população sobre a coleta, armazenamento ou tratamento do lixo é bastante limitado, com apenas 5% dos entrevistados afirmando ter algum conhecimento nesse sentido, sobretudo em relação a práticas adotadas em outros locais. Observa-se um aproveitamento reduzido do lixo plástico na cidade, com exemplos como o uso de garrafas PET na fabricação de objetos decorativos para escolas e outras instituições públicas municipais. No entanto, prevalece o desconhecimento generalizado sobre qualquer forma de tratamento ou reciclagem de lixo, abrangendo 95% das famílias.

Na prática, o que se observa é apenas a coleta e o despejo no lixão, evidenciando a falta de políticas nessa área. A recorrência dos mesmos problemas na gestão de resíduos, seja pela ausência de políticas públicas ou pelo desconhecimento da sociedade sobre as questões relacionadas às cooperativas de reciclagem ou aos catadores, bem como a falta de engajamento das instituições públicas e privadas na promoção da reciclagem como fonte de emprego e renda, ressalta a necessidade do envolvimento de todos na busca por soluções que reduzam os impactos negativos no planeta em que vivemos. A Figura 5 apresenta o modo como é realizada a coleta na cidade.

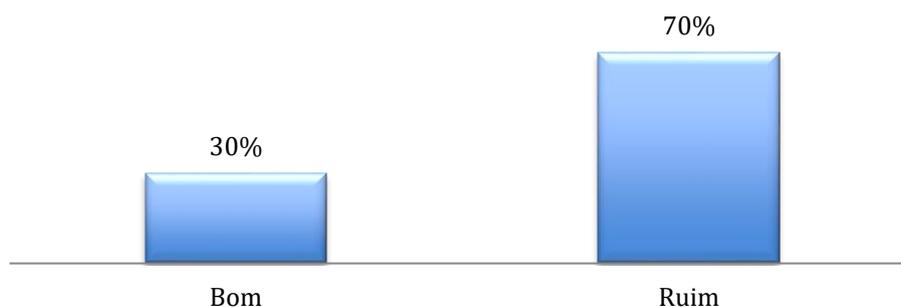
Figura 5 - Como é feita a coleta do lixo na cidade?



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Assim como foi afirmado no decorrer das questões abordadas, observa-se claramente que 100% dos entrevistados afirmaram que a coleta ocorre duas vezes por semana, como é comumente visto em cidades pequenas do entorno. Esta coleta é realizada por meio de caminhões que recolhem todo o tipo de resíduo e em seguida realizam o despejo no lixão, sem qualquer tipo de separação ou ordenação do lixo coletado. Isso evidencia a necessidade de implementar medidas para evitar os problemas ambientais causados pelo descarte inadequado de resíduos. Sobre a percepção dos moradores em relação ao tratamento dado ao lixo urbano da referida cidade, a Figura 6 apresenta a seguinte configuração:

Figura 6 - Definições dos moradores quanto ao tratamento dado ao lixo urbano da cidade.

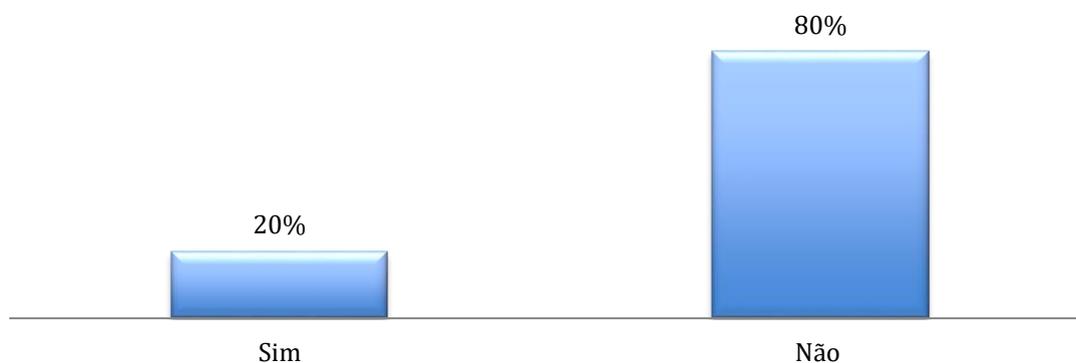


Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se que a maioria afirma ser ruim o tratamento dado ao lixo no município, o que justifica, segundo eles, os danos e males que o lixo tem proporcionado ao meio. Mesmo os aterros mais bem administrados e dotados com quadros técnicos de excelência são acometidos por sinistros como o transbordamento e infiltração do chorume no solo, escape de jatos de gás, confinamento ignorado de restos perigosos, escorregamentos, recalques, trincamentos, rupturas e muitas outras ocorrências não previstas pelos planos operacionais dessas obras de engenharia (Waldman, 2010).

Em seguida, pode-se observar a avaliação de cada participante sobre a conscientização da população acerca dos problemas e riscos causados pelo lixo, conforme demonstrado no Figura 7.

Figura 7 - Apresenta os dados sobre a existência de conscientização sobre os problemas e riscos que o lixo pode causar



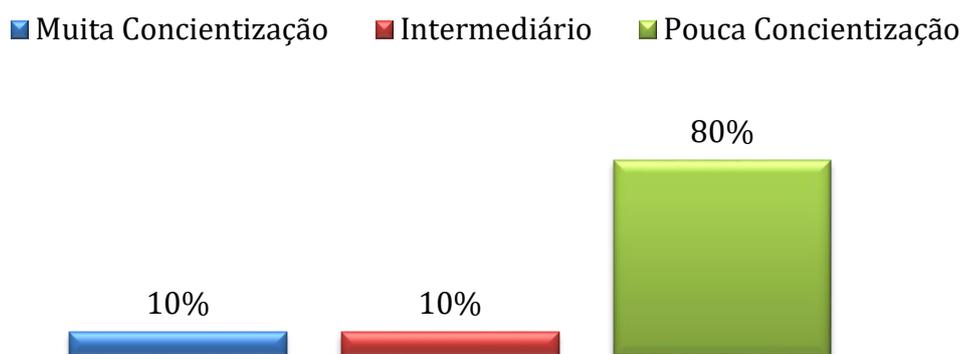
Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesse sentido, nota-se que a maioria dos entrevistados, representando 80%, relatou a ausência de políticas de conscientização ou programas que visem à informação da população sobre os danos causados pelo lixo. No entanto, é interessante notar que

dentro do grupo minoritário, ou seja, os 20% restantes, o tema é ativamente discutido no município. Isso se reflete nas medidas implementadas para combater o descarte de lixo em terrenos baldios, inclusive com punições aos proprietários que não mantêm seus terrenos limpos.

As próximas abordagens estão relacionadas à opinião dos entrevistados sobre o nível de conscientização de toda a população em relação aos riscos e problemas causados pelo lixo, conforme representado na Figura 8.

Figura 8 - Apresenta a opinião dos entrevistados sobre o nível de conscientização da população sobre os problemas e riscos do lixo



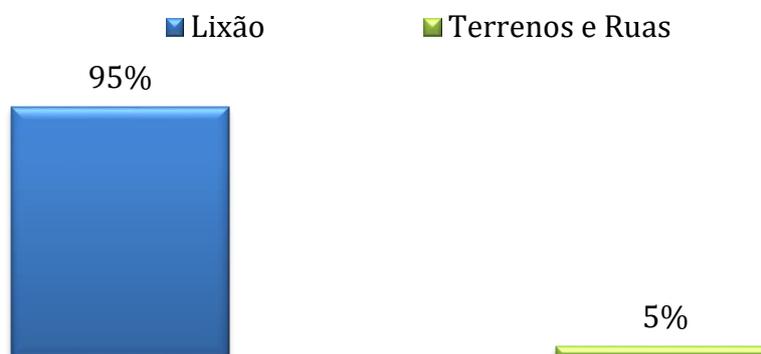
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Nessa questão, é apresentado um dos pontos mais importantes a serem abordados. Quando falamos sobre o despejo, descarte, sujeira e acúmulo de lixo em vias públicas e outras áreas da cidade, é fundamental destacar o papel da população em cuidar, evitar e cobrar das autoridades medidas para resolver os problemas do lixo na cidade. Trata-se de um problema que afeta a todos, já que cada pessoa contribui, direta ou indiretamente, descartando algum tipo de resíduo sólido. Os resíduos sólidos são aqueles que, após esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por meio de processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentam outra alternativa senão a disposição final ambientalmente adequada (Brasil, 2010).

Conforme evidenciado na Figura 8, 80% dos entrevistados afirmam que não há conscientização suficiente, o que torna ainda mais difícil resolver os problemas do lixo urbano na cidade. Se houvesse uma parceria entre a administração e os moradores para promover conscientização e evitar o despejo e descarte inadequados em terrenos, ruas e outros espaços urbanos, certamente a situação seria diferente.

A seguir (Figura 9), são apresentadas as informações baseadas nas opiniões dos entrevistados sobre os locais de maior acúmulo de lixo ou de resíduos provenientes das residências dentro da cidade.

Figura 9 – Quais os locais de maior acúmulo de lixo na cidade?



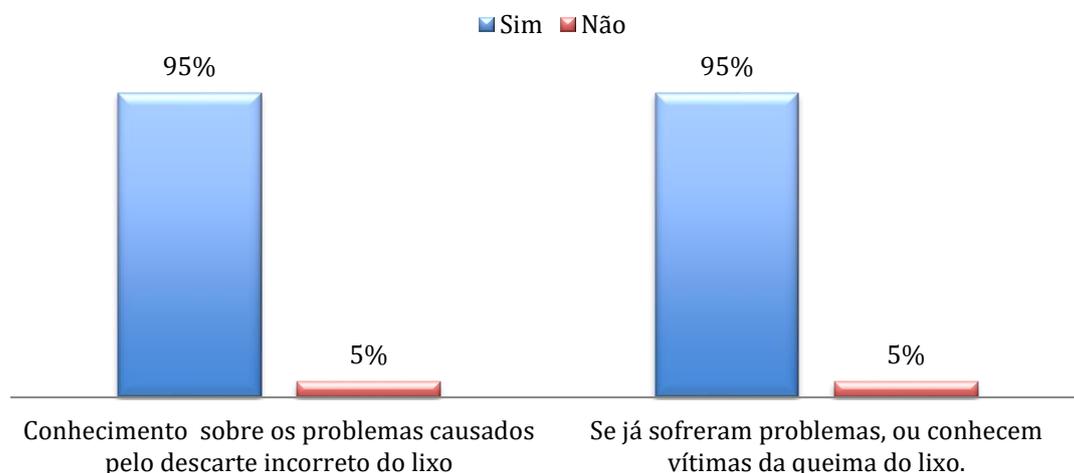
Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados desta pergunta deixam claro que, segundo os entrevistados, o local de maior acúmulo de lixo na cidade é o próprio lixão. Esta afirmação foi percebida em 95% das famílias. Apesar de apenas 5% mencionarem o acúmulo de lixo em ruas e terrenos da cidade, isso não significa que o problema da sujeira urbana esteja limitado a algumas áreas ou seja percebido apenas por uma minoria.

Trata-se de uma questão abrangente. Ao comparar as áreas da cidade onde o lixo se acumula com o lixão, compreende-se que este último deve ter um percentual muito maior. No entanto, ambos apresentam inúmeros problemas para a saúde humana, dos animais e do meio ambiente. Nos lixões, podem ocorrer outros problemas sociais, como a presença de animais e de catadores, que, na maioria dos casos, residem no local. Além disso, há riscos de incêndios causados pelos gases gerados pela decomposição dos resíduos e de deslizamentos, especialmente quando as pilhas de lixo se tornam muito íngremes sem critérios técnicos (Formas, 2010).

Quanto ao conhecimento dos problemas ou impactos ambientais causados pelo acúmulo de lixo ou pelo descarte irregular do lixo domiciliar, seja por experiência própria ou conhecendo alguém que tenha sofrido com isso, as afirmações dos participantes estão representadas na Figura 10.

Figura 10 - O conhecimento das famílias sobre os problemas causados pelo descarte incorreto do lixo e se já sofreram problemas, ou conhecem alguém que tenha sofrido com a queima do lixo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

No que diz respeito ao conhecimento dos entrevistados sobre os problemas causados pelo descarte incorreto de lixo urbano, 95% deles afirmaram ter esse conhecimento. Muitos justificaram que é mais comum perceber esses problemas durante as épocas de chuva, quando o lixo urbano é arrastado pelas águas dos riachos e chega até suas residências. Além disso, mencionaram que o lixo é levado até suas roças, afetando os criatórios de animais, que ingerem sacolas plásticas e acabam morrendo.

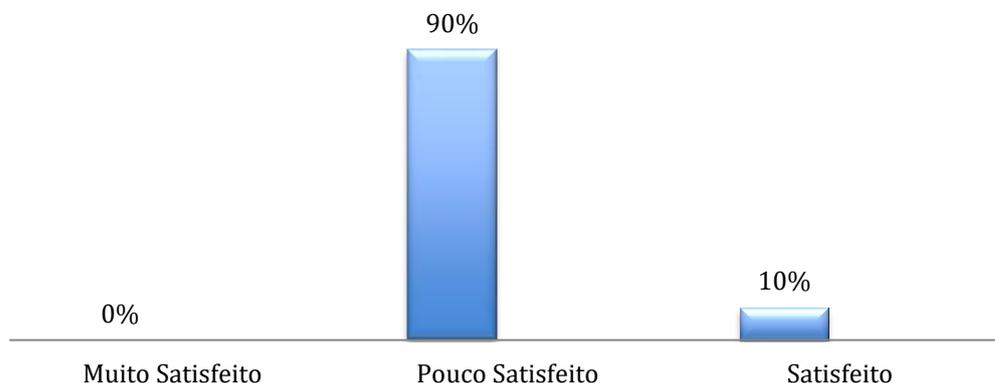
Quanto aos danos causados pela queima do lixo, 95% dos entrevistados disseram ter sofrido algum tipo de problema ou conhecer alguém que tenha passado por isso. Segundo as afirmações dos entrevistados, a queima do lixo gera mau odor e problemas respiratórios devido à fumaça proveniente do fogo. Nesse sentido, o tratamento é definido como uma série de procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja impedindo o descarte de lixo em locais inadequados, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável (Montagna, 2012).

Entretanto, o problema da carência de conhecimento sobre os danos que o lixo traz ao meio ambiente são extremamente preocupantes. Falta à sociedade acesso às políticas públicas voltadas para a educação ambiental, a coleta seletiva e o descarte correto desse lixo, como bem assevera Mesquita *et al.* (2018) *apud* Silva e Silva (2020) que “nos dias atuais o homem está se familiarizando cada vez mais aos assuntos voltados

à Educação Ambiental, no qual percebe que a conservação é valiosa para a sobrevivência”.

Ademais, a Educação Ambiental “é importante para todos os cidadãos sem exceção, e com o tempo foi surgindo oportunidades, no qual fez o ser humano se conscientizar e crescer buscando melhorias para a prática educativa relacionada à natureza”. (Sousa, Melo e Santos, 2017; *apud* Silva e Silva, 2020). Quanto ao grau de satisfação dos entrevistados em relação à coleta de lixo na cidade, as análises estão presentes na Figura 11:

Figura 11 - Qual o grau de satisfação dos entrevistados com a coleta do lixo na cidade?

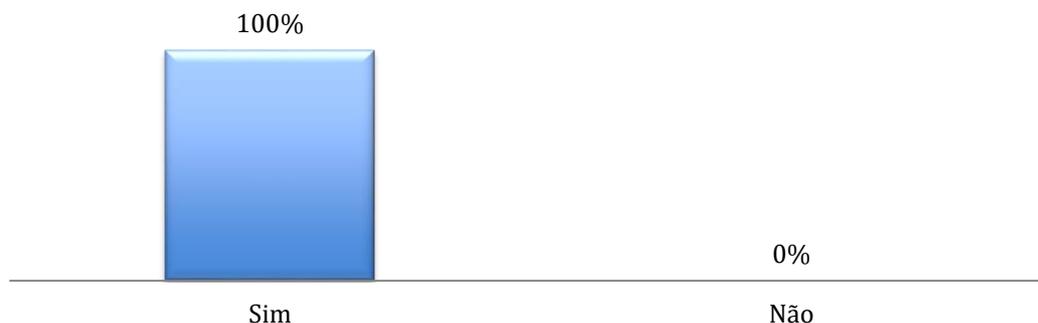


Fonte: Elaborado pelos autores.

Quando questionados sobre a satisfação com a coleta de lixo, percebe-se que 90% dos moradores não estão satisfeitos. Alguns entrevistados apontam que a coleta é realizada em longos intervalos de tempo e, muitas vezes, de maneira apressada. Além disso, é comum que o lixo seja coletado sem a devolução dos recipientes utilizados pelos moradores, o que agrava o problema. A prática de utilizar sacos apropriados para o descarte do lixo ainda é pouco difundida na cidade.

É evidente que ainda há muito a ser feito para garantir um tratamento adequado do lixo na cidade, incluindo o cumprimento das determinações estabelecidas em leis. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece definições, princípios, objetivos e instrumentos para a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos, além de delegar responsabilidades aos geradores, ao poder público e aos demais agentes envolvidos. Na Figura 12, são apresentadas algumas informações relacionadas ao destino dado ao lixo após a coleta realizada na cidade:

Figura 12 - Qual o destino do lixo após a coleta?



Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme destacam as informações apresentadas na Figura 12 é evidente que todos têm conhecimento sobre o destino do lixo no município. Como já descrito em questões anteriores, não há um tratamento específico para os resíduos, o que resulta no despejo de todos os tipos de lixo, provenientes de diversas fontes, no lixão da cidade. Este, por sua vez, encontra-se localizado em uma área um pouco afastada, desprotegida e sem qualquer tipo de cuidado. Neste sentido, Magalhães (2009) *Apud* Lamb (2021), afirma que “a produção de resíduos é intrínseca à condição humana” e que, mesmo descartado, ainda continua existindo. Além disso, este autor ainda alerta para a produção massiva de lixo doméstico que chega ao patamar de mais de dois milhões de toneladas por dia.

4 CONCLUSÃO

Assim, através deste estudo sobre os diversos aspectos inerentes ao condicionamento e descarte do lixo, bem como sobre as consequências trazidas ao meio ambiente, foi possível compreender que os danos causados ao meio ambiente são prejudiciais, porém podem ser evitados com aplicação de ações em dois polos: de um lado, a sociedade em geral que deve, ainda que por iniciativa própria respeitar o meio ambiente através da educação ambiental e de prática de coleta seletiva; do outro, o Estado com a disseminação de políticas públicas com foco na educação ambiental, descarte correto e coleta seletiva.

REFERÊNCIAS

- ABREU, E. F. **Queima de resíduos para geração de créditos de carbono**. In: SEMINÁRIO “INTERCÂMBIO E INVESTIMENTO MATO GROSSO/JAPÃO EM PROJETOS DE MDL E CRÉDITOS DE CARBONO”. Cuiabá: Federação das Indústrias de Mato Grosso, 2008.
- BATISTA, M. A. F. O impacto do lixo doméstico no meio ambiente. **Revista SL**, São Paulo, v. 5 n. 5, p. 493, 2019.
- BARROS, A. de J. P.; LEHFELD, N. A. de S. **Fundamentos de metodologia: um guia para a iniciação científica**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.
- BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências**. Diário oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 05/2021.
- FERREIRA, D. A. ROSOLEN, V. Disposição de resíduos sólidos e qualidade dos recursos hídricos no município de Uberlândia-MG. **Revista horizonte científico**. v. 7, n. 1, set. 2013.
- GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos: Impactos Socioambientais e Perspectiva de Manejo Sustentável com Inclusão Social**. *São Paulo 2012*.
- GORNI, A. A. Introdução aos Plásticos. **Revista plástico industrial**. 2003.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 05/2021.
- JASINSKI, E. G. **A reciclagem do lixo como fonte de renda**. 2010.
- LAMB, R. K. **Elementos terras raras, lixo doméstico e água potável: propostas para o ensino de química no novo ensino médio**. Dissertação de Mestrado. 137 f. Programa de Pós Graduação do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS. 2021. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/231920>. Acesso em: 05/2021.
- MAGRO DIONYSIO, L. G. BARBOSA DIONYSIO, R. **Lixo urbano: descarte e reciclagem de materiais**. 2009.
- MAGALHÃES, Ana Cláudia Ferreira. **A questão dos resíduos de serviços de saúde: uma avaliação da situação na Fundação Hospital Estadual do Acre**. 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento Regional, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, 2009.
- MESQUITA, A. N. S.; SANTOS, S. A.; SIQUEIRA, W. N.; CHAGAS, I. A. L. Educação Ambiental: a importância de incentivar os alunos do 8º ano a consciência ambiental voltada para coleta seletiva. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 27-29, 2018.

MILARÉ, E. **Direito do Ambiente**: doutrina, prática, jurisprudência, glossário. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012.

MUCELIN, C. A. BELLINI, M. **Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano**. Sociedade & Natureza. Uberlândia, v.20, n. 1, p. 111-124, jun. 2008.

PIMENTEL, A. K. S. ARAUJO, K. K. S. ROCHA, M. V. R. **Coleta seletiva em uma empresa de limpeza pública de Maceió (AL)**. Maceió 2011. Disponível em: <https://www.partes.com.br/2011/02/03/coleta-seletiva-em-uma-empresa-de-limpeza-publica-de-maceio-al/>. Acesso em: 05/2021.

RAMALHO, M. **Plásticos Biodegradáveis Provenientes da Cana de Açúcar**. São Paulo, Faculdade de Tecnologia da zona Leste, 2009, p. 33.

RIBEIRO, D. V. MORELLI, M. R. **Resíduos sólidos: problema ou oportunidade?** Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

RIBEIRO, J. W. ROOKE, J. M. S. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. Juiz de Fora, MG. 2010.

ROMÃO, W. SPINACÉ, M. A. S. DE PAOLI, M. A. Uma Revisão Sobre os Processos de Síntese, Mecanismos de Síntese, Mecanismos de Degradação e sua Reciclagem. Polímeros. **Ciências e Tecnologias**, v. 19, n. 2, p. 121-132, 2009.

SARDELLA, A. **Química: série novo ensino médio**. 5 ed. São Paulo: Editora Ática, 2003. 191p.

SILVA, C.C.; SILVA, F.P. da. Uma abordagem sobre a importância da interdisciplinaridade no ensino da Educação Ambiental na escola. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 4. p. 57-067, 2020.

SILVA, D. B.; LIMA, S. C. **Catadores de materiais recicláveis em Uberlândia - MG, Brasil**: estudo e recenseamento. Caminhos de Geografia. v. 8, n. 21, p. 82 - 98, 2008.

SOUSA, I. M.; M. S. e SANTOS, V. T. (2017). História e desenvolvimento da Educação Ambiental nas escolas. VI Workshop de Educação Ambiental Interdisciplinar. UNIVASF. **Anais do III COBEA I Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Interdisciplinar**. Juazeiro, BA, Brasil, 758-770. Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/534/253>. Acesso em: 05/2021.

TRIGEIRO, A. **Mundo Sustentável 2: novos rumos para um planeta em crise**. Globo Editora: Rio de Janeiro, 2012.

XAVIER, L. H.; CARDOSO, R.; MATOS, R.M.; ADISSI, P.J. **Legislação ambiental sobre destinação de resíduos sólidos: o caso das embalagens plásticas pós-consumo**. XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 6 a 8 de novembro de 2006

WALDMAN, M. **A civilização do lixo**. Entrevista. Revista IHU – Instituto Humanitas Unisinos, n. 410, p. 5-9, dez. 2010, São Leopoldo (RS). Edição especial sobre resíduos sólidos: A era do lixo.

CAPÍTULO 15

REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA DURANTE A PANDEMIA: PERCEPÇÕES DOS PROFESSORES DA REDE ESTADUAL EM PIO IX – PI

Carla Patrícia da Silva Carvalho
Giovanna Carvalho Sousa Silva
Davi da Silva
Taciana Oliveira de Sousa*

RESUMO

A presente pesquisa visou explorar a dinâmica do ensino de Química durante a pandemia, focando na adaptação dos professores ao sistema de aulas remotas decorrente da Covid-19. O objetivo principal foi compreender a percepção dos professores em relação ao modelo de ensino implementado pela Secretaria Estadual de Educação, especialmente quanto à importância das novas tecnologias nesse contexto. Adicionalmente, buscou-se analisar as metodologias utilizadas pelos professores nas aulas remotas e avaliar se receberam formação adequada para lidar com essas tecnologias. A pesquisa foi conduzida com cinco professores da rede estadual de ensino em Pio IX, utilizando uma abordagem quali-quantitativa. Os resultados revelam que todos os entrevistados se sentiram pressionados diante da nova metodologia, enquanto 60% indicaram que as aulas remotas apresentaram obstáculos na transmissão do conhecimento. Além disso, constatou-se que 60% dos professores utilizavam o computador como ferramenta principal no ensino remoto. Apesar dos desafios enfrentados, os professores relatam que o método adotado mostrou ser eficaz. No entanto, é importante destacar que todos eles expressaram preferência pelo ensino presencial. Esses achados apontam para a necessidade de investimentos em capacitação e suporte tecnológico para os professores, visando melhorar a qualidade do ensino remoto e garantir uma transição mais suave para futuras emergências.

Palavras-chave: Ensino Remoto. Experiência Docente. Adaptação Pedagógica.

* **Autor correspondente:** taciaana.sousa@ifma.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A pandemia originada pelo Coronavírus (SARS-CoV-2*) impactou significativamente diversos setores da sociedade, gerando incertezas, prejuízos e angústias (Garrido; Rodrigues, 2020). Além dos sintomas físicos, a disseminação do vírus influenciou comportamentos, levando as pessoas a se isolarem em suas residências, distanciando-se de familiares, colegas de trabalho e, no caso dos professores, do ambiente tradicional de ensino, como as salas de aula (Escobar, 2020; Oliveira; Lisbôa; Santiago, 2020; Falcão; Santos, 2021).

As medidas de prevenção, como o uso obrigatório de máscaras, higienização frequente das mãos e o emprego de álcool em gel, tornaram-se rotineiras na sociedade, assim como a adoção generalizada das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), refletindo o novo paradigma imposto pela pandemia (Henrique; Pesanha; Vasconcelos, 2020; Da Silva Santos; Cavalcante; Lima, 2023). No campo educacional, essas mudanças demandaram adaptações por parte de escolas, professores e alunos, visando garantir a continuidade do processo educativo (Bazhuni; Da Silva, 2020; Silva *et al.*, 2021).

Nesse contexto, destaca-se a necessidade de utilizar novas tecnologias como ferramentas pedagógicas, buscando facilitar a promoção do conhecimento, especialmente no ensino de disciplinas como Química (Rodrigues *et al.*, 2021). A dificuldade de compreensão dos conteúdos dessa área, conforme apontado por diversos pesquisadores, requer abordagens inovadoras e adaptadas à realidade dos estudantes (Maldaner, 1999; Leite; Costa, 2010; Rotta, 2016; Gomes *et al.*, 2017). O Ensino Remoto Emergencial tornou-se uma alternativa necessária para suprir a interrupção das aulas presenciais, exigindo dos professores o desenvolvimento de novas metodologias e habilidades tecnológicas (Sampaio, 2021).

A transição para o ensino remoto implicou desafios como a gravação de vídeos, a criação de atividades acessíveis a todos os alunos e a avaliação do aprendizado a distância (De Sousa; Miranda, 2020). Apesar das dificuldades iniciais, os professores demonstraram resiliência e capacidade de adaptação, reconhecendo a importância de incorporar as TDICs em sua prática pedagógica (Moreira; Henriques; Barros, 2020). A

* É o nome oficial dado ao novo coronavírus, que significa "severe acute respiratory syndrome coronavirus 2" (síndrome respiratória aguda grave de coronavírus 2). Ele recebeu essa nomenclatura por possuir grande semelhança com o vírus SARS-CoV, agente causador da epidemia de SARS, em 2002. (Filho, 2020).

utilização de plataformas digitais, videoconferências e recursos multimídia tornou-se uma realidade cotidiana nas aulas de Química, ampliando as possibilidades de ensino e aprendizagem (Santos; Ferreira, 2021).

Entretanto, é importante ressaltar que nem todos os professores se sentiram confortáveis com essa transição, evidenciando a necessidade de formação e suporte contínuos em tecnologia educacional (Marques, 2021). Ainda assim, a integração das TDICs revela um potencial transformador na qualidade do ensino, possibilitando uma maior flexibilidade no acesso aos conteúdos e uma relação diferenciada entre espaço e tempo de aprendizagem (Stefanello *et al.*, 2023).

Nesse contexto, surgiu a necessidade de avaliar a satisfação dos professores em relação aos resultados alcançados no ensino remoto, especialmente no que diz respeito à eficácia na transmissão de conteúdos complexos, como os da disciplina de Química. É importante explorar novas abordagens que incentivem o engajamento dos alunos e promovam uma aprendizagem significativa, levando em consideração as particularidades do cenário em questão. Este estudo se propõe a contribuir para essa discussão, analisando as práticas adotadas no ensino de Química durante a pandemia de Covid-19 e seu impacto no desempenho dos estudantes.

2 METODOLOGIA

Para consolidar o estudo se fez necessário recorrer a diversos tipos de pesquisa, visto que sua concretização demandou uma intensa busca por fontes de embasamento para se chegar aos objetivos propostos bem como discorrer com autores a respeito do tema abordado. Desta feita, a pesquisa foi classificada como quali-quantitativa, tendo em vista que essa modalidade de pesquisa “interpreta as informações quantitativas por meio de símbolos numéricos e os dados qualitativos mediante a observação, a interação participativa e a interpretação do discurso dos sujeitos (semântica)” (Silva; Knechtel, 2017).

A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio de plataformas como Google Acadêmico, SciELO, entre outras, com o intuito de acessar artigos e dissertações relacionados à temática abordada. Posteriormente, procedeu-se à leitura crítica desses materiais, visando compreender o ponto de vista dos autores sobre o ensino de Química durante a pandemia e apreciar os estudos realizados. Nesse contexto, é válido ressaltar a contribuição de Lakatos e Marconi (2003), os quais destacam que a pesquisa bibliográfica consiste em uma revisão abrangente dos principais estudos já conduzidos, sendo de

fundamental importância por fornecer dados atuais e relevantes relacionados ao tema em questão.

O estudo foi direcionado a cinco professores de Química lotados em uma unidade de ensino pública municipal ou estadual na cidade de Pio IX - PI. Devido à pandemia da Covid-19 e em conformidade com as diretrizes de segurança estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde, a pesquisa foi conduzida de maneira digital. Foi elaborado um questionário utilizando a plataforma *Google Forms*, contendo perguntas objetivas e subjetivas, juntamente com um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Para garantir o anonimato dos docentes, eles foram identificados como: K, W, X, Y, Z.

Esse questionário foi disponibilizado por meio de um link na plataforma *Whatsapp*. As questões abordadas no questionário são apresentadas na Tabela 1, proporcionando uma estrutura organizada para coleta de dados e análise das respostas dos participantes. A escolha de cinco professores se baseou na seleção de todos os docentes que lecionavam Química naquela unidade escolar, garantindo uma representação abrangente e específica do grupo de interesse. Essa abordagem permitiu uma análise detalhada das percepções sobre o ensino remoto de Química durante a pandemia, mantendo a pesquisa dentro de um cronograma viável e utilizando eficientemente os recursos disponíveis.

Tabela 1- Perguntas utilizadas no questionário com os professores de Química.

Ordem	Pergunta	Opção de resposta
1º	Possui conhecimento a respeito de tecnologias necessárias em sala de aula adquirido em disciplinas regulares do curso de formação acadêmica?	
2º	Teve alguma dificuldade de adaptação em sua prática de ensino ao iniciar as atividades por meio de aulas remotas?	*Livre
3º	Você se sentiu pressionado de alguma forma a se atualizar na aplicação das novas tecnologias para ministrar as aulas de Química?	
4º	A metodologia das aulas remotas atrapalhou ou facilitou a transmissão de conteúdos de Química?	
5º	Quais ferramentas metodológicas você utiliza no ensino de Química via aulas remotas?	
6º	As aulas remotas melhoraram a comunicação com seus alunos?	Múltipla escolha**
7º	As aulas remotas estão sendo uma experiência de aprendizagem eficaz em relação ao ensino de Química?	
8º	Enquanto professor de Química, o senhor (a) prefere lecionar de que forma (Remoto, presencial ou híbrido)?	

Fonte: Elaborada pelos autores. **Legenda:** *Resposta livre: Sem limitação de opções pré-definidas ou formatos específicos; **Múltipla escolha: Os participantes podem escolher uma única opção entre um conjunto de opções.

O questionário foi elaborado como um conjunto de estímulos estrategicamente planejados para incentivar os participantes a fornecerem uma ampla gama de informações. Essa abordagem visa facilitar a expressão abrangente das experiências e percepções dos sujeitos envolvidos, por meio de questões complementares que enriquecem a compreensão do tópico em estudo (Rey, 2005). Adicionalmente, a condução da pesquisa de campo proporcionou várias vantagens, incluindo a coleta abrangente de dados sobre o assunto em questão, os quais podem ser analisados e aproveitados por outros pesquisadores para diferentes propósitos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados revela um perfil demográfico e profissional significativo no contexto educacional. A maioria dos entrevistados é do sexo feminino (60%) e se identifica como pardos (60%). Essa representatividade de gênero e raça pode contribuir para uma maior diversidade e inclusão nas instituições de ensino, promovendo uma abordagem mais holística e sensível às diferentes experiências dos alunos (Marçal, 2019).

Em relação à experiência profissional, é notável que a maioria dos participantes (60%) possui mais de 5 anos de atuação na área educacional. Isso sugere uma estabilidade relativa no corpo docente, com potencial para trazer um conhecimento profundo da prática pedagógica e um entendimento sólido das necessidades dos alunos ao longo do tempo (Cruz; Farias; Hobold, 2020).

Quanto à formação acadêmica, constatou-se que 60% dos professores possuem especialização, enquanto 40% têm apenas graduação. Esse alto índice de professores com especialização pode refletir uma busca crescente por qualificação e aprimoramento profissional, o que pode resultar em um corpo docente mais capacitado para enfrentar os desafios da educação contemporânea (Freitas; Pacífico, 2020).

É relevante destacar também que a maioria dos professores (60%) trabalha 20 horas semanais, o que pode indicar uma distribuição equilibrada entre trabalho e vida pessoal, potencialmente contribuindo para a satisfação profissional e, conseqüentemente, para a qualidade do ensino (Biolim *et al.*, 2019).

No entanto, é preocupante observar que 80% dos professores são contratados como substitutos. Essa alta proporção pode sugerir uma instabilidade na contratação ou retenção de professores efetivos, o que pode ter conseqüências negativas para a continuidade e consistência do ensino, bem como para o desenvolvimento profissional dos próprios substitutos (De Moura; Segundo; De Aquino, 2021).

Os docentes de Química no âmbito da rede estadual de ensino, de forma unânime, afirmaram deter conhecimento acerca das tecnologias essenciais em sala de aula, obtido por meio de disciplinas regulares em seus respectivos cursos de formação acadêmica, no entanto a totalidade dos participantes reportou enfrentar desafios durante o período de transição para o ensino remoto, evidenciando a complexidade associada à adaptação a novas modalidades de instrução.

Godoy e colaboradores (2020) conduziram um estudo semelhante com professores de Educação Física. Nesta pesquisa, os autores queriam identificar os desafios e as aprendizagens dos professores universitários de Educação Física relacionados ao ensino remoto durante a pandemia da COVID-19, bem como as expectativas em relação ao ensino pós-pandemia. Isso foi realizado por meio de um grupo local com professores universitários de instituições privadas. Os resultados indicaram que os professores enfrentaram diversos desafios nos processos de adaptação, descoberta, experimentação, na utilização de novas ferramentas tecnológicas, nas novas estratégias metodológicas e nas novas formas de relacionamento com os alunos.

No que diz respeito à atualização na aplicação de novas tecnologias para a condução de aulas de Química, todos os professores reconheceram sentir uma pressão significativa nesse sentido. Essa uniformidade nas respostas sugere a existência de uma expectativa generalizada e uma conscientização coletiva sobre a importância da constante atualização tecnológica para aprimorar as práticas pedagógicas específicas ao ensino da disciplina em questão (Rangel; Bedin; Del Pino, 2019; Ortiz. Krause; Santos, 2019; Da Silva, Dos Santos, 2020).

Segundo (Mercado, 1999), “Na formação de professores, é exigido que saibam incorporar as Novas Tecnologias no processo de aprendizagem [...]” entretanto, ao se deparar com a situação, a pandemia da Covid-19, os docentes sentiram dificuldade na adaptação para as aulas remotas “[...] isto é, práticas pedagógicas mediadas por plataformas digitais, como aplicativos com os conteúdos, tarefas, notificações e/ou plataformas síncronas e assíncronas como *Teams (Microsoft)*, *Google Class*, *Google Meet*, *Zoom*” (Gomes, 2020). A constatação de dificuldades na adaptação ao ensino remoto por parte dos professores de Química pode ser atribuída, em parte, ao fenômeno comum de estranhamento associado a mudanças significativas (Rondini; Pedro; Dos Santos Duarte, 2020). A necessidade de um período de ajuste é compreendida, especialmente em um contexto pandêmico caracterizado por incertezas (Pereira *et al.*, 2022)

Adicionalmente, a identificação dessas dificuldades pode refletir a possibilidade de uma abordagem superficial no tratamento das novas tecnologias durante o curso de formação acadêmica em que a aplicação prática desses conhecimentos pode não ser devidamente enfatizada (Silva, De Faria; Almeida, 2018). A falta de exigência concreta para a utilização das novas tecnologias durante o estágio, um momento crucial para a aplicação prática da teoria, também pode contribuir para a lacuna entre o conhecimento teórico adquirido e a prática efetiva no ambiente de ensino (De Camargo Júnior, 2018).

Para Garcia (1999, p. 26):

“A Formação de Professores é a área de conhecimentos, investigação e de propostas teóricas e práticas que, no âmbito da Didática e da Organização Escolar, estuda os processos através dos quais os professores – em formação ou em exercício – se implicam individualmente ou em equipe, em experiências de aprendizagem através dos quais adquirem ou melhoram os conhecimentos, competências e disposições, e que lhes permite intervir profissionalmente no desenvolvimento do seu ensino, do currículo e da escola, com o objetivo de melhorar a qualidade da educação [...]” (Garcia, 1999).

O trecho ressalta a importância da Formação de Professores no contexto da Didática e da Organização Escolar. Segundo o autor, esta área abrange tanto os aspectos teóricos quanto práticos relacionados aos processos pelos quais os professores, tanto em formação quanto em exercício, se engajam em experiências de aprendizagem para adquirir ou aprimorar conhecimentos, competências e disposições. Destaca-se que essa formação não é apenas individual, mas também pode ocorrer de forma colaborativa, em equipe (Carvalho, 2005; Janerine; Quadros, 2021). É necessário capacitar os profissionais da educação para intervirem de maneira mais eficaz no desenvolvimento do ensino, do currículo e da escola, visando à melhoria da qualidade da educação (Minozzo; Cunha; Machado Spíndola, 2016).

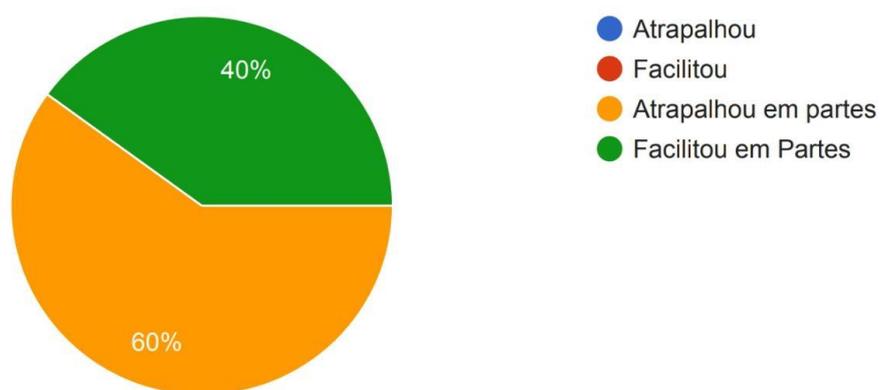
Neste contexto, é pertinente considerar a relevância que a formação docente tem diante de desafios, um deles foi o de aulas remotas durante a pandemia (Costa; Nascimento, 2020). A adaptação às novas formas de ensino requer não apenas habilidades técnicas para lidar com as ferramentas digitais, mas também uma compreensão sólida dos princípios pedagógicos subjacentes à prática educativa (Silus; Castro Fonseca; Jesus, 2020).

Dessa forma, a formação contínua dos professores se torna ainda mais crucial, pois é através dela que os educadores podem desenvolver as competências necessárias para enfrentar os desafios impostos, promovendo assim uma educação de qualidade

mesmo em tempos adversos (Mendes, 2005; Kuenzer, 2011; Machado; Bilessimo; Da Silva, 2021).

Na Figura 1, são apresentadas as percepções dos docentes quanto à facilidade e/ou complexidade inerentes à aplicação da metodologia de aulas remotas. Este componente visual propicia uma análise dos desafios e das oportunidades enfrentados pelos educadores no contexto da transição para o ensino a remoto emergencial.

Figura 1 - Percepção dos professores sobre a metodologia das aulas remotas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os dados revelam que 60% dos professores indicaram que a nova metodologia apresentou parcial interferência, enquanto 40% perceberam facilitação parcial. Dessa forma, é possível inferir que a impactação da metodologia não se revelou integralmente positiva ou negativa, dada a ausência de marcações em ambas as extremidades. Todavia, observa-se que a maioria dos respondentes concordou que a metodologia de aulas remotas implicou em obstáculos parciais, sugerindo uma inclinação predominante para impactos desfavoráveis.

No estudo intitulado "O Uso de Tecnologias Digitais no Processo de Ensino Durante a Pandemia da COVID-19", conduzido por Rocha e colaboradores (2020), o foco central recaiu sobre a utilização das tecnologias digitais durante o período pandêmico. A abordagem metodológica empregou um questionário contendo perguntas tanto abertas quanto fechadas, o qual foi distribuído a professores de diferentes níveis de ensino. A análise das respostas revelou diversas dificuldades, como os obstáculos relacionados ao acesso das tecnologias digitais por parte dos estudantes e as limitações enfrentadas pelos professores ao articular seu emprego no processo de ensino. Notavelmente, a maioria dos docentes também indicou não ter sido exposta a tais desafios durante sua formação inicial.

Entretanto, pontos positivos também emergiram, incluindo o conhecimento adquirido pelos professores sobre novas tecnologias digitais e a ocorrência de aprendizado informal entre colegas.

Ao abordar os desafios inerentes à transmissão de conteúdos em ambientes virtuais, os docentes compartilharam suas experiências, identificando pontos específicos que emergiram como particularmente desafiadores nesse contexto.

K: Ciências da Natureza”.

W: “Estudo de estruturas orgânicas, resolução de cálculos, pelas suas complexidades”.

X: “As aulas práticas como: separação de misturas, testando hipóteses, reações para determinar ácidos e bases entre outras que envolvam a prática”.

Y: “Conteúdo que requer cálculo, como por exemplo, balanceamento de equações, química orgânica, são questões que necessitam que você faça passo a passo com o aluno, que você explique, refaça, de certa forma remotamente não tem muito proveito”.

Z: “Química orgânica pra mim foi um dos conteúdos em que eu tive mais dificuldade devido à falta de estrutura, pois na química orgânica tem muitos detalhes importantes a ser explicado”.

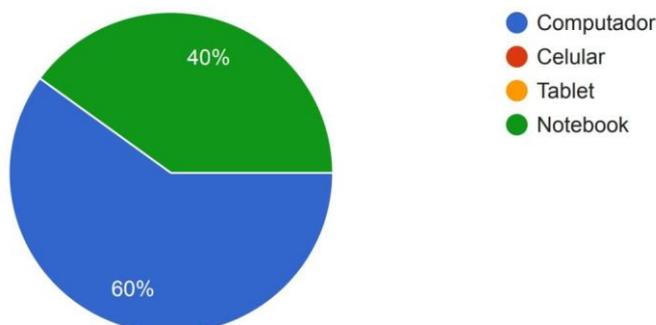
Constatou-se que os tópicos mais desafiadores para abordagem em aulas remotas foram identificados como Química Orgânica e conteúdo que envolvem cálculos. Os participantes justificaram essa dificuldade ao apontarem que tais conteúdos demandam uma dedicação mais intensa por parte dos professores, muitas vezes exigindo explicações passo a passo e, ainda assim, necessitando de revisitação. Neste contexto, conforme salientado por Libanêo (1994), para assegurar a assimilação ativa, é imperativo que o docente antecipe os objetivos de ensino, exponha de forma clara o conteúdo, e promova a ativação dos conhecimentos prévios dos alunos, instigando o interesse na compreensão do material novo.

Outro elemento mencionado foi o desafio associado às aulas práticas, as quais desempenham um papel crucial ao instigar no aluno um interesse mais profundo pelo conteúdo, promovendo questionamento, pensamento crítico e o desenvolvimento de habilidades diversas. No contexto do ensino remoto, a realização dessas atividades práticas é comprometida pela ausência do aluno em contato direto com a experiência, transformando, assim, uma aula prática em uma mera aula teórica.

As representações gráficas a seguir oferecem uma análise das ferramentas metodológicas mais amplamente utilizadas no ensino remoto de Química (Figura 2) e

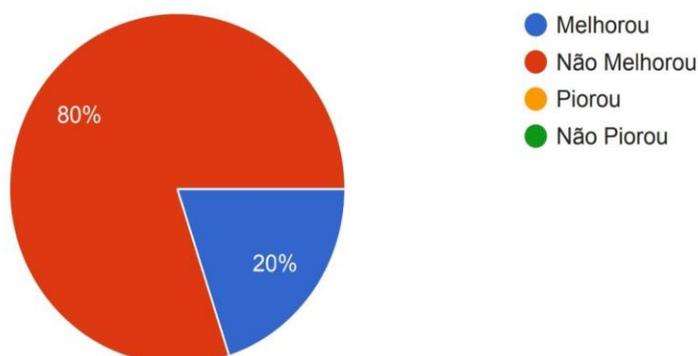
examinam as opiniões dos docentes acerca da comunicação entre aluno e professor (Figura 3).

Figura 2 - Principais ferramentas metodológicas no ensino remoto de Química.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3 - Percepções dos professores sobre a comunicação aluno-professor no contexto das aulas remotas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme evidenciado na Figura 2, constatou-se que aproximadamente 60% dos respondentes utilizam computadores, enquanto 40% optam por notebooks. Este cenário sugere uma preferência geral pelo emprego de computadores como ferramenta principal para a condução de aulas on-line, considerando o notebook como uma variante de computador portátil. No que concerne à comunicação entre os docentes e seus alunos, conforme representado na Figura 3, a análise indica que uma expressiva maioria, correspondente a 80% dos entrevistados, relatou que a interação aluno-professor não experimentou melhorias, enquanto apenas 20% afirmaram uma melhoria notável. Portanto, infere-se que, a comunicação não manifestou aprimoramentos substanciais, embora também não tenha evidenciado uma deterioração perceptível.

Todos os professores de Química entrevistados convergem na afirmação de que as aulas remotas têm se revelado eficazes no processo de ensino-aprendizagem durante o contexto pandêmico. Em uma análise complementar, Vercelli (2020) ao investigar a percepção dos discentes em um Programa de Mestrado Profissional em Educação, oferece um contraponto esclarecedor. A autora destaca que as aulas remotas foram altamente positivas, preservando a qualidade equiparável às aulas presenciais. O estudo revela, ainda, aspectos benéficos como o estreitamento da relação entre professores e alunos, otimização do tempo para estudo e realização de outras atividades, garantia da continuidade dos estudos, economia nos deslocamentos e na alimentação, delineando um avanço significativo para o cenário educacional.

A preferência dos professores de Química da rede estadual de ensino em Pio IX-PI em relação às modalidades de ensino revelou-se uma temática de interesse. A análise das inclinações desses educadores entre os formatos remoto, presencial e híbrido demonstrou que, apesar da eficácia percebida em suas abordagens durante o período pandêmico, todos expressaram uma clara preferência pelo ensino presencial.

Nesse contexto, a eficácia do método adotado pelos professores de Química durante a pandemia reflete a capacidade adaptativa e o comprometimento desses profissionais diante dos desafios impostos pelo cenário de distanciamento social. A escolha por estratégias que se mostraram eficazes demonstra não apenas a resiliência desses educadores, mas também a busca contínua pela qualidade no processo de ensino-aprendizagem, mesmo em circunstâncias adversas.

Entretanto, a preferência unânime pelo ensino presencial entre os professores entrevistados ressalta a importância do contato direto e da interação face a face no ambiente educacional. Essa predileção sugere que, apesar das adaptações bem-sucedidas ao ensino remoto, os profissionais ainda valorizam os benefícios intrínsecos ao ambiente presencial, como a comunicação imediata, a construção de vínculos mais estreitos com os alunos e a vivência conjunta em sala de aula. Essa dicotomia entre a eficácia de métodos adotados e a preferência pelo formato presencial destaca a complexidade das decisões educacionais em tempos de transformações significativas no paradigma educacional.

4 CONCLUSÃO

O estudo destacou que os professores de Química da rede estadual em Pio IX, em sua maioria, constituem um grupo experiente e qualificado, buscando constantemente

aprimoramento por meio de especializações. Foi observado que esses professores foram expostos ao tema das Novas Tecnologias de Ensino durante sua formação acadêmica, porém enfrentaram dificuldades ao aplicar essas habilidades no contexto atual. Além de dominar novas ferramentas, eles tiveram que desenvolver metodologias para tornar as aulas on-line mais atraentes e acessíveis. Este estudo ressalta a importância das Novas Tecnologias na educação durante a pandemia, apesar das dificuldades encontradas.

REFERÊNCIAS

BAZHUNI, R. F.; DA SILVA, L. R. Ações de docência na pandemia: desafios e oportunidades com as novas tecnologias digitais. **Revista Carioca de Ciência, Tecnologia e Educação**, v. 5, n. especial, p. 101-103, 2020.

BIROLIM, M. M.; MESAS, A. E.; GONZÁLEZ, A. D.; SANTOS, H. G. DOS; HADDAD, M. DO C. F. L.; ANDRADE, S. M. DE. Trabalho de alta exigência entre professores: associações com fatores ocupacionais conforme o apoio social. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S.L.], v. 24, n. 4, p. 1255-1264, abr. 2019.

CARVALHO, J. M. O não-lugar dos professores nos entrelugares de formação continuada. **Revista Brasileira de Educação**, [S.L.], n. 28, p. 96-107, abr. 2005.

COSTA, A. E. R.; NASCIMENTO, A. W. R. DO. Os desafios do ensino remoto em tempos de pandemia no Brasil. **Anais VII CONEDU-Edição Online. Campina Grande: Realize Editora**, 2020.

COSTA, A. L. P. DA. Computadores e linguagens nas aulas de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 153-156, dez. 2010.

CRUZ, G. B. da; FARIAS, I. M. S. de; HOBOLD, M. de S. Indução profissional e o início do trabalho docente: debates e necessidades. **Revista Eletrônica de Educação**, [S. l.], v. 14, p. e4149114, 2020.

DA SILVA SANTOS, R. B.; CAVALCANTE, F. S.; LIMA, R. A. Os desafios e as contribuições das TDICs para o ensino no contexto da pandemia de COVID-19: uma revisão sistemática de literatura. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 3, p. 1215-1231, 2023.

DA SILVA, C. M. B.; DOS SANTOS, E. O. Formação continuada do professor do ensino médio integrado: concepções e importância. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, n. 18, p. e9281-e9281, 2020.

DE CAMARGOS JÚNIOR, A. P. Formação docente e uso de TDICS na educação básica. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 9697-9704, 2019.

DE MOURA, L. R.; SEGUNDO, M. das D. M.; DE AQUINO, C. A. B. Do docente efetivo ao docente uberizado: a precarização contratual do professor no Brasil. **Trabalho & Educação**, v. 30, n. 3, p. 67-85, 2021.

DE SOUZA, D. G.; MIRANDA, J. C. Desafios da implementação do ensino remoto. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 4, n. 11, p. 81-89, 2020.

ESCOBAR, A. L. A interiorização da pandemia: potenciais impactos em populações em situação de vulnerabilidade na Amazônia. **NAU social**, v. 11, n. 20, p. 137-143, 2020.

FALCÃO, P. P. H. L.; SANTOS, M. DE F. DE S. O Home office na pandemia do Covid19 e os impactos na saúde mental. **Rev. Bras. Psicoter**, v. 23, p. 63-78, 2021.

FILHO, C. **Coronavírus, SARS-CoV-2, COVID-19: saiba o que é cada termo.** Reportagem. 2020. Disponível em: <https://www.minhavidacom.br/saude/materias/36108-coronavirus-sars-cov-2-covid-19-saiba-o-que-e-cada-termo>. Acesso em: Fevereiro/2021.

FREITAS, S. L.; PACÍFICO, J. M. Formação continuada: um estudo colaborativo com professores do ensino médio de Rondônia. **Interações (Campo Grande)**, [S.L.], p. 141-153, 28 jan. 2020.

GARCÍA, C. M. **Formação de Professores. Para uma mudança educativa.** Porto: Porto Editora, 1999.

GARRIDO, R. G.; RODRIGUES, R. C. Restrição de contato social e saúde mental na pandemia: possíveis impactos das condicionantes sociais. **Journal of health & biological sciences**, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2020.

GODOI, M.; BERALDO KAWASHIMA, L.; DE ALMEIDA GOMES, L.; CANEVA, C. O ensino remoto durante a pandemia de covid-19: desafios, aprendizagens e expectativas dos professores universitários de Educação Física. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e4309108734, 3 out. 2020.

GOMES, C. A.; MATHIAS, M. DA S.; BARBOSA, L. T. C.; RAMOS, C. DO N.; BARCELLOS, P. S.; HYGINO, C. B.; MARCELINO, V. DE S. Uso de metodologias problematizadoras em aulas de química: uma proposta na formação inicial. **Scientiatic**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 116-132, 30 jun. 2017.

GOMES, C. A.; MATHIAS, M. DA S.; BARBOSA, L. T. C.; RAMOS, C. DO N.; BARCELLOS, P. S.; HYGINO, C. B.; MARCELINO, V. DE S. Uso de metodologias problematizadoras em aulas de química: uma proposta na formação inicial. **Scientiatic**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 116-132, 30 jun. 2017.

GOMES, H. **Como o Google quer fazer você esquecer do Zoom para videoconferências.** Publicado em 29 de abril de 2020. Disponível em: <file:///C:/Users/Windows%2010%20Pro/Downloads/9251-Texto%20do%20artigo-25201-1-10-20200704.pdf> acesso em 31 de maio de 2021.

HENRIQUES, C.; PESSANHA, M.; VASCONCELOS, W. Crises dentro da crise: respostas, incertezas e desencontros no combate à pandemia da Covid-19 no Brasil. **Estudos avançados**, v. 34, p. 25-44, 2020.

JANERINE, A. DE S.; QUADROS, A. L. DE. A REFLEXÃO COLETIVA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES: uma experiência no curso de Licenciatura em Química da UFVJM. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [S.L.], v. 23, p. 1-16, fev. 2021.

KUENZER, A. Z. A formação de professores para o Ensino Médio: velhos problemas, novos desafios. **Educação & Sociedade**, [S.L.], v. 32, n. 116, p. 667-688, set. 2011.
LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo, Atlas 2003.

LEITE, L. M.; ROTTA, J. C. G. Digerindo a Química Biologicamente: a ressignificação de conteúdos a partir de um jogo. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 38, n. 1, p. 12-19, 2016.

LIBANÊO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez Editora. 2017.

MACHADO, L. R.; BILESSIMO, S. M. S.; BENTO DA SILVA, J. Competências digitais no ensino remoto: novos desafios para formação docente. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 10, n. 2, 2021.

MALDANER, O. A. A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de química. **Química Nova**, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 289-292, abr. 1999.

MARÇAL, L. Igualdade de gênero no ambiente escolar. **Revista Educação Pública**, v. 19, n. 21, p. 17, 2019.

MARQUES, R. O professor em trabalho remoto no contexto da pandemia da covid-19. **Boletim de conjuntura (BOCA)**, v. 6, n. 16, p. 06-14, 2021.

MENDES, B. M. M. Formação de professores reflexivos: limites, possibilidades e desafios. **Linguagens, Educação e Sociedade**, [S. l.], n. 13, p. 37-45, 2005.

MERCADO, L. P. L. **Formação Continuada de Professores e as Novas Tecnologias**. Maceió. 1999.

MINOZZO, L. C.; CUNHA, G. F.; MACHADO SPÍNDOLA, M. A importância da formação para a utilização das tecnologias de informação na prática pedagógica dos professores de ciências. **Revista Interdisciplinar de Ciências Aplicadas**, [S. l.], v. 1, pág. 22-25, 2016.

MOREIRA, J. A. M.; HENRIQUES, S.; BARROS, D. Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia. **Dialogia**, [S.L.], v. 1, n. 34, p. 351-364, 3 jun. 2020.

OLIVEIRA, M. A. M.; LISBÔA, E. S. DOS S.; SANTIAGO, N. B. Pandemia do coronavírus e seus impactos na área educacional. **Pedagogia em ação**, v. 13, n. 1, p. 17-24, 2020.

ORTIZ, J. DE L. DA R.; KRAUSE, J. C.; SANTOS, A. V. DOS. A formação continuada no processo de atualização de professores de física: Formação para o Software

Tracker. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, n. 23, p. 90-99, 2019.

PEREIRA, C. A.; LOPES, W. S.; CARVALHO, P. F. S.; BEZERRA, M. D. A.; DA SILVA MOTA, B. A. Ensino remoto na contabilidade: dificuldades e adaptações dos professores e estudantes na pandemia. **Revista Mineira de Contabilidade**, v. 23, n. 2, p. 56-70, 2022.

RANGEL, F. Z.; BEDIN, E.; DEL PINO, J. C. Dicumba-uma metodologia para o Ensino de Química: avaliação, tendência e perspectiva. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–XIENPEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN**, 2019.

REY, F. L. G. **Pesquisa qualitativa e subjetividade: os processos de construção da informação**. São Paulo, SP: Thomson. 2005.

ROCHA, F. S. M. da; LOSS, T.; ALMEIDA, B. L. C.; MOTTA, M. S.; KALINKE, M. A. O Uso de Tecnologias Digitais no Processo de Ensino durante a Pandemia da CoViD-19. **Interacções**, [S.L.], v. 55, p. 58-82, 30 dez. 2020.

RODRIGUES, N. C.; SOUZA, N. R.; PATIAS, S. G. O.; CARVALHO, E. T. DE; CARBO, L.; SANTOS, A. F. DA S. Recursos didáticos digitais para o ensino de Química durante a pandemia da Covid-19. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 1-17, 8 abr. 2021.

RONDINI, C. A.; PEDRO, K. M.; DOS SANTOS DUARTE, C. Pandemia do covid-19 e o ensino remoto emergencial: mudanças na práxis docente. **Interfaces Científicas-Educação**, v. 10, n. 1, p. 41-57, 2020.

SAMPAIO, I. M. A educação a distância e o ensino emergencial em tempos de pandemia: a alternativa do ensino remoto e outras variantes. **Revista Educação e Políticas em Debate**, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 1037-1053, 1 out. 2021.

SILUS, A.; CASTRO FONSECA, A. L.; JESUS, D. L. N. Desafios do ensino superior brasileiro em tempos de pandemia da Covid-19: repensando a prática docente. **Liinc em Revista**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. e5336, 2020.

SILVA, F. T. M.; KUBRUSLY, M.; PEIXOTO JUNIOR, A. A.; VIEIRA, L. X. S. DA SILVA; AUGUSTO, K. L. Adaptações e repercussões nas vivências em escola de ensino híbrido durante a pandemia por Sars-CoV-2. **Revista Brasileira de Educação Médica**, [S.L.], v. 45, n. 2, p. 1-5, 2021.

SILVA, G. G. R.; DE FARIA, A. V.; ALMEIDA, P. V. A Formação de Professores para o uso das TDIC: uma visão crítica. **Simpósio Tecnologias e Educação a Distância no Ensino Superior**, v. 1, n. 1, 2018.

SILVA, G. L. F. KNECHTEL, Maria do Rosário. Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada. Curitiba: Intersaberes, 2014. **Práxis Educativa**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 531–534, 2017.

STEFANELLO, F.; VARGAS, V. B.; VIEIRA, J. DE A.; JUNGES JUNIOR, M. L. USO DAS TDIC NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO DO CAMPO DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19. *Vivências*, [S.L.], v. 19, n. 38, p. 101-115, 1 jan. 2023.

VERCELLI, L. C. A. **Aulas remotas em tempos de Covid-19**: a percepção de discentes de um programa de mestrado profissional em educação. *Revista ambiente educação*. São Paulo: Universidade Cidade de São Paulo, v. 13, n. 2, p. 47-60 Mai/Ago 2021.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Rusbene Bruno Fonseca de Carvalho



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

de complexos de inclusão com ciclodextrinas, bem como sobre o uso de metodologias alternativas para o Ensino de Química.

Lívia Fernanda Nery da Silva



Graduada em Licenciatura Plena em Língua Inglesa pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI) (1994), mestra em Educação pela UFPI (2005) e doutorado em Ciências da Comunicação pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (2013). Atualmente é professora Associada I da Universidade Federal do Piauí e diretora do Centro de Educação Aberta e a Distância (CEAD/UFPI). Tem experiência na área de Educação e Comunicação, com ênfase em Educação, mídias, EaD e processos de ensino e aprendizagem digitais.

Lívio Cesar Cunha Nunes



Graduado em Farmácia pela Universidade Federal do Ceará (1996), habilitação em Indústria Farmacêutica pela Universidade Federal do Ceará (1997), Mestrado (2000), Doutorado (2008) em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal de Pernambuco e pós-doutorado (2012) em tecnologia farmacêutica pela Universidade de Coimbra - Portugal. Professor Associado do Curso de Farmácia da Universidade Federal do Piauí, membro permanente do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas e Ciências dos Materiais - Mestrado e Doutorado (UFPI) e do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia - Doutorado (UFPI/RENORBIO). Bolsista de Produtividade em

Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora - DT nos períodos de 2013-15 e 2017- atual. Superintendente da Fadex (Fundação de Apoio da UFPI e do IFPI) abril de 2016 a novembro de 2019. Foi Diretor Técnico-Científico da FAPEPI 2019-20. Coordenador da Câmara Técnica em Inovação da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí - FAPEPI. Editor Chefe do Boletim Informativo Geum (ISSN 2237-7387) e Membro da Associação Brasileira de Editores Científicos - ABEC. Tem experiência na área de tecnologia farmacêutica e desenvolvimento de produtos, com ênfase em produção e controle de medicamentos e correlatos. Atua principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento tecnológico de medicamentos e correlatos, empreendedorismo e propriedade intelectual. Professor da disciplina de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia. Chefe da Unidade de Apoio a Ambientes de Inovação-UFPI.

SOBRE OS AUTORES

Adriano Gomes de Castro

Pesquisador e professor do magistério superior no departamento de Química da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Professor no curso Lato Sensu especialização em ensino de química e suas tecnologias do Centro de Educação Aberta e a Distância (CEAD) da UFPI, bacharel com atribuições tecnológicas em Química (UFPI), Mestre em Química (UFPI) e Doutor em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Alice de Sousa Monteiro

Graduada em Licenciatura em Química (2022) pelo CEAD/UFPI.

Ana Raquel da Costa Carvalho

Graduada em Licenciatura em Ciências da Natureza (2019) pelo CEAD/UFPI.

Antonia Amanda Cardoso de Almeida

Doutora em Biotecnologia pela Rede Nordeste de Biotecnologia, Área: Química (2013-2017) com período sanduíche na Universidade de Coimbra, Portugal. Mestre em Ciências Farmacêuticas na UFPI (2012-2013). Graduada em Licenciatura plena em Química pela UFPI (2008-2012). Atual como professora-tutora no curso de Licenciatura em Química (2014-2016) e em Ciências da Natureza (2017). Desenvolve pesquisa na área de Farmacologia com ênfase em Neuroquímica e em ensino de Química. Atualmente é professora efetiva no Estado do Ceará.

Antonio Diheyllon de Brito Gomes

Graduado em Licenciatura em Química (2022) pelo CEAD/UFPI.

Arthur Francisco de Paiva Alcântara

Doutor em Química pela UNICAMP e Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI). Possui trabalhos relacionados ao Ensino de Química/Ciências na educação básica, à Química de Materiais (Cerâmicas Tradicionais e Avançadas) e à síntese Moléculas Entrelaçadas baseada na transferência de carbenos promovida por Co(II) e Ru(II)porfirinatos. Atualmente desenvolve pesquisas relacionadas à obtenção de hidrogéis aplicados à agricultura.

Carla Patricia da Silva Carvalho

Possui graduação em Licenciatura em Química (2021) pelo CEAD/UFPI.

Daniella dos Santos Silva

Graduada em Secretariado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Bacharel em Enfermagem pela Universidade Paulista (UNIP), Especialista em Enfermagem em Cardiologia e Hemodinâmica pelo Instituto Facuminas EaD LTDA.

Davi da Silva

Graduado em Licenciatura e Bacharelado em Química pela Universidade Regional de Blumenau (FURB), Mestre e Doutor em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina. No período de fevereiro de 2008 a fevereiro de 2011 foi bolsista DCR/CNPq/FAPEPI, junto a UFPI, desenvolvendo atividades de ensino e pesquisa. De 2011 ao atual sou Professor 40 horas (DE) - iniciando com a Classe Adjunto e atual Associado III. Coordenou o curso de Licenciatura em Química CEAD/UFPI, na Universidade Federal do Piauí no período de julho de 2013 a julho de 2017. Possui experiência na área de química, com ênfase em mecanismo de reações orgânicas, energia alternativa (biodiesel), produtos naturais e desenvolvimento de novos materiais em síntese

e caracterização de polímeros semicondutores, blendas a base de polímeros naturais, polímeros conjugados, gomas de exsudatos e Educação e Ensino de Química.

David dos Reis Silva Filho

Graduado em Licenciatura em Química (2022) pelo CEAD/UFPI e em Farmácia pela Faculdade Christus. Além disso, possui Especialização em Farmácia Clínica e Prescrição Farmacêutica (2022). Atualmente, está integrado ao grupo BioNanoLab, vinculado ao Instituto de Química e Recursos Naturais (IQRN-Utalca) da Universidade de Talca, no Chile, onde realiza seu Doutorado.

Denise Silva Catuaba

Graduada em Licenciatura em Química (2022) pelo CEAD/UFPI.

Elisangela França Soares

Graduada em Bacharelado em Gastronomia e Segurança Alimentar pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Tem experiência na área de ciência e tecnologia de alimentos, com ênfase em bioquímica, microbiologia e enzimologia aplicada e produção de moléculas bioativas.

Eurivaldo Sales Leal

Graduado em Licenciatura em Química (2022) pelo CEAD/UFPI.

Florisvaldo Clementino Santos Filho

Possui graduação em Licenciatura Plena em Química pela UFPI (2008) e mestrado em Programa de Pós-graduação em Química pela UFSCar (2010) e doutorando pela UFPI pelo Programa de Pós-Graduação em Química. Atualmente, é Professor Assistente, classe A, da Universidade Federal do Piauí do CEAD. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química, atuando principalmente nos seguintes temas: ensino de química, meio ambiente, análises físico-químicas, química de produtos naturais, práticas voltadas para o Ensino de Ciências e Educação do Campo.

Francisca das Chagas Alves da Silva

Graduada em Licenciatura em Química pelo IFPI (2006), Mestrado em Ensino de Ciências/Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Atualmente cursa doutorado em Química seguindo a linha de pesquisa Ensino de Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG). É professora do IFPI, Campus Campo Maior, onde atua como professora da educação básica, técnica e tecnológica (EBTT). Coordenou o subprojeto Química do Programa Institucional de bolsas de Iniciação à Docência - PIBID (2014-2018). Tem experiência na área de ensino de Química principalmente nos temas: Formação de Professores, Divulgação Científica e Alfabetização Científica.

Francisco Mayron de Sousa e Silva

Graduado em Fisioterapia pela Centro Universitário do Piauí (UNIFAPI) e atualmente é doutorando em Ciências Farmacêuticas na UFPI. Membro ativo do grupo de pesquisa vinculado ao Laboratório de Inovação Tecnológica e Empreendedorismo em Medicamentos e Correlatos (LITE), sob a coordenação do Professor Dr. Lívio César Cunha Nunes. Além disso, obteve o título de mestre em Engenharia de Materiais no IFPI. Possui especializações em Saúde Coletiva no Instituto Brasil de Ensino (IBRA) e em Mentoria para a Educação Profissional no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES). Atuou como docente universitário na área de Fisioterapia na Saúde da Família e Comunidade, compartilhando experiência acadêmica para a formação de novos profissionais. Integrou várias iniciativas educacionais, incluindo a tutoria do Curso Técnico em Vigilância em Saúde com Ênfase no Combate às

Endemias, em colaboração com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Participa de pesquisas em áreas relevantes, como produtos naturais.

Francisco Renan Clementino Santos

Graduado em Licenciatura Plena em Química (2008) pela UFPI. Atualmente, atua como professor de Química no ensino médio da rede pública de ensino do estado do Piauí na Unidade Escolar Cazuza Barbosa, localizada no município de Altos – PI desde 2018 e como Professor de Química no Ensino Médio da rede pública de ensino do estado do Maranhão no Centro de Ensino João Paulo I, localizada no município de Matões – MA desde 2012.

Giovanna Carvalho Sousa Silva

Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) - Campus Timon. Além disso, é especialista em Educação de Jovens e Adultos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia e tem uma especialização em Informática na Educação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Raimundo das Mangabeiras – MA. Tem participado ativamente do grupo de pesquisa Núcleo de Investigação Aplicada às Ciências (NIAC), vinculado ao CNPq e certificado pelo IFMA. Atuou na Iniciação Científica pesquisado na área de Doenças Tropicais Negligenciadas e Química dos Produtos Naturais. Destaca-se sua contribuição como bolsista da FAPEMA no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC e como bolsista do CNPq no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - PIBID. Atualmente, encontra-se cursando o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Piauí, onde também é membro ativo do grupo de pesquisa Laboratório de Inovação Tecnológica e Empreendedorismo em Medicamentos e Correlatos (LITE).

Hellen Isnádia Teixeira Nolêto

Técnica em Química pelo IFMA (2018), graduanda em Química pela UFPI (2024). Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) nos períodos de 2021-2023. Tem experiência na área de materiais avançados, com ênfase em produção hidrogéis para aplicação na agricultura, tem experiência na análise físico-química de alimentos.

Ilany Moura Luz

Graduada em Licenciatura em Química (2021) pelo CEAD/UFPI.

Inês Maria de Souza Araújo

Graduada em Licenciatura em Química (2009) e Mestrado em Química (Físico-Química-2012) pela UFPI. Doutorado em Biotecnologia pela Rede Nordeste de Biotecnologia - RENORBIO (2017) área de concentração em Biotecnologia em Recursos Naturais (Bioprospecção, Biodiversidade e Conservação). Atualmente é professora do Quadro Efetivo da Universidade Federal do Piauí, desenvolvendo atividades no Centro de Ciências da Educação/CCE. É líder do Grupo de Pesquisa BioTecNature registrado no CNPq atuando na linha de pesquisa em caracterização e análises químicas de recursos naturais. Possui experiência na área de Química, Produtos Naturais, Gomas Naturais, Eletroquímica, Síntese Química, Ensino de Química, Química dos Alimentos, desenvolvimento de novos produtos e Estágio Supervisionado.

Íngride Alves da Silva

Graduada em Licenciatura em Química pelo CEAD/UFPI. Pós-graduanda no ensino de ciências e matemática pelo Instituto Federal do Piauí (IFPI).

Izaias Coelho de Sousa

Graduado em Licenciatura em Química (2021) pelo CEAD/UFPI.

Jarbas Soares de Mesquita Junior

Graduado em Química pela UFPI (2003) e em Biomedicina pela Unicesp (2010), além de Doutorado em Biotecnologia pelo Renorbio - UFPI (2021). Tem experiência na área de processos industriais (incineração, galvanização, produção de bebidas, geração de vapor e resfriamento, Tratamento de Resíduos Laboratoriais, E.T.E, E.T.A, etc), obras de saneamento, P&D em processos de tratamento de resíduos e efluentes, tratamento de chorume, compostagem de resíduos sólidos por via enzimática e docência em ensino superior.

João Victor dos Santos Nascimento

Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Campus Teresina Central e técnico em saneamento, Campus Teresina Zona Sul ambos pelo IFPI.

Juciely Carvalho Maia Mota

Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela UFPI. Especialista em gerenciamento de recursos ambientais pelo IFPI. Graduada em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo IFPI-campus Teresina. Especialista em Libras com Docência do Ensino Superior (FAEMA). Graduada em Letras Inglês pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI). Docente efetiva do IFPI onde atua nos programas de nível Técnico, Graduação e Pós-Graduação. Atual coordenadora do curso Técnico em Meio Ambiente - Integrado (IFPI – Campus Valença do Piauí).

Jurandy do Nascimento Silva

Pesquisador e Professor do magistério superior no Departamento de Química (UFPI), Professor-tutor no curso de Licenciatura em Química (UFPI/CEAD), Graduado em Licenciatura em Química (UESPI), Mestre em Ciências Farmacêuticas (UFPI) e Doutor em Biotecnologia (UFPI).

Laurian Edivânia Gomes de Lima

Graduado em Licenciatura em Química (2021) pelo CEAD/UFPI.

Layany da Silva

Graduado em Licenciatura em Química (2021) pelo CEAD/UFPI.

Layse Policarpo Moita da Silva

Bacharel em Psicologia (2008) pela Faculdade Santo Agostinho (FSA), Especialização em Neuropsicologia (2009) pelo IBPEX e em Terapia Cognitivo Comportamental na Faculdade Christus (2011). Atualmente, atua como Psicóloga Clínica no Espaço Multidisciplinar SER e Psicóloga Escolar no Faculdade iCEV. Atua como professor no Curso de Direito, Administração e Engenharia de Software da Faculdade iCEV, Mestranda em Intervenção Psicológica no Desenvolvimento e na Educação pela Universidad Europea del Atlántico.

Leanne Silva de Sousa

Graduada em Licenciatura em Química pelo IFPI (2009). Especialista em docência do ensino superior pela UESPI. Doutorado e Mestrado em Química Inorgânica pela UFPI. Atualmente é professora e coordenadora de pesquisa, pós-graduação e inovação do IFPI (Campus Valença do Piauí). Tem experiência na área de Química, com ênfase em química inorgânica e ensino de química, atuando principalmente nos seguintes temas: química dos alimentos, antioxidantes naturais e sintéticos, óleos vegetais, energias renováveis, biodiesel e práticas pedagógicas no ensino de química.

Lívio Cesar Cunha Nunes

Graduado em Farmácia pela Universidade Federal do Ceará (1996), habilitação em Indústria Farmacêutica pela Universidade Federal do Ceará (1997), Mestrado (2000), Doutorado (2008) em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal de Pernambuco e pós-doutorado (2012) em Tecnologia Farmacêutica pela Universidade de Coimbra - Portugal. Professor Associado do Curso de Farmácia da Universidade Federal do Piauí, membro permanente do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas e Ciências dos Materiais - Mestrado e Doutorado (UFPI) e do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia - Doutorado (UFPI/RENORBIO). Bolsista de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora - DT nos períodos de 2013-15 e 2017- atual.

Marcia Letícia de Sousa Ramalho

Graduada no curso de Letras - Língua Portuguesa e Literatura de Língua Portuguesa/UFPI. Atualmente cursa Especialização em Gestão, supervisão e coordenação escolar-FAVENI e Especialização em Letramento e Alfabetização - FAVENI com previsão para finalizar em 2022. Possui qualificação em Alfabetização Baseada na Ciência-Sealf-AVAMEC; Processos de Orientação Educacional e Profissional- PMEP-AVAMEC e Educação Profissional: Estrutura e Possibilidades Formativas-PMEP-AVAMEC. Possui experiência em Coordenação em Educação Infantil e Ensino Fundamental I. Professora de reforço escolar.

Maria Edna de Sá

Graduada em Licenciatura em Química (2021) pelo CEAD/UFPI, Pós-graduada *lato sensu* em metodologia do Ensino de Química pelo Centro Universitário Faveni (2023). Exerce a função de professora de Química na Escola Estadual CETI Nossa Senhora do Patrocínio, desde 2021.

Marinaldo Sousa de Carvalho

Graduado em Licenciatura Plena em Química pela UFPI (1998), mestrado em Química Orgânica (Síntese) pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) (2001), doutorado em Química Orgânica (Síntese) pela UNICAMP (2007) e Especialização em Engenharia Elétrica na área de Energia Solar (2022). Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química Orgânica (Síntese e transformações químicas de grupos funcionais), atuando principalmente nos seguintes temas: Terpenos (abietanos, labdanos e esclerodanos) e Glicosídeos (glicosídeos cianogênicos). Conhecimentos em RMN de ^1H e ^{13}C , infravermelho e espectrometria de massas. Entre 2006 e 2007 realizou trabalho relacionado à análise de águas de formação de Campos de Petróleo via projetos CTPetro. Durante este tempo participou de inúmeros congressos regionais, nacionais e internacionais com apresentação de vários trabalhos. Entre 2007 e 2008 foi professor/pesquisador DCR no IFPI. De janeiro de 2009 à julho de 2015, foi pesquisador e professor adjunto, com dedicação exclusiva, lotado no Departamento de Química da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Possui publicações em periódicos nacionais e internacionais de classificação Qualis A. Desde agosto de 2015 é professor adjunto e atualmente associado II, lotado no CEAD/UFPI. Em dezembro de 2022, concluiu o curso de Especialização em Engenharia Elétrica, na área de Energias Renováveis no Centro de Tecnologia/UFPI. Exerce ainda na mesma Instituição as seguintes funções: Membro do Colegiado do curso de Licenciatura em Química, modalidade à distância, membro da Comissão Própria de Avaliação Institucional da UFPI (CPA Central/UFPI), Membro da Comissão Especial do Ensino de Graduação à Distância do CEAD/UFPI. Membro da Comissão de Elaboração de Minuta de Resolução sobre a Inserção da Extensão na grade curricular dos cursos de graduação da UFPI. Integrante do Comitê PIBEX/UFPI, vinculado à Pró-Reitoria de Extensão e Cultura. Pesquisador Responsável pelas Matrizes Forrozeiras do Estado do Piauí, onde culminou com o reconhecimento junto ao IPHAN Nacional das "Matrizes Forrozeiras como Patrimônio Cultural e Imaterial do Brasil".

Milton Batista da Silva

Graduado em Licenciatura Plena em Química pela UFPI (1999) e Mestrado em Química pela UFPI (2002). Doutor em Ciências, área de concentração em Química Analítica pela Universidade Federal de São Carlos. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química Analítica, atuando principalmente nos seguintes temas: Meio ambiente, Análise por injeção em fluxo, e Multicomutação. Atualmente é Coordenador do curso de Licenciatura em Química na modalidade EAD no CEAD/UFPI e Licenciatura em Química – PRIL.

Nickolly Ellen de Amorim Santos

Graduada em Licenciatura em Química pelo CEAD/UFPI e em Biomedicina pela UFPI, pós-graduada em docência no ensino superior pela Christus Faculdade do Piauí.

Polyana de Sousa Ferreira

Graduada em Licenciatura em Química (2022) pelo CEAD/UFPI.

Rafael do Nascimento Silva

Graduando em Bacharelado em Química pela UFPI. Tem experiência em quimiometria e química computacional, com aplicação na geoquímica orgânica, experiência em dispositivos de sensoriamento portáteis e de baixo custo, atuando principalmente na fabricação de dispositivos eletroquímicos portáteis em plataforma de papel para análises de monitoramento e diagnóstico *point-of-care*.

Roméio Alves Carvalho da Silva

Graduado em Licenciatura em Química pelo IFPI (2009), mestrado em Química com ênfase em Química Orgânica pela UFPI (2012) e doutorado em Química com ênfase em Química Orgânica pela UFC (2016). Atualmente é Professor do IFPI - Campus Piriipiri. Tem experiência na área de Ensino de Química, Química de Produtos Naturais e Biotransformações, atuando principalmente nos seguintes temas: práticas pedagógicas em química, concepções alternativas em Química, isolamento e purificação de substâncias orgânicas, óleo essencial, ensaios antioxidantes, citotóxicos e biocatálise. Atualmente é o líder do Núcleo de Pesquisas em Ensino de Ciências e Matemática do IFPI - Campus Piriipiri.

Rusbene Bruno Fonseca de Carvalho

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

Taciana Oliveira de Sousa

Graduação em Licenciatura em Química pelo IFPI (2010), Mestrado em Química Orgânica pela UFPI (2012). Professora de Química do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico no IFMA - campus Timon. Professora Tutora a Distância de Química do CEAD/UFPI. Atualmente faz pesquisa na área de Ensino de Química e Ensino Inclusivo.

Tallyta Nogueira Fernandes

Atualmente cursa Doutorado em Química na UFPI. Mestre em Química e Bacharel em Química com atribuição tecnológica pela UFPI. Trabalhou na empresa Babcoall na cidade de Teresina, com ênfase no controle de qualidade e melhoramento de produtos. Tem experiência em determinação e quantificação de analitos no Laboratório de Analítica da Universidade Federal do Piauí. Trabalha no Laboratório de Biodiesel e Materiais na Universidade Federal do Piauí em pesquisas envolvendo polímeros naturais e entrega de fármacos, Síntese e caracterização de catalizadores heterogêneos ferromagnéticos aplicados a produção de biodiesel. Participou de eventos locais e regionais, bem como monitoria de disciplinas. Atuou como professora formadora no programa Pronatec na modalidade MedioTec e ministrou disciplinas de Química Industrial no curso de Química da UFPI.

Tatiana de Sousa Araújo

Graduada em Letras pela UFPI, em pedagogia Centro Universitário Internacional (UNINTER) e direito pela Faculdade de Tecnologia do Piauí (FATEPI). Especialista em Tecnologias Digitais e Novas Educações pelo IFPI. Atualmente, é professora da Educação Básica e professora tutora de cursos superior a distância.

Wesley Fernandes Araújo

Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela UFPI, Campus Ministro Petrônio Portela - Prodema/UFPI (2021). Especialista em Gestão Empresarial pelo Instituto de Estudos Empresariais - IEMP / Instituto de Ciências Jurídicas e Sociais Prof. Camilo Filho (2019). Possui Graduação em Ciências Econômicas pela UFPI, Campus Ministro Reis Velloso (2014).

Wiury Chaves de Abreu

Professor efetivo de Química do IFMA em regime de Dedicção Exclusiva desde 2015. Doutor em Química Inorgânica pela Universidade Federal do Piauí (2019). Mestre em Química Inorgânica pela UFPI (2014). Graduado em Licenciatura em Química pela UFPI (2011). Pesquisador na área de Química Inorgânica, com ênfase em nanocatalisadores para oxidação de álcoois e catalisadores para síntese de biodiesel.



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ