UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

DOI: https://doi.org/10.14483/23464712.23661

GÓNDOLA
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Resultado de Investigación

ESTUDO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA QUALIDADE DE ÁGUA EM ÁREA DE RESSACA NO MUNICÍPIO DE SANTANA-AP: SUA RELAÇÃO COM OS CONTEÚDOS DO ENSINO MÉDIO

STUDY OF THE PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS OF WATER QUALITY IN A FLOODPLAIN AREA IN THE MUNICIPALITY OF SANTANA-AP: ITS RELATIONSHIP WITH HIGH SCHOOL CURRICULUM CONTENT

ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN UNA ZONA RESACA (HUMEDAL) DEL MUNICIPIO DE SANTANA-AP: SU RELACIÓN CON LOS CONTENIDOS DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Robério Araújo de Souza Júnior*, **Natália Eduarda da Silva****

Souza Júnior, R. A., Silva, N. E. (2026). Estudo dos parâmetros físico-químicos da qualidade de água em área de ressaca no município de Santana-AP: sua relação com os conteúdos do ensino médio. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, *21*(3), *e-23661*. https://doi.org/10.14483/23464712.23661

Resumo

As áreas de ressacas, como são denominadas no estado do Amapá, Brasil, desempenham um papel crucial na preservação ambiental, sendo ecossistemas que acumulam água natural e abrigam uma rica fauna e flora, além de servirem como locais de reprodução para animais aquáticos. Contudo, a ocupação humana nessas áreas tem provocado mudanças ambientais significativas, afetando a qualidade da água e prejudicando os organismos aquáticos, o que agrava problemas como inundações sazonais e a contaminação hídrica. Este estudo, realizado no município de Santana, Amapá, teve como objetivo avaliar a qualidade da água em uma área de ressaca, utilizando parâmetros físico-químicos como Oxigênio Dissolvido, pH, Sólidos Totais, Temperatura e Turbidez, em conformidade com as normas da resolução CONAMA 357/05. A pesquisa foi desenvolvida com alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola pública do município, por meio de aulas expositivas que abordaram os conceitos e métodos de análise, além das possíveis consequências das alterações nos parâmetros da água. A avaliação do aprendizado dos alunos foi feita por meio de questionários, tanto abertos quanto fechados, aplicados antes e depois das aulas, o que possibilitou comparar os conhecimentos adquiridos sobre o tema e sua aplicação aos conteúdos de química do currículo. A metodologia adotada favoreceu uma aprendizagem mais contextualizada e dinâmica, conectando teoria e prática e destacando a

* Graduado em Licenciatura em Química – IFAP. Brasil. araujojunior1469@gmail.com – ORCID https://orcid.org/0009-0000-5615-3581

** Mestre em Ciências ambientais - UNIFAP. Instituto Federal do Amapá – IFAP. Brasil. natalia.silva@ifap.edu.br -ORCID https://orcid.org/0009-0000-0306-7268.

Recibido: Mayo 29 de 2025, aceptado: Julio 17 de 2026

importância da preservação ambiental. Ao integrar os conceitos físico-químicos com a realidade local, o estudo não apenas contribuiu para a compreensão dos alunos sobre a qualidade da água, mas também os aproximou das questões ambientais que impactam diretamente suas comunidades, além de reforçar o ensino de Química através da análise das áreas de ressaca.
Palavras-chave: qualidade da água; interdisciplinaridade; ensino médio; preservação ambiental

Abstract
The floodplain areas, as they are called in the state of Amapá, Brazil, play a crucial role in environmental preservation, being ecosystems that accumulate natural water and host a rich fauna and flora, in addition to serving as breeding grounds for aquatic animals. However, human occupation in these areas has caused significant environmental changes, affected water quality and harming aquatic organisms, which exacerbates issues such as seasonal flooding and water contamination. This study, conducted in the municipality of Santana, Amapá, aimed to assess water quality in a floodplain area, using physicochemical parameters such as Dissolved Oxygen, pH, Total Solids, Temperature, and Turbidity, in accordance with the norms of CONAMA resolution 357/05. The research was carried out with second-year high school students from a public school in the municipality, through expository lessons that covered concepts and analysis methods, as well as the possible consequences of changes in water parameters. The students' learning was evaluated through questionnaires, both open and closed, applied before and after the lessons, allowing for a comparison of the knowledge acquired on the subject and its application to the chemistry content of the curriculum. The methodology adopted promoted a more contextualized and dynamic learning experience, connecting theory with practice and highlighting the importance of environmental preservation. By integrating physicochemical concepts with the local reality, the study not only contributed to students' understanding of water quality but also brought them closer to the environmental issues directly affecting their communities, as well as reinforcing the teaching of Chemistry through the analysis of floodplain areas.
Keywords: water quality; interdisciplinary; high school; environmental preservation

Resumen
Las áreas de resaca (humedales), como se denominan en el estado de Amapá, Brasil, desempeñan un papel crucial en la preservación ambiental, siendo ecosistemas que acumulan agua natural y albergan una rica fauna y flora, además de servir como lugares de reproducción para los animales acuáticos. Sin embargo, la ocupación humana en estas áreas ha provocado cambios ambientales significativos, afectando la calidad del agua y perjudicando los organismos acuáticos, lo que agrava problemas como inundaciones estacionales y contaminación hídrica. Este estudio, realizado en el municipio de Santana, Amapá, tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua en un área de resaca, utilizando parámetros físico-químicos como Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Totales, Temperatura y Turbidez, de acuerdo con las normas de la resolución CONAMA 357/05. La investigación se desarrolló con estudiantes del segundo año de secundaria de una escuela pública del municipio, a través de clases expositivas que

abordaron los conceptos y métodos de análisis, así como las posibles consecuencias de las alteraciones en los parámetros del agua. La evaluación del aprendizaje de los estudiantes se realizó mediante cuestionarios, tanto abiertos como cerrados, aplicados antes y después de las clases, lo que permitió comparar los conocimientos adquiridos sobre el tema y su aplicación a los contenidos de química del currículo. La metodología adoptada favoreció un aprendizaje más contextualizado y dinámico, conectando la teoría con la práctica y destacando la importancia de la preservación ambiental. Al integrar los conceptos físico-químicos con la realidad local, el estudio no solo contribuyó a la comprensión de los estudiantes sobre la calidad del agua, sino también los acercó a los problemas ambientales que impactan directamente sus comunidades, además de reforzar la enseñanza de la Química a través del análisis de las áreas de resaca.
Palabras Clave: calidad del agua; interdisciplinariedad; escuela secundaria; preservación del medio ambiente

1. Introdução

A denominação de ressaca, como é chamada no estado do Amapá, Brasil, significa áreas de baixos que sofrem a influência das marés do Rio Amazonas (TAKIYAMA, 2012). As áreas de ressacas são espaços destinados para acumulação natural de água, sendo reservatório quando ocorre o fenômeno das chuvas, tendo características como a preservação da fauna e flora e o meio de reprodução de animais aquáticos e a diminuição da temperatura.

À medida que as mudanças climáticas se tornam mais evidentes e o desmatamento continua, aliada à falta de escoamento adequado da água, agravam-se as inundações sazonais em várias regiões. Como resultado, os moradores enfrentam riscos associados à contaminação da água, convivem com a presença de lixo em excesso e enfrentam inundações sazonais frequentes, que podem favorecer a ocorrência de doenças como dengue, malária e leptospirose, entre outras associadas às condições ambientais inadequadas (MOURA; LANDAU; FERREIRA, 2016).

A ocupação desses espaços e a consequente contaminação da água tem gerado preocupações ambientais significativas, principalmente em razão dos impactos sobre a qualidade dos recursos hídricos, a preservação dos ecossistemas locais e a saúde da população exposta a este ambiente com baixa qualidade ambiental. A análise dos parâmetros físico-químicos para determinar a qualidade da água nessas áreas revelou-se essencial para verificar se os índices atendem aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (Brasil, 2005).

As análises dos parâmetros físico-químicos foram realizadas nos laboratórios de Química Geral e Orgânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá (IFAP), considerando os seguintes parâmetros de qualidade de água: oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), sólidos totais, temperatura e turbidez. As amostras utilizadas foram coletadas em uma área de ressaca localizada no município de Santana, Amapá, Brasil. A partir dos resultados obtidos, foi possível realizar a quantificação e comparação dos dados com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA n°357/2005, possibilitando uma avaliação das características físico-químicas da água analisada.

A partir dos resultados dos parâmetros físico-químicos, foi possível obter informações para a quantificação e a comparação dos dados com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Dessa forma, a aula expositiva possibilitou apresentar aos alunos os conceitos, os

procedimentos de análise dos parâmetros avaliados e as possíveis consequências de suas alterações, contribuindo para a compreensão das propriedades físico-químicas da água.

Além da relevância ambiental, a temática da qualidade da água apresenta grande potencial para o ensino de Química, pois permite relacionar conceitos científicos com situações presentes no cotidiano dos estudantes. A utilização de problemáticas ambientais locais como objeto de estudo favorece uma abordagem contextualizada, possibilitando que os alunos compreendam a aplicação dos conhecimentos químicos na interpretação de fenômenos naturais e sociais.

Nesse sentido, a realização de atividades envolvendo os parâmetros físico-químicos da água permite aproximar teoria e prática, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa. De acordo com a teoria da aprendizagem significativa, discutida por Moreira (2011) e Batista (2025), a construção do conhecimento ocorre de maneira mais efetiva quando os novos conceitos se relacionam aos conhecimentos prévios dos estudantes. Dessa maneira, o processo de aprendizagem ultrapassa a simples memorização de conteúdo, permitindo que os alunos atribuam significado ao conhecimento científico a partir de suas experiências e vivências.

A abordagem dos parâmetros físico-químicos relacionados aos conteúdos trabalhados no 2º ano do Ensino Médio, associada à utilização de aulas expositivas e discussões sobre os métodos de análise e suas implicações ambientais, possibilita estabelecer uma relação direta entre o conhecimento científico e a realidade dos estudantes. Essa estratégia favorece a compreensão dos conceitos químicos e permite que os alunos relacionem as propriedades da água às alterações ambientais observadas nas áreas de ressaca.

A integração entre os conteúdos de Química e a análise da qualidade da água apresenta-se, portanto, como uma abordagem relevante para o processo de ensino-aprendizagem, pois promove a contextualização do conhecimento e estimula uma visão crítica sobre os problemas ambientais locais. Considerando que a ocupação de áreas de ressaca constitui uma realidade presente no município de Santana e em diferentes regiões do estado do Amapá, o estudo justifica-se pela necessidade de aproximar o ensino escolar das experiências vivenciadas pelos estudantes e ampliar a compreensão sobre a qualidade da água nesses ambientes.

Diante desse contexto, formulou-se a seguinte questão-problema: de que maneira o estudo dos parâmetros físico-químicos da qualidade da água em uma área de ressaca pode contribuir para a aprendizagem significativa de conteúdos de Química por estudantes do Ensino Médio?

Assim, este estudo teve como objetivo analisar os parâmetros físico-químicos da qualidade da água em uma área de ressaca no município de Santana, Amapá, relacionando-os aos conteúdos de Química do Ensino Médio e investigando suas contribuições para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

2. Parâmetros físico-químicos da água

As áreas de ressacas antes eram banhadas em maior concentração em água natural, entretanto, com a ocupação, a água sofre alterações em sua qualidade para o consumo humano. De acordo com Anacleto (2015, p.2624), “para dar suporte às ações de fiscalização, a verificação da qualidade da água se dá por análises que permitem quantificar alterações na sua composição física, química e biológica.”

Os parâmetros estabelecidos pela Fundação Nacional de Saúde (Funasa) (Quadro 1) consistem em análises físico-químicas, incluindo Oxigênio Dissolvido, Sólidos Totais Dissolvidos, pH, temperatura e turbidez, que são utilizados em pesquisas e estudos.

Quadro 1

Parâmetros de análise físico-química da qualidade da água.

Parâmetro	Definição	Limites CONAMA 357/2005
Oxigênio Dissolvido (OD)	A água, em condições normais, contém oxigênio dissolvido, cujo teor de saturação depende da altitude e da temperatura; águas com baixos teores de oxigênio dissolvido indicam que receberam matéria orgânica; a decomposição da matéria orgânica por bactérias aeróbias é, geralmente, acompanhada pelo consumo e redução do oxigênio dissolvido da água; dependendo da capacidade de autodepuração do manancial, o teor de oxigênio dissolvido pode alcançar valores muito baixos, ou zero, extinguindo-se os organismos aquáticos aeróbios.	4 mg/L O_2
Potencial Hidrogeniônico (pH)	O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, esse fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento. O valor do pH varia de 0 a 14. Abaixo de 7 a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina. Água com pH 7 é neutra.	Entre 6,0 a 9,0
Sólidos dissolvidos totais (STD)	São os sólidos que têm a capacidade de dissolver-se na água, total ou pelo menos parcialmente, até que seja atingido o equilíbrio de solubilidade. A matéria sólida total em águas residuárias pode ser definida como a matéria que permanece como resíduo após evaporação a 103° C.	500 mg/L
Temperatura	A temperatura está relacionada com o aumento do consumo de água, com a fluoretação, com a solubilidade e ionização das substâncias coagulantes, com a mudança do pH, com a desinfecção, etc.	ND
Turbidez	A turbidez da água é devido à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais.	Até 100 UNT

Com o propósito de garantir o controle da qualidade da água e manter o espaço sob controle, a Resolução do Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA) 357/05 ressalta que:

> O controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água.

Com base na resolução do CONAMA 357, a água da área de ressaca foi classificada como água doce e de classe 3, conforme ilustrado no (Quadro 2) abaixo:

Quadro 2

Classificação da classe de água de acordo a resolução CONAMA 357/05.

Classes de Água	Classificação
I - Classe especial	a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
II - Classe 1	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho,

	conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
III - Classe 2	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aqüicultura e à atividade de pesca.
IV - Classe 3	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais.
V - Classe 4	a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.

Desta forma, a definição das classes de água, seguindo as diretrizes estabelecidas pela Funasa e pela Resolução do CONAMA 357/05, será fundamental para determinar os valores mínimos permitidos para a área estudada.

3. Estudo dos parâmetros físico-químicos no processo de ensino

A abordagem deste tema, no Ensino Médio, pode oportunizar ao docente produzir práticas pedagógicas englobando uma linguagem dinâmica e interdisciplinar. Segundo Anacleto (2015, p. 2624) no Brasil diversos pesquisadores vêm testando a utilização da prática de análise de água no envolvimento da comunidade em debates ambientais.

Dessa forma, os alunos começam a entender as questões socioambientais voltadas à melhoria da qualidade de um recurso específico e reconhecer as responsabilidades individuais em relação a esse recurso. Assim, quando é possível inserir este tema no processo de ensino-aprendizagem com o contexto social, permite que os assuntos de Química sejam significativos para o aluno.

A aprendizagem significativa ocorre quando os conceitos estudados apresentam um método de simples compreensão por parte dos alunos, o significado é objeto do processo de aprendizagem. Moreira (2011) destaca que é um método no qual uma informação se vincula a um aspecto especialmente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo.

As escolas do ensino médio público enfrentam desafios para disponibilizar recursos materiais aos professores, que frequentemente precisam arcar com os custos para adquirir materiais necessários a realização de práticas experimentais. Segundo Xavier et al. (2021, p. 538) "Diante do problema generalizado no ensino de química no Brasil, que abarca tanto a falta de recursos materiais (laboratórios e insumos) quanto a ausência de recursos humanos (docentes habilitados na área)."

A busca de parcerias com instituições de ensino superior é interessante, pois permite conduzir a relação dos conceitos de química tornando possível a realização de análises em laboratório e assim trazer abordagens que envolvem o cotidiano dos alunos, como a obtenção de resultados dos parâmetros de qualidade de água e assim trabalhar em sala algo da realidade local, que pode ser a poluição das áreas de ressacas.

O ensino no Brasil passou por alterações em seu currículo, a fim de modificar para o modelo do ensino médio mais diversificado, de acordo com a Lei n°13.415/2017 alterou as Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB, instituindo a base nacional comum curricular e itinerários informativos. A estrutura dos itinerários informativos promove a especificada para cada área de conhecimento, sendo definidas em competências e habilidades, conforme Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - DCNEM/2018 a química está integrada junto com a física e biologia em ciências da natureza e suas tecnologias.

Os livros do Programa Nacional do Livro e Material didático (PNLD) Ciências da Natureza foram elaborados com a proposta de auxiliar os professores nas competências e habilidades a BNCC para o Novo Ensino Médio, a integração do ensino interdisciplinar com Biologia, Física e Química. Diante disso, nos livros os conteúdos relacionados aos parâmetros físicos e químicos são pouco abordados, apresentando apenas as definições de pH e temperatura, referidos no (Quadro 3):

Quadro 3
Definições dos parâmetros físico-químicos apresentados nos livros da PNLD.

Parâmetro	Definição	Autor – Livros
Oxigênio Dissolvido	NI (não identificado)	NI (não identificado)
Potencial Hidrogeniônico (pH)	O potencial hidrogeniônico (pH), que é determinado pela concentração de íons hidrogênio (H+), é utilizado para medição do grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade das soluções.	Fonseca, Martha Reis Marques da Química: ensino médio / Martha Reis. -- 2. ed. -- São Paulo: Ática, 2016. Godoy, Leandro pereira de Multiversos: ciências da natureza: ciências, sociedade e ambiente: ensino médio/ Leandro Pereira de Godoy, Rosana Maria Dell´Agnolo, Wolney Candido de Melo. -1. Ed. - São Paulo: Editora FTD, 2020.
Sólidos dissolvidos totais	NI (não identificado)	NI (não identificado)
Temperatura	Temperatura é uma grandeza associada à movimentação das partículas (átomos e moléculas) constituintes da matéria, de forma que ao aumentarem a vibração e movimentação molecular, isso se manifestar, para um mesmo estado físico, em um aumento da temperatura.	Fonseca, Martha Reis Marques da Química: ensino médio / Martha Reis. -- 2. ed. -- São Paulo: Ática, 2016. Godoy, Leandro pereira de Multiversos: ciências da natureza: ciências, sociedade e ambiente: ensino médio/ Leandro Pereira de Godoy, Rosana Maria Dell´Agnolo, Wolney Candido de Melo. -1. Ed. - São Paulo: Editora FTD, 2020.
Turbidez	NI (não identificado)	NI (não identificado)

Nota. Autores da pesquisa, 2024.

É perceptível ao analisar na tabela acima que não são apresentados todos os conceitos de parâmetros físico-químicos trabalhados, havendo a ausência de temas como OD, STD e Turbidez, este tendo importância e podem ser desenvolvidos para o tema de água, como os processos de análise de água e o impacto ambiental que esses parâmetros causam quando estão em alteração. Assim como, podem ser relacionados a outros conteúdos no ensino de química para o ensino médio como:

- Oxigênio dissolvido pode ser desenvolvido para os conteúdos de estudos dos gases, reações de oxidação e fotossíntese.
- Sólidos Totais Dissolvidos podem ser atribuídos no contexto da química analítica, sendo tais conteúdos de Propriedades organolépticas, Propriedades Coligativas, Soluções (classificação das soluções, solubilidade de sais em água), termoquímica, equilíbrio químico, processos espontâneos e não espontâneos.
- Turbidez pode ser relacionada aos conteúdos de Propriedades organolépticas, substâncias e misturas, Soluções (classificação das soluções) estudos das concentrações.

A implementação dos novos livros didáticos adota uma nova metodologia, destacando-se temas independentes e sem sequência didática, Oliveira e Oliveira (2023) ressaltam que os livros aprovados não possuem uma orientação de qual tema será trabalhado primeiro, destacando que cada escola, município ou estado pode desenvolver o próprio currículo, gerando autonomia. Contudo, é evidente que as escolas ainda estão com dificuldades na organização entre os temas que são relevantes para os alunos e aquilo que será importante para o Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM, o que pode comprometer o planejamento pedagógico e gerar desorganização no processo de ensino ao longo do ano letivo.

4. Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida por meio de uma abordagem experimental, com a participação de estudantes do 2º ano do ensino médio de uma instituição pública localizada no município de Santana-Ap. O grupo participante foi composto por 10 alunos, com faixa etária entre 15 a 17 anos, que aceitaram voluntariamente integrar o estudo. A participação ocorreu de forma opcional, sendo assegurado aos estudantes o direito de recusa ou desistência em qualquer etapa da pesquisa, sem prejuízo às suas atividades escolares.

Para garantir os aspectos éticos da investigação, os participantes levaram o termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para ser assinado pelos responsáveis legais, autorizando sua participação no estudo. Além disso, os estudantes e seus responsáveis foram devidamente informados sobre os objetivos, procedimentos e a finalidade da pesquisa, assegurando transparência e consentimento quanto à realização das atividades propostas.

Para caracterização da pesquisa, adotou-se o procedimento experimental. Segundo Marconi e Marconi e Lakatos (2018, p. 79) "As técnicas rigorosas de amostragem têm o objetivo de possibilitar a generalização das descobertas a que se chegar pela experiência. Para que possam ser descritas quantitativamente, as variáveis são específicas."

A condução da pesquisa envolveu inicialmente a coleta de amostras de água em uma área de ressaca do município de Santana-AP (WRXP+MP Remédios, Santana - AP), seguida pela realização de análises físico-químicas em laboratório do IFAP para obter resultados numéricos. O enfoque adotado na pesquisa foi de natureza quantitativa, pois foca em termos de grandeza ou quantidade do fator presente em uma situação (MARCONI; LAKATOS, 2019, p 149).

A escolha do local foi levada em consideração pelos critérios visuais, considerando a água contaminada presente, mas o fundo visível e uma profundidade aproximada de 20 a 30 centímetros. Durante o processo, foram utilizados materiais como garrafas de polietileno, luvas de látex, máscara descartável, jaleco, cuba de isopor e gelo conforme ilustrado na (Figura 1), para auxiliar na conservação das amostras analisadas.

Figura 1
Realização da coleta de água.



Nota. Autores da pesquisa, Município de Santana, Bairro Remédios, 04 de outubro de 2023.

Para análise de dados aplicou-se um pré e um pós questionário, ambos compostos por 9 questões. O pré-questionário foi aplicado inicialmente com o objetivo de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos, abordando aspectos relacionados aos parâmetros físico-químicos da água e sua associação com possíveis problemas ambientais decorrentes da contaminação hídrica. Posteriormente, o mesmo instrumento, na forma de pós questionário, a fim de verificar a eficácia da intervenção realizada em sala de aula, conforme ilustrada na (Figura 2).

Figura 2
Aplicação do pré-questionário para os alunos.



Nota. Autores da pesquisa, Município de Santana, Bairro Nova Brasília, 18 de dezembro de 2023.

As etapas das análises consistiram, inicialmente, na obtenção dos resultados no laboratório de Química no IFAP Campus Macapá. Em seguida, foram relacionado os resultados da análise, realizados em triplicata, com as configurações propostas na resolução CONAMA 357/2005, conforme ilustrado na (Figura 3).

Figura 3
Análises da água realizadas em Laboratório.



Nota. Autores da Pesquisa, 04 de outubro de 2023.

No segundo momento, foram realizadas três aulas teóricas, cada uma com duração de 50 minutos, com caráter informativo abordando os parâmetros físico-químicos da qualidade da água, associando-a as questões ambientais. Isso possibilitou a comparação entre os resultados obtidos através da coleta de água e os valores estabelecidos nas regulamentações, além de integrar a área de ressaca como objeto de pesquisa.

Durante a exposição dos resultados obtidos, foram apresentados os conceitos e os procedimentos de cada análise realizada, bem como as possíveis consequências das alterações em cada parâmetro (Figura 4). Dessa forma, foi possível comparar os resultados obtidos com os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, a fim de verificar se a amostra analisada se encontrava dentro dos limites definidos para cada parâmetro.

Figura 4
Intervenção em sala de aula.



Nota. Autores da pesquisa, Município de Santana, Bairro Nova Brasília, 18 de dezembro de 2023.

No terceiro momento foi distribuído um folder sobre os conteúdos de parâmetros físico-químicos da qualidade de água para os alunos conforme a (Figura 5), com o objetivo de explicar o conceito e a importância da área de ressaca, especificando cada parâmetro da análise, e as possíveis consequências das alterações dos resultados que podem estar acima do limite estabelecido na resolução do CONAMA 357/05. Além disso, com intuito de agregar maneiras de realizar de forma correta esses descartes para a minimização da poluição destas áreas de ressaca.

Figura 5

Distribuição do folder referentes ao conteúdo sobre os parâmetros físico-químicos durante a intervenção de aula.



Nota. Autores da pesquisa, Município de Santana, Bairro Nova Brasília, 18 de dezembro de 2023.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado do Amapá - UEAP, conforme o Parecer Consubstanciado nº 6.496.211, registrado na Plataforma Brasil sob o CAAE nº 84102724.4.0000.0211.

5. Resultados e discussões

A pesquisa está diretamente relacionada ao conteúdo de físico-química abordado no 2º ano do ensino médio. No entanto, parâmetros como oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos e turbidez, especialmente em relação à qualidade da água, são pouco abordados. Essa lacuna se deve tanto à falta de inclusão desses tópicos nos livros didáticos quanto à sobrecarga de conteúdos ao longo do ano letivo.

As análises dos parâmetros hídricos foram fundamentais para o processo de ensino-aprendizagem, pois, por meio do conhecimento científico, foi possível relacionar os conteúdos de físico-química aos compostos presentes na água e às situações do cotidiano. Essa abordagem permitiu que os alunos compreendessem os parâmetros de qualidade da água em áreas de ressaca, os fatores que podem provocar alterações nos limites estabelecidos pelas resoluções ambientais e os procedimentos necessários à realização de cada análise, com a finalidade de obter os resultados.

Os resultados obtidos para temperatura, sólidos totais, turbidez, pH e oxigênio dissolvido nas amostras A, B e C estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1
Resultados dos parâmetros físico-químicos das amostras de água e comparação com os limites da Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas doces de classe 3.

Parâmetro	Limite de referência	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Avaliação dos resultados
Oxigênio dissolvido	≥ 4,0 mg/L	4,11 mg/L	4,76 mg/L	2,81 mg/L	Amostras 1 e 2 dentro do limite; amostra 3 abaixo do mínimo estabelecido
Sólidos dissolvidos totais	≤ 500 mg/L	263,3 ± 41,6 mg/L	200,0 ± 155,2 mg/L	1.976,7 ± 1.856,5 mg/L	Amostras 1 e 2 dentro do limite; amostra 3 acima do limite
pH	6,0 a 9,0	8,03	7,81	7,70	Todas as amostras dentro da faixa estabelecida
Temperatura	Não há limite específico para a classe 3	26 °C	26 °C	26 °C	Não houve variação entre as amostras
Turbidez	≤ 100 UNT	15,2 UNT	54,2 UNT	297 UNT	Amostras 1 e 2 dentro do limite; amostra 3 acima do limite

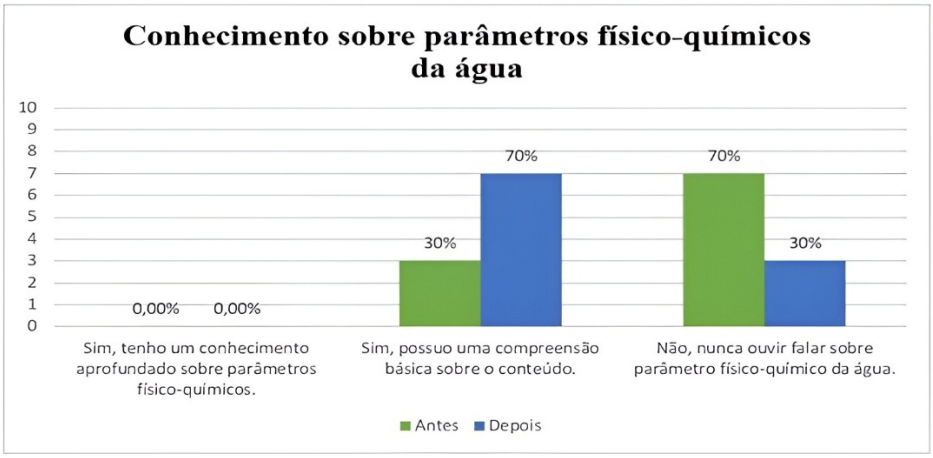
Nota. Autores da pesquisa, 2023. Limites de referência conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Os resultados foram apresentados e discutidos em sala de aula com os participantes da pesquisa, permitindo relacionar os dados experimentais aos conteúdos de Química, comparar os valores obtidos com os limites da Resolução CONAMA nº 357/2005 e refletir sobre as possíveis consequências ambientais das alterações identificadas.

5.1 Conhecimento geral sobre parâmetros físico-químicos da água.

A questão 1 buscou diagnosticar o grau de conhecimento sobre o conteúdo de parâmetros físico-químicos da água com os alunos. Após a intervenção em sala de aula, observou-se que conforme o gráfico 1 que houve uma melhora de 40 %, sendo aumento para a alternativa que os alunos possuem uma compreensão básica do conteúdo.

Gráfico 1
Conhecimento sobre parâmetro físico-químico da água.



Nota. Autores da pesquisa, 2024.

O questionamento sobre o conhecimento dos parâmetros físico-químicos foi realizado de forma aberta conforme apresentado pela resposta do pré e pós questionário do sujeito A1 no (Quadro 4). Nela, podemos ver a contribuição sobre o conhecimento prévio do sujeito e o conteúdo aplicado após a intervenção em sala de aula.

Quadro 4

Comparação entre as respostas do sujeito A1, entre o pré e pós questionários.

Questionário	Pré-Questionário	Pós-questionário
Você sabe o que são parâmetros físico-químicos da água? Caso sim, exemplifique.	"Sei um pouco, pH da água, pois fui dona de um peixe. Porém, faz muito tempo que não estudo."	"São estudos feitos na água, para ver sua qualidade e se vai afetar a população ou a biodiversidade."

Nota. Autores da Pesquisa, 2024.

Na condição de uma atividade relacionada aos conhecimentos químicos e à educação ambiental, Carvalho *et al*. (2017) perceberam, em um contexto de utilização de uma atividade experimental relacionada aos parâmetros de qualidade da água, que tais práticas são importantes no ensino de Ciências e permitem aumentar a motivação dos alunos ao aprender Química em sua interface com questões ambientais.

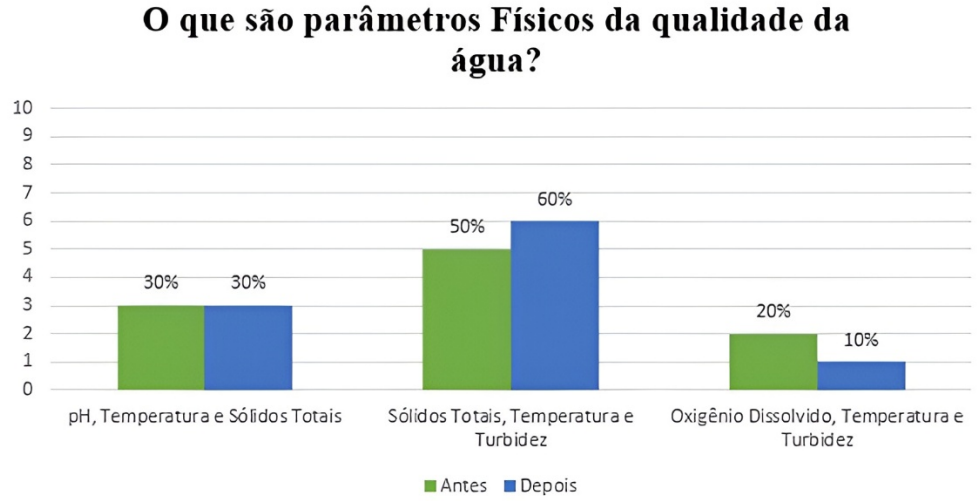
É importante destacar a relevância do conteúdo de físico-química em relação ao cotidiano dos alunos, apesar das limitações apontadas. Embora os livros de Godoy (2020) abordem apenas temas como temperatura e pH, o docente pode enriquecer o ensino com análises acessíveis, como a determinação da faixa de pH para identificar concentrações de íons na água e o uso de termômetros para medir a temperatura, estimulando, assim, o interesse dos alunos.

Assim, o processo de ensino-aprendizagem segundo Nicola (2016) torna-se mais desafiador e proporciona algo significativo ao se conjugar teoria e prática, despertando, certamente, o interesse dos alunos, tornando-os mais críticos. Desta forma, associando a teoria e a prática além de despertar interesse, torna-o indivíduo mais crítico e social.

5.2 Conhecimento sobre Parâmetros físicos e químicos da qualidade de água

Gráfico 2

Conhecimento sobre parâmetro físico da qualidade de água.



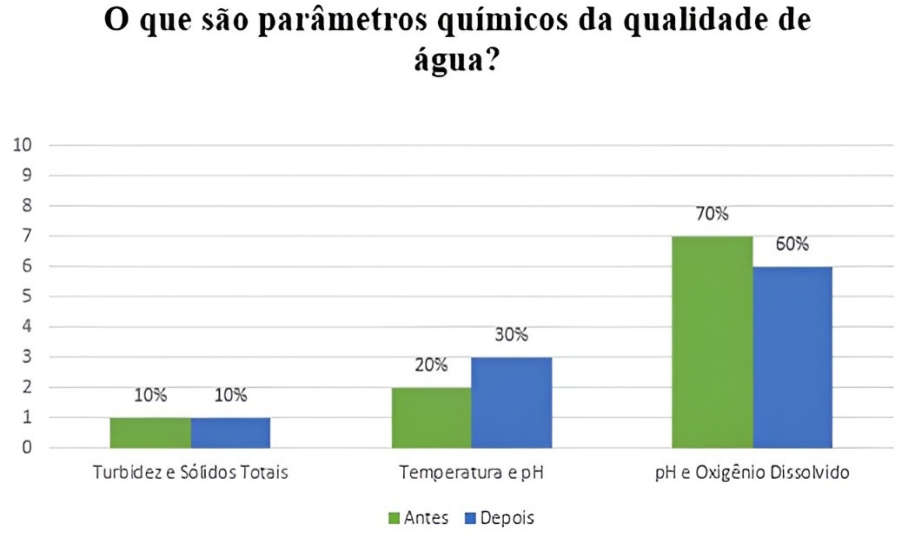
Nota. Autores da pesquisa, 2024.

A questão 2 buscou verificar o conhecimento dos alunos sobre os parâmetros físicos da qualidade da água. Verificou-se inicialmente que 30% (3 de um total de 10 alunos) responderam pH, Sólidos Totais, Temperatura, 50% (5 de um total de 10 alunos) responderam a alternativa correta de Sólidos Totais, Temperatura e Turbidez e 20% (2 de um total de 10 alunos) responderam a alternativa Oxigênio Dissolvido, Temperatura e Turbidez, esses dados destacados no gráfico 2 mostram uma distribuição variada do conhecimento entre os alunos sobre os parâmetros físicos da qualidade da água.

Na questão 3 destaca-se o conhecimento dos alunos sobre o conteúdo de parâmetros químicos da qualidade da água. Observa-se no gráfico 3 que no primeiro momento 10% (1 de um total de 10 alunos) responderam alternativa de Turbidez e Sólidos Totais, 20% (2 de um total de 10 alunos) responderam Temperatura e pH e 70% (7 de um total de 10 alunos) responderam a alternativa correta, que contém as opções de pH e Oxigênio Dissolvido**.**

Gráfico 3

Conhecimento sobre parâmetro químico da qualidade de água.



Nota. Autores da pesquisa, 2024.

Os resultados obtidos das questões 2 e 3, após a intervenção em sala de aula, destacam a relação entre a segunda e a terceira questão onde, na segunda houve aumento de 10% e a terceira questão havendo diminuição de 10% sobre a alternativa correta, as variações nas alternativas corretas evidenciam a dificuldade dos alunos na interpretação de textos. Berg *et al.* (2020) apontam que a pandemia contribuiu para a evasão escolar, contribuindo para a falta de hábito de leitura e prejudicando a compreensão do contexto de trabalho na área de ressaca e sua relação com o tema estudado.

Assim sendo, é importante enfatizar que o professor busque trabalhar com textos que estimulem a leitura, ressaltando o significado desta prática e tornando-o exultante para o conhecimento dos alunos. Santana (2019) afirma a importância do professor incluir novas intervenções didáticas ao ensino do conteúdo, quebre o paradigma da memorização dos conceitos, que possa relacionar o ensino voltado às problemáticas do cotidiano.

A abordagem de tais temas contribui no conhecimento e saberes do educando, conforme Limberger *et al.* (2016) afirmam que o indivíduo possibilita agir, intervir, fazer tentativas, suposições, duvidar e questionar a própria realidade, cometer erros e acertos. Desta forma, o

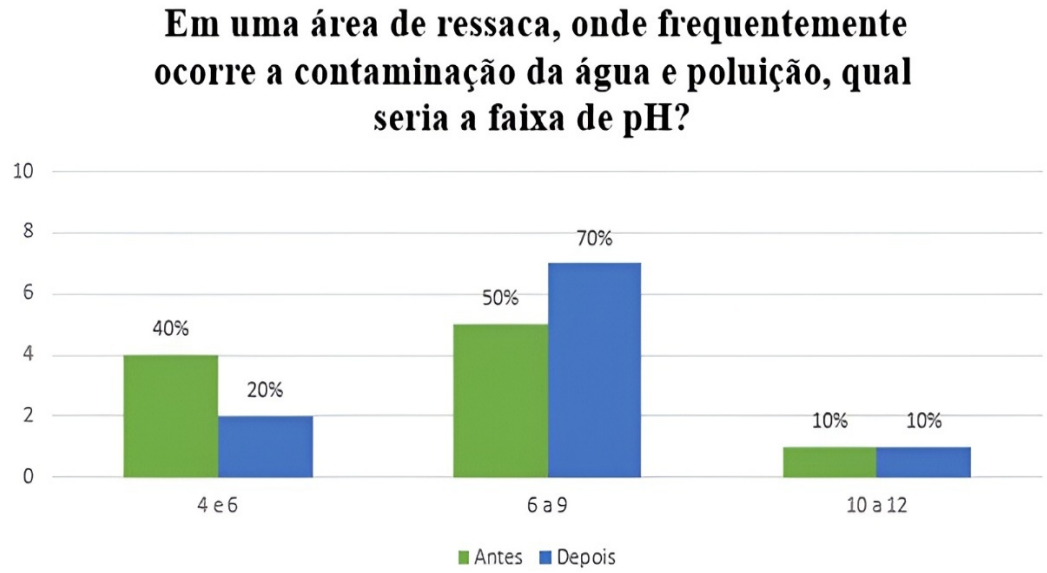
docente instiga a autonomia dos alunos, gerando um ambiente de sala de aula interativo e de descobertas.

5.3 Faixa de pH mais provável em área de ressaca

A questão 4 teve como objetivo abordar a faixa de pH em áreas de ressaca com os alunos. Após a intervenção em sala de aula, houve uma melhora de 20% nas respostas corretas, com um aumento nas respostas indicando a faixa de pH entre 6 e 9.

Gráfico 4

Faixa de pH mais provável em área de ressaca.



Nota. Autores da pesquisa, 2024.

Os resultados obtidos com esta pesquisa contribuíram com as afirmações Oliveira *et al.* (2016) que o professor deve atuar com base nas ideias dos alunos, aproximando-as dos conhecimentos científicos a serem ensinados, para que o estudante possa assimilar novos elementos à sua estrutura cognitiva.

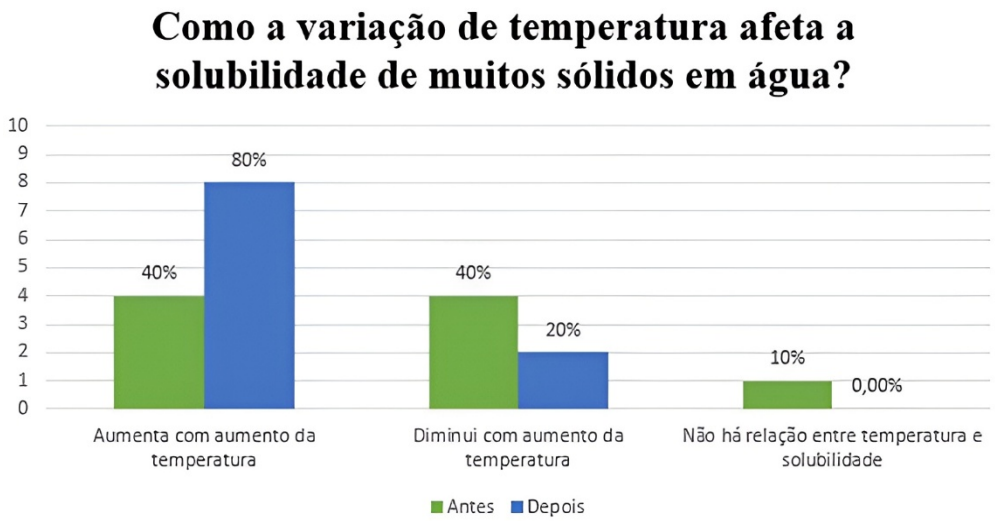
Desta forma, os docentes têm de a produzir e aperfeiçoar seus conhecimentos, estimulando que o aluno interaja no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que o desenvolvimento educacional varia entre renovação e mudança.

5.4 Influência da temperatura quanto a solubilidade de sólidos em água

A questão 5 teve como propósito relacionar a temperatura em áreas de ressaca. Constatou-se no gráfico 5 que 40% dos alunos (4 de um total de 10) responderam corretamente que a solubilidade de sólidos em água aumenta conforme o aumento da temperatura. Outros 40% dos alunos (4 de um total de 10) responderam que a solubilidade de sólidos em água diminui conforme o aumento da temperatura. Por fim, 20% dos alunos (2 de um total de 10) responderam que não há relação entre a temperatura e a solubilidade.

Após a intervenção em sala de aula, houve uma melhora de 40 % da alternativa correta, que a solubilidade de sólidos em água aumentar conforme o aumento da temperatura. A relação de temperatura ao cotidiano do aluno estabelece seu conhecimento prévio sobre o conteúdo, Vilanculo (2026) afirma que a temperatura é um fenômeno físico que o indivíduo convive em suas atividades diárias. Desse modo, facilita-se a compreensão sobre o conteúdo.

Gráfico 5
Relação entre a variação de temperatura e sólidos em água em área de ressaca.



Nota. Autores da pesquisa, 2024.

A abordagem de temperatura em água em área de ressaca evidencia o grau de compreensão dos discentes com as análises. Desta forma Domingos e Dutra (2018), ressaltam que as atividades realizadas em campo têm alto potencial para bons resultados quanto ao processo de ensino-aprendizagem e há grande receptividade dos educandos.

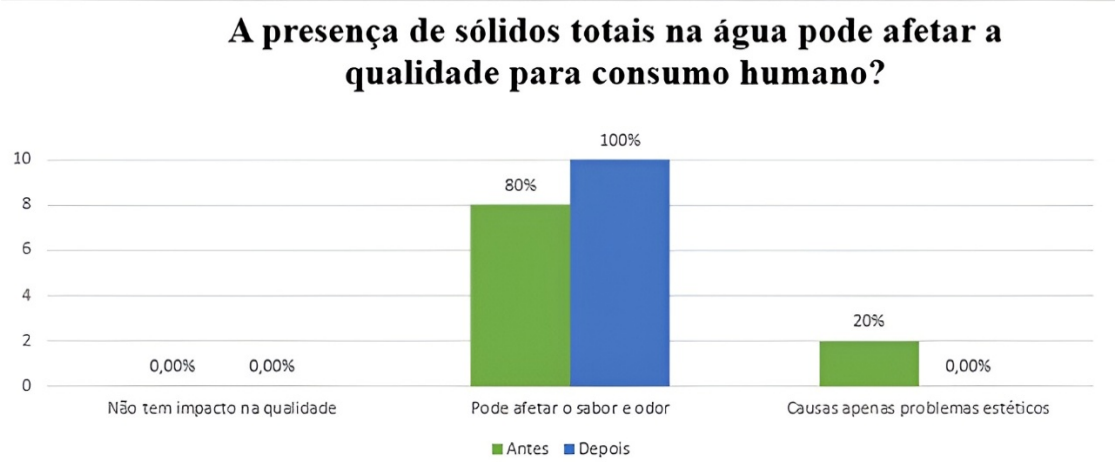
Diante disso, é válido estabelecer a relevância de contextualizar ao ensino as atividades do cotidiano dos alunos, no qual Kato (2011) afirma que é uma forma de aproximar o conteúdo formal ao conhecimento trazido pelo aluno e é um recurso para ampliar a interação do discente com os conteúdos e realidade da vida cotidiana. Como resultado, as aulas tornam-se mais atrativas e relevantes que aumentam a motivação intrínseca dos alunos, estimulando-os a se envolverem mais e a se interessarem pelo aprendizado de forma autônoma.

5.5 A presença de sólidos totais na água pode afetar a qualidade para consumo humano

A questão 6 tinha como objetivo relacionar a presença de sólidos totais e suas consequências em áreas de ressaca com os alunos. Certificou-se no gráfico 6 que 80% dos alunos (8 de um total de 10) responderam corretamente que os sólidos totais presentes na água ocasionam sabor e odor, enquanto 20% (2 de um total de 10) responderam que os sólidos totais causam apenas problemas estéticos.

Após a intervenção em sala de aula, houve uma melhora de 20% nas respostas corretas sobre sólidos totais presentes na água ocasionarem sabor e odor, resultando no acerto total dos alunos participantes. Os resultados obtidos ressaltam a importância de relacionar o contexto dos sólidos totais na água com o cotidiano dos alunos, como o conteúdo de propriedades organolépticas, que descrevem como o alto teor de odor na água causa um sabor muito desagradável, tornando-a inadequada para o consumo humano. Segundo Souza (2018), essa contextualização viabiliza o debate ambiental com casos locais, aproximando o tema da realidade dos alunos, fortalecendo sua significância.

Gráfico 6
Presença de sólidos totais e suas consequências em água em área de ressaca.



Nota. Autores da pesquisa, 2024.

Desta forma, é essencial desenvolver aulas que associam parâmetros pouco trabalhados, despertando a curiosidade dos alunos, estimulando o interesse e promovendo um olhar mais crítico e social em relação à contaminação da água.

6. Considerações finais

O estudo dos parâmetros hídricos em área de ressaca do município de Santana é indiscutivelmente essencial para o contexto ambiental e para a integração da educação interdisciplinar. A inclusão dos parâmetros de pH, temperatura, STD, OD e turbidez no ensino de química é claramente relevante, pois permite abordar diversos tópicos relacionados e aproximar os alunos da realidade local. Isso pode aumentar significativamente o interesse dos estudantes em explorar os conteúdos da disciplina.

Por meio da análise de dados, foi possível identificar que muitos alunos não possuíam conhecimentos básicos sobre conceitos de parâmetros físicos e químicos e recursos hídricos em áreas de ressaca. Após a intervenção em sala de aula, houve uma melhora significativa nas respostas, assim como uma maior interação dos alunos durante a aplicação, destacando a importância da contextualização do ensino de química e a interdisciplinaridade em relação ao cotidiano dos alunos.

A realização deste trabalho evidenciou limitações no ensino dos parâmetros físico-químicos no 2° ano, causadas pela sobrecarga de conteúdo, pelo elevado número de turmas e pela falta de estrutura para a realização de análises de água, impedindo uma abordagem mais dinâmica e flexível do tema. Destacar a importância de tratar este estudo com foco em questões ambientais e temas relacionados à água é essencial para o processo de ensino-aprendizagem, alinhando-se à realidade dos alunos e demonstrando a contextualização do conteúdo e a compreensão da importância da preservação ambiental da área estudada.

Diante disso, a pesquisa se apresenta como uma proposta promissora para futuros estudos sobre os parâmetros físico-químicos, demonstrando que tais conteúdos possuem amplo potencial para serem desenvolvidos, destacando o ensino interdisciplinar de química e física, além de outras disciplinas. Isso evidencia que é possível abordar os conteúdos com aulas mais dinâmicas, flexíveis e alternativas, sendo essencial a contextualização com questões ambientais e hídricas, bem como com as vivências dos alunos.

7. Contribuição dos autores

Autor 1: investigação, coleta de dados, análise formal, visualização e redação da versão original.

Autor 2: conceituação, metodologia, supervisão, administração do projeto, validação, redação, revisão e edição.

Todos os autores participaram da interpretação dos resultados, da revisão crítica e da aprovação da versão final do manuscrito.

8. Declaração de fontes de financiamento

Este estudo não recebeu apoio financeiro de nenhuma instituição ou agência de fomento.

9. Declaração de uso de inteligência artificial

Durante o processo de revisão e preparação da versão final deste manuscrito, os autores utilizaram o ChatGPT, desenvolvido pela OpenAI, como ferramenta de apoio à revisão linguística, à melhoria da clareza e da organização textual, à adequação de elementos de formatação e à elaboração das respostas aos avaliadores. A ferramenta não foi utilizada para gerar, modificar ou produzir os dados experimentais da pesquisa. Todas as sugestões foram revisadas, verificadas e editadas pelos autores, que assumem integral responsabilidade pela precisão, integridade e conteúdo da versão final do manuscrito.

10. Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não possuir conflitos de interesses financeiros, pessoais ou institucionais relacionados à realização da pesquisa ou à publicação deste artigo.

11. Referências

Anacleto, R. G., & Bilotta, P. (2015). Uma abordagem interdisciplinar sobre qualidade da água como estratégia para o ensino de Ciências. *Revista Virtual de Química*, 7(6), 2622–2634. http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20150156

Araújo, D. L., & Andrade, R. F. (2020). Qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada em bebedouros de instituições de ensino no Brasil: Revisão sistemática da literatura. *Brazilian Journal of Health Review*, 3(4), 7301–7324. https://doi.org/10.34119/bjhrv3n4-009

Batista, M. C., Cintra Reinisz, I. K., Vieira, T. F., Gomes, E. C., Santos, O. R. dos, Silva Filho, O. L. da, & Ferreira, M. (2025). A STEAM approach supported by the meaningful learning theory to teach the solar system in lower secondary education (9th grade). *Frontiers in Education*, 10, 01-11. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1683810

Berg, J., Blum Vestena, C. L., & Costa-Lobo, C. (2020). Criatividade e autonomia em tempo de pandemia: Ensaio teórico a partir da pedagogia social. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 9(3), 1-13. https://revistas.uam.es/riejs/article/view/12180

Carvalho, M. E. A., Franco, M. R., Zanatta, S., Oliveira, R. A., & Pipitone, M. A. P. (2017). O rio e a escola: Uma experiência de extensão universitária e de educação ambiental. *Química Nova na Escola*, 39(2), 112–119. http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160067

Conselho Nacional do Meio Ambiente. (2005). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e os padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário

Oficial da União. https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450

Domingos, K., & Dutra, R. (2018). Vivência do estágio docente nos anos finais: As possibilidades metodológicas para a docência. Revista de Estudos e Pesquisas em Ensino de Geografia, 5(8), 42–50.

Fonseca, M. R. M. (2016). Química: Ensino médio (2ª ed.). Ática.

Fundação Nacional de Saúde. (2013). Manual prático de análise de água (4ª ed.). BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília, DF: MEC, 2018.

Godoy, L. P. de, Agnolo, R. M., & Melo, W. C. de. (2020). Ciências da natureza: Ciências, sociedade e ambiente: Ensino médio (1ª ed.). FTD.

Guimarães, A. C., & Rodrigues, C. (2012). Linguagem científica e conceito de oxigênio dissolvido no Projeto Água em Foco. In Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química e Encontro de Educação Química da Bahia.

Kato, D. S., & Kawasaki, C. S. (2011). As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de Ciências. *Ciência & Educação*, 17(1), 35–50. https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100003

Limberger, K. M., Brandolt, T. D. D., & Bertoglio, D. S. (2016). As funções da experimentação no ensino de Ciências e Matemática. *Revista ENCITEC*, 6(2), 54–64. https://doi.org/10.20912/2237-4450/2016.v6i2.1317

Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2018). Técnicas de pesquisa (8ª ed.). Atlas.MAVILA, E. R. S. Processo de ensino-aprendizagem dos conceitos temperatura e calor na 8ª classe. *Revista Ciências de Educação da Huíla*, 2022.

Ministério da Educação. (2018). Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM). Secretaria de Educação Básica.

Moreira, M. A. (2011). Teorias de aprendizagem (2ª ed.). Editora Pedagógica e Universitária.

Moura, L., Landau, E. C., & Ferreira, A. de M. (2016). Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado no Brasil. In E. C. Landau & L. Moura (Eds.), Variação geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010: Domicílios urbanos e rurais (Cap. 8, pp. 189–211). Embrapa. http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1063689

Nicola, J. A., & Paniz, C. M. (2016). A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de Biologia. *Infor, Inovação e Formação*, 2(1), 355–381. https://ojs.ead.unesp.br/index.php/cdep3/article/view/InFor2120167

Oliveira, R. de, Cacuro, T. A., Fernandez, S., & Irazusta, S. P. (2016). Aprendizagem significativa, educação ambiental e ensino de Química: Uma experiência realizada em uma escola pública. Revista Virtual de Química, 8(3), 913–925. http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20160066

Oliveira, V. B. de, & Oliveira, F. J. L. de. (2023). Uma visão da história da Química nos livros didáticos fornecidos pelo PNLD utilizando a tabela periódica como marcador. *Ciência & Educação*, 29, e23031. https://doi.org/10.1590/1516-731320230031

Santana, R. S. Martinelli, P. C., & Coelho, L. H. G. (2019). É possível mensurar a poluição da água apenas com a análise do pH? O relato de uma experiência didática no Ensino Fundamental. Revista Educação Ambiental em Ação, 18(68). http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3711

Souza Rocha, T. de, & Santos, N. (2017). Dificuldades de interpretação de texto em sala de aula. *Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia*, 8(21). https://periodicos.utfpr.edu.br/recit/article/view/e-4825

Souza Vieira Junior, A. (2018). Sustentabilidade socioambiental em sala de aula. In Anais do XI Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional (pp. 1–14).

Takiyama, L. R., [demais autores]. (2012). Projeto Zoneamento Ecológico-Econômico Urbano das Ressacas de Macapá e Santana, Estado do Amapá: Relatório técnico final. Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá.

Vilanculo, Jossias Arnaldo. Estudo das concepções alternativas dos alunos da 9ª classe nos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico: um estudo de desenvolvimento conceptual. 2026. Tese (Doutorado) — Universidade Eduardo Mondlane, 2026.

Xavier, T. P. de O., Gomes, F., Gonçalves, A. M., Spiess, M. A., Ferreira, V. B., & Marques, F. da S. (2021). Projeto LAVENQ: A construção de um laboratório virtual de ensino de Química. Anais da XVII Semana de Licenciatura e VIII Seminário da Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 537–545.