

## MÉTODO ALTERNATIVO PARA DETERMINAÇÃO DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO NA LAGOA DE CUITÉ-PB: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA

Joyce Roanny Marques Azevedo.<sup>1</sup>

Alana Pereira da Silva<sup>2</sup>

Elisandra Alves Dantas<sup>3</sup>

Samira de Lima e Silva<sup>4</sup>

Gabriely Stefany de Lima Silva<sup>5</sup>

José Carlos Freitas Paula<sup>6</sup>

### RESUMO

A água é um recurso essencial para a vida, mas está cada vez mais ameaçada pela poluição e ocupações urbanas desordenadas. Esse cenário encontra-se atualmente na Lagoa Jovino Pereira da Costa, situada em Cuité-PB, a qual vem enfrentando impactos como assoreamento, despejo de esgoto doméstico, acúmulo de resíduos sólidos e perda da biodiversidade. Nesse contexto, a determinação do Oxigênio Dissolvido (OD) é um importante indicador da qualidade da água, por refletir diretamente as condições do ecossistema aquático, constituindo indicador fundamental para avaliar processos de degradação. Contudo, no contexto educacional, a determinação desse parâmetro é inviável devido à falta de equipamento adequado. Assim, a proposta deste estudo partiu de um questionamento intrigante: Seria possível determinar o OD da água da Lagoa utilizando materiais alternativos e de baixo custo? Diante desse desafio, este trabalho propõe a determinação do OD a partir de uma metodologia alternativa, utilizando palha de aço em garrafas PET, com base na oxidação do ferro e posterior cálculo estequiométrico. Paralelamente, também foi determinada a salinidade da água, parâmetro que influencia diretamente a solubilidade do oxigênio, utilizando a técnica da quantificação dos sólidos totais dissolvidos (STD). As atividades experimentais foram desenvolvidas com estudantes da Escola Cidadã Integral Orlando Venâncio dos Santos, em parceria com o PIBID-Química da UFCG (Cuité-PB), fundamentando-se nas metodologias ativas Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e Experimentação Investigativa. Os dados indicaram salinidade entre 0,5–30%, caracterizando a água como salobra, e concentração de OD  $\leq 5$  mg/L, que segundo a Resolução CONAMA n.º 357/2005, está associado a corpos hídricos de baixa qualidade com carga orgânica elevada. Para além dos resultados técnico-científicos, o projeto promoveu protagonismo discente, com envolvimento ativo dos estudantes em todas as etapas do processo: coleta, experimentação e análise crítica dos resultados. Além disso, promoveu conscientização ambiental e integração entre escola, universidade e comunidade.

**Palavras-chave:** Oxigênio dissolvido, Salinidade, Educação Ambiental, Ensino de Química e Experimentação Investigativa.

<sup>1</sup> Graduanda pelo Curso de Licenciatura em Química da UFCG - PB, joyce.roanny@estudante.ufcg.edu.br;

<sup>2</sup> Graduanda pelo Curso de Licenciatura em Química da UFCG - PB, alana.pereira@estudante.ufcg.edu.br;

<sup>3</sup> Graduanda pelo Curso de Licenciatura em Química da UFCG - PB, elisandra.alves@estudante.ufcg.edu.br;

<sup>4</sup> Graduanda pelo Curso de Licenciatura em Química da UFCG - PB, samira.lima@estudante.ufcg.edu.br;

<sup>5</sup> Graduanda pelo Curso de Licenciatura em Química da UFCG - PB, gabriely.stefany@estudante.ufcg.edu.br;

<sup>6</sup> Professor orientador: Doutor em Química pela UFRPE - PE, cosme.ssantos@professor.pb.gov.br;

CAPES, Subprojeto PIBID-Química



## Introdução

A água é um recurso natural essencial à vida e indispensável para processos físicos, químicos e biológicos, além de sustentar atividades humanas como abastecimento, irrigação, geração de energia e preservação da biodiversidade (HONDA; DURIGAN, 2017). Reconhecendo sua importância, a Organização das Nações Unidas (ONU) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) incluíram o acesso à água potável entre os direitos fundamentais do ser humano, conforme a Declaração Universal dos Direitos da água (POMPEU, 2010).

Entretanto, a poluição hídrica tem se consolidado como um dos maiores desafios ambientais atuais, sobretudo em áreas urbanas, onde o lançamento de efluentes domésticos atuais, sobretudo em áreas urbanas, onde o lançamento de efluentes domésticos e industriais, somando ao descarte inadequado de resíduos sólidos, compromete a qualidade da água e a saúde da população (ROCHA, 2024). Lagos e lagoas, por serem ecossistemas fechados e de baixa renovação, encontram-se entre os ambientes mais vulneráveis a esses impactos.

Esse é o caso da Lagoa Jovino Pereira da Costa, localizada no município de Cuité-PB, que ao longo dos anos tem sofrido um intenso processo de degradação ambiental. Estudos apontam que o despejo de esgoto doméstico sem tratamento, resíduos sólidos, dejetos de animais e até efluentes provenientes de sistemas de saneamento básico contribuem diretamente para a deterioração de sua qualidade (GALDINO, 2014). Além disso, a ausência de políticas públicas efetivas e a pouca mobilização comunitária têm agravado o problema, favorecendo o assoreamento, a perda da biodiversidade aquática e a proliferação de vetores de doenças.

Nesse contexto, o oxigênio dissolvido (OD) é um dos parâmetros mais relevantes para a avaliação da qualidade da água. Sua presença é fundamental para a sobrevivência dos organismos aquáticos e para o equilíbrio ecológico do sistema. Baixas concentrações de OD indicam poluição, excesso de matéria orgânica e processos de eutrofização, comprometendo a vida aquática e a sustentabilidade do ecossistema (FERREIRA et al., 2004). No entanto, métodos tradicionais para sua determinação muitas vezes demandam equipamentos sofisticados e de alto custo, o que dificulta sua aplicação em ambientes escolares e comunitários.

Assim, este trabalho busca investigar a qualidade da água da lagoa de Cuité-PB por meio de um método alternativo de baixo custo para determinação do oxigênio dissolvido, utilizando palha de aço e garrafas PET. Para além da dimensão técnica, a pesquisa se fundamenta na integração entre ciências, educação e comunidade, com o intuito de promover a conscientização ambiental e estimular o protagonismo estudantil através de metodologias ativas CAPES, Subprojeto PIBID-Química



A decorative banner featuring a collage of educational icons and symbols. From left to right, it includes: a red sunburst, a rainbow, a white star, a stack of books, the word 'educação' in white lowercase letters on a red background, a white star, a yellow sunburst, a lightbulb, a blue graduation cap, a red book, and a white star. The background is a mix of red, yellow, and white geometric shapes.

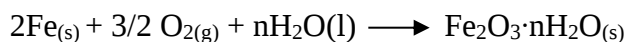
a palha de aço (composta majoritariamente por ferro) como reagente limitante para o OD presente na amostra.

### 3.2.1. Procedimento Experimental para Determinação do OD

Preparação da Palha de Aço: Porções individuais de palha de aço (aproximadamente 1,5 g a 3,0 g) foram pesadas e introduzidas em garrafas PET transparentes de 2 L, previamente identificadas. As garrafas foram preenchidas com a amostra de água, evitando o aprisionamento de bolhas de ar. As garrafas permaneceram abertas por 15 minutos, para estabilização, e, em seguida, foram tampadas. O sistema foi mantido em repouso por um período de cinco dias, tempo necessário para que a maior parte do oxigênio dissolvido reaja com o ferro da palha de aço. Após o período de repouso, o sólido marrom-avermelhado formado (ferrugem,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) foi separado da amostra por filtração. O papel de filtro contendo o sólido foi seco em estufa a 110 °C por 1 hora, e, após resfriamento, pesado (massa final do papel + ferrugem,  $m_{\text{final}}$ ). A massa de ferrugem ( $m_{\text{ferrugem}}$ ) foi determinada por diferença em relação à massa do papel de filtro seco previamente pesada.

### 3.2.2. Cálculo da Concentração de OD

A concentração de OD foi calculada com base na estequiometria da reação de oxidação do ferro (formação da ferrugem), utilizando a massa de ferrugem formada. A reação global simplificada é:



O cálculo da massa de OD ( $m_{\text{O}_2}$ ) presente no volume de água ( $V_{\text{amostra}}$ ) é realizado por meio da relação estequiométrica entre o  $3/2\text{O}_2$  e o  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  seguido pelo cálculo da concentração em mg/L. A massa do OD é calculada a partir da massa de ferrugem e as respectivas massas molares.

### 3.3. Determinação da Salinidade (via Sólidos Totais Dissolvidos)

A salinidade, parâmetro que mede a quantidade de sais dissolvidos, foi avaliada por meio da determinação dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD), utilizando o método gravimétrico por evaporação, que se alinha com o caráter de baixo custo do trabalho. Esse procedimento seguiu a metodologia padrão para análise de água (APHA, 2017).

#### 3.3.1. Procedimento Experimental (Gravimetria de STD)

Um béquer limpo foi seco em estufa e pesado com ( $m_{\text{recipiente vazio}}$ ). Em seguida, um volume conhecido e preciso da amostra de água ( $V_{\text{amostra}}$ ) foi transferido para o recipiente (medido com proveta). A amostra foi aquecida em chapa aquecedora até a evaporação completa



da água, tomando-se o cuidado para evitar perdas de sólidos por projeção durante a ebulição. O recipiente contendo os resíduos sólidos remanescentes foi resfriado e, em seguida, pesado novamente ( $m_{\text{recipiente} + \text{sal}}$ ).

### 3.3.2. Cálculo da Concentração de STD

A massa de STD ( $m_{\text{STD}}$ ) foi determinada pela diferença entre as massas do recipiente final e inicial:

$$m_{\text{STD}} = m_{\text{recipiente} + \text{sal}} - m_{\text{recipiente vazio}}$$

A concentração de STD, em g/L, é dada pela relação:

$$\text{Concentração STD (g/L)} = \frac{m_{\text{STD}}}{V_{\text{amostra}} (L)}$$

### 3.4. Análise e Tratamento dos Dados

Os resultados obtidos para o OD (em mg/L) e STD (em g/L) foram comparados com os padrões de qualidade da água estabelecidos pela legislação ambiental vigente, como a Resolução CONAMA nº 357/2005 e suas alterações).

### Referencial teórico

A determinação do oxigênio dissolvido (OD) é essencial na química ambiental, porque sua concentração reflete diretamente nas condições de um ecossistema aquático. Métodos tradicionais utilizam sondas eletroquímicas ou espectrofotômetros, equipamentos de alto custo e pouco acessíveis a escolas públicas (FERREIRA et al., 2004). Assim, buscar alternativas pedagógicas e baratas contribui para popularizar o ensino de ciências e incentivar a educação ambiental.

Nesse contexto, as metodologias ativas e a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) têm se apresentado eficazes no ensino de Química. Elas colocam o aluno como protagonista do processo de aprendizagem e favorecem a construção do conhecimento por meio da investigação e resolução de problemas reais (MORAN, 2004; HERNÁNDEZ, 1998).

Além disso, a proposta está inserida na perspectiva da Educação Ambiental Crítica, que articula ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), conforme propõe a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Essa abordagem valoriza práticas interdisciplinares e contextualizadas, incentivando a formação cidadã e crítica dos estudantes (BRASIL, 2018). Também está alinhada ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 da ONU, que visa garantir o acesso universal à água potável e ao saneamento.



A Química Ambiental tem papel de extrema importância na compreensão e preservação dos ecossistemas aquáticos, uma vez que a qualidade da água reflete diretamente o equilíbrio químico e biológico do meio. Entre os parâmetros mais relevantes de monitoramento está o Oxigênio Dissolvido (OD), indicador da capacidade de um corpo hídrico sustentar a vida aquática. Concentrações adequadas de OD são fundamentais para os processos respiratórios de peixes, microrganismos e plantas aquáticas, além de sinalizarem o grau de poluição e o nível de autodepuração da água.

Os métodos tradicionais de determinação do OD, como o método de Winkler e o uso de oxímetros eletrônicos, apresentam reconhecida precisão, mas também limitações significativas. O método de Winkler requer o uso de reagentes específicos, vidrarias adequadas e ambiente controlado de laboratório, o que o torna pouco acessível para atividades práticas em escolas com infraestrutura limitada. Já os oxímetros, embora práticos, possuem alto custo de aquisição e manutenção, restringindo sua utilização em contextos educacionais mais simples.

Diante disso, a proposta alternativa utilizando palha de aço e garrafa PET surge como uma estratégia investigativa e sustentável, de baixo custo e fácil execução, que possibilita observar indiretamente o consumo de oxigênio pela oxidação da palha de aço em meio aquático. Essa abordagem estimula a experimentação, a reflexão crítica sobre os processos redox e o impacto da oxigenação da água, além de promover a contextualização dos conceitos químicos em situações reais.

A utilização dessa proposta didática alinha-se às Metodologias Ativas de Ensino, especialmente à Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), que valoriza o protagonismo discente e a aprendizagem significativa. Ao investigar a qualidade da água local por meio de um experimento simples, os estudantes assumem o papel de pesquisadores, formulando hipóteses, realizando observações e discutindo resultados a partir de situações reais do seu contexto.

Essa prática rompe com o ensino tradicional centrado na memorização e favorece o desenvolvimento de competências investigativas, argumentativas e colaborativas, conforme propõe a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A ABP também fortalece a relação entre teoria e prática, estimulando a autonomia intelectual e a consciência socioambiental dos estudantes, o que é essencial para a formação de cidadãos críticos e responsáveis.

CAPES, Subprojeto PIBID-Química



Sob a perspectiva da Educação Ambiental Crítica, a abordagem da determinação do OD ultrapassa a simples análise química da água, convidando à reflexão sobre os impactos das ações humanas no ambiente e sobre as possibilidades de intervenção consciente. Essa vertente se articula com o enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), ao integrar saberes científicos com dimensões sociais e éticas, promovendo uma visão interdisciplinar e contextualizada da ciência.

A proposta também se encontra em consonância com a BNCC, que enfatiza a necessidade de um ensino de Ciências voltado à compreensão dos fenômenos naturais, tecnológicos e sociais e ao desenvolvimento de competências gerais como pensamento científico, crítico e criativo. Além disso, contribui diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, especialmente o ODS 6 (Água potável e saneamento) e o ODS 4 (Educação de qualidade), ao promover a conscientização ambiental e o engajamento dos estudantes em ações voltadas à sustentabilidade local.

Assim, a investigação do Oxigênio Dissolvido na água utilizando materiais alternativos representa mais que uma atividade experimental: é uma ferramenta pedagógica transformadora, que une ciência, sustentabilidade e cidadania. Por meio de metodologias ativas e da perspectiva CTSA, o ensino de Química Ambiental torna-se significativo, despertando nos estudantes o interesse pela pesquisa e a responsabilidade pelo meio ambiente, em sintonia com os princípios da BNCC e os desafios globais expressos nos ODS.

## Resultados e Discussão

O resultado da concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) ser  $\leq 5$  mg/L na Lagoa Jovino Pereira da Costa é o indicador mais crítico do estado de degradação do corpo hídrico, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005. Para corpos de água doce (Classe 2, que é o padrão mais comum para lagos e rios, exceto em áreas de proteção integral), a Resolução CONAMA exige um valor mínimo de OD 5 mg/L para garantir a manutenção da vida aquática. Um valor consistentemente abaixo desse limite, ou próximo do limite inferior em um ambiente que recebe esgoto doméstico e resíduos (como mencionado no resumo), sugere uma alta carga orgânica, como é o caso da lagoa de Cuité-PB.

A baixa concentração de OD indica que a taxa de consumo de oxigênio (principalmente pela decomposição da matéria orgânica por microrganismos aeróbios) é superior à taxa de

CAPES, Subprojeto PIBID-Química



reposição (fotossíntese e aeração superficial). Esse cenário é típico de processos de eutrofização avançada, onde o despejo de esgoto (nutrientes) estimula o crescimento de algas e, subsequentemente, sua decomposição esgota o oxigênio da água, ameaçando a sobrevivência de peixes e outros organismos aeróbios (TUNDISI; TUNDISI, 2008). Dessa forma, os estudantes puderam perceber, de forma técnico-científica, a suspeita levantada pelos impactos observados in loco durante a visita e coleta de amostra de água, onde identificaram o despejo de esgoto e resíduos sólidos.

A indicação de salinidade entre 0,5‰ e 30, classificando a água como salobra, é um achado significativo para uma lagoa inserida no contexto semiárido de Cuité-PB. De acordo com, Monteiro et.al. (2022), em regiões de clima semiárido, como a Paraíba, a elevada taxa de evaporação é um fator preponderante que concentra os sais dissolvidos na água, resultando em um aumento da salinidade. Esse fator, combinado com a falta de drenagem eficiente e o escoamento de sais provenientes do solo, pode levar a lagoas a atingirem a classificação salobra ou até salina.

Além disso, a salinidade influencia a solubilidade do OD na água: quanto maior a concentração de sais (salinidade), menor é a solubilidade do oxigênio gasoso (NISHRI; BEM-YAAKOV, 1990). Portanto, o caráter salobro da Lagoa Jovino Pereira da Costa é um fator natural que contribui para a baixa capacidade de retenção de oxigênio, agravando o problema da qualidade da água já afetada pela carga orgânica.

O aspecto pedagógico do trabalho é um de seus maiores méritos, promovendo a integração entre teoria, prática e consciência ambiental. O estudo demonstra que a metodologia alternativa, utilizando palha de aço em garrafas PET, é eficaz para a determinação do OD em um contexto educacional. O experimento superou a barreira econômica imposta pela necessidade de equipamentos caros (como o oxímetro ou reagentes do Método Winkler tradicional), tornando a análise da qualidade da água acessível a escolas de Ensino Médio, como a Escola Cidadã Integral Orlando Venâncio dos Santos. Além disso, o método pode ser aplicado a outras escolas.

A capacidade do método de produzir resultados que, mesmo sendo semi-quantitativos, são coerentes com o estado de degradação da lagoa (OD baixo, indicativo de poluição) valida sua importância didática, cumprindo o objetivo de diagnóstico. A utilização de materiais alternativos e práticas investigativas (ABP e Experimentação Investigativa) promove uma aprendizagem mais significativa. O experimento transformou conceitos abstratos de Química



Ambiental (reação de oxirredução do ferro, estequiometria, solubilidade de gases, qualidade da água) em uma atividade prática e relevante. Ao usar materiais do cotidiano (palha de aço, garrafa PET), os estudantes estabelecem uma conexão direta entre o conteúdo de sala de aula e os problemas ambientais de sua própria comunidade.

Adicionalmente, esta ação se alinhou aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 6, que busca assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos (ONU 2015, p. 18).

Os resultados obtidos indicaram concentrações médias de oxigênio dissolvido  $\leq 5$  mg/L na Lagoa Jovino Pereira da Costa é o indicador mais crítico do estado de degradação do corpo hídrico dentro dos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que recomenda valores mínimos de 5 mg/L para corpos d'água de classe 2.

Esses resultados evidenciam a importância da vegetação ciliar na manutenção da qualidade da água e demonstram que o método alternativo proposto é sensível o suficiente para detectar variações reais entre diferentes zonas da lagoa. Além disso, o processo experimental possibilitou discussões sobre química ambiental, reações de oxidação e sustentabilidade, promovendo a integração entre teoria e prática.

### **Considerações Finais**

A técnica alternativa aplicada demonstrou ser viável em ambiente escolar e eficiente para promover a interdisciplinaridade entre química e educação ambiental.

O experimento proporcionou uma reflexão crítica sobre a poluição da Lagoa de Cuité, mostrando aos estudantes que a ciência pode ser uma ferramenta de transformação social. O uso de materiais simples favorece a replicabilidade em outras escolas públicas de regiões com baixa infraestrutura laboratorial.

Deste modo, a participação ativa dos estudantes em todas as etapas (coleta, experimentação, análise crítica e comparação com a legislação) desenvolve habilidades de investigação científica, raciocínio lógico e senso crítico, conforme preconiza a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Essa experiência estimulou o protagonismo discente, transformando o aluno de receptor passivo para agente ativo no processo de produção de conhecimento. Ao diagnosticar a baixa qualidade da água em sua lagoa local, a prática promove uma conscientização ambiental profunda e imediata, incentivando a mobilização e o





MONTEIRO, Adnivia Santos Costa et al. Modelagem geoquímica do processo de evaporação em reservatórios salinizados na região semiárida do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH)*, v. 27, p. e21, 2022. Acesso em: 3 ago. 2025.

NISHRI, A.; BEN-YAAKOV, S. Solubilidade do oxigênio na salmoura do Mar Morto. *Hydrobiologia*, v. 197, n. 1, p. 99–104, 1990. Acesso em: 3 ago. 2025.

OLIVEIRA, C. da S. et al. The teaching of environmental chemistry: Experimentation as a potentiator of meaningful learning on the subject of air pollution. *Research, Society and Development*, v. 13, n. 2, e9113245040, 2024. DOI: 10.33448/rsd-v13i2.45040. Acesso em: 3 ago. 2025.

OLIVEIRA, D. B. de; BECKER, R. W.; SIRTORI, C.; PASSOS, C. G. Development of environmental education concepts concerning chemical waste management and treatment: the training experience of undergraduate students. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 22, p. 653–661, 2021. DOI: 10.1039/D0RP00170H. Acesso em: 3 ago. 2025.

ONU (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. ODS 6 – Água potável e saneamento*. 2015. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 3 ago. 2025.

