

Uso da Aprendizagem Baseada em Problemas para o Ensino Contextualizado de Química na Educação Básica

Using Problem Based Learning for Contextualized Chemistry Education in Secondary Schools

Fernando Guilherme Blanco Joffily Bezerra,^a  Roseli Martins de Souza^{a,*} 

^aUniversidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária, Instituto de Química, Departamento de Química Analítica, CEP 21941-909, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

*E-mail: roselimartins@iq.ufrj.br

Submissão: 3 de Dezembro de 2025 – Aceite: 17 de Maio de 2026 – Publicado online: 10 de Junho de 2026

Chemistry teaching in basic education faces challenges in sparking student interest due to the complexity of the concepts and calculations involved. Problem-Based Learning (PBL) places students at the center of the educational process, using real-world problems to promote investigation, teamwork, and critical thinking, thus leading to meaningful learning. This work was carried out with first-year high school students from a state school in Rio de Janeiro, analyzing the water quality of the Jacarepaguá lagoon, the same neighborhood where the school and a large part of the students are located. Physicochemical and microbiological parameters were investigated to assess water quality according to CONAMA Resolution 357/2005. This research details the activities involved, which include music and video, group discussions, and practical experiments carried out in the school laboratory with the students. The results of the sample analyses revealed a degradation of the lagoon, with Biochemical Oxygen Demand (BOD) levels above recommended standards, indicating a possible pollutant load originating from domestic and industrial effluents.

Keywords: Environment; water; meaningful learning; student protagonism.

1. Introdução

A associação significativa entre o cotidiano e a ciência é um dos grandes desafios encontrados pelos educadores do ensino básico. Nos últimos anos, muitos pesquisadores e professores têm defendido a contextualização no ensino como um princípio norteador de uma educação voltada para a cidadania, o trabalho e a vida cotidiana a fim de promover um pensamento crítico nos estudantes, impactando diretamente na sua forma de ler, interpretar e intervir no conjunto de vivências e no mundo em que vivem.¹

A temática da água tem ganhado relevância em pesquisas acadêmicas, nas quais se apresenta um panorama das condições das lagoas do Rio de Janeiro. Muitas dessas lagoas vêm sendo impactadas pelo lançamento de efluentes e por ligações clandestinas, o que tem resultado em significativa degradação ambiental. Sendo assim, evidencia-se a necessidade de proposição de modelos de gestão capazes de diminuir os impactos ambientais decorrentes das ações antrópicas.² Em 2014, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), apresentou um conjunto de resultados obtidos ao longo de 30 anos mostrando que os rios e os canais do complexo lagunar de Jacarepaguá e a sua captação hidrológica são fortemente

afetados por águas residuais e substâncias de origem urbana e/ou industrial. No sistema lagunar de Jacarepaguá podem ser observadas influências antrópicas, principalmente a partir de parâmetros de natureza orgânica, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), indicadores típicos do grau de degradação e/ou eutrofização ambiental. Além disso, a redução da superfície d'água é destacada por aterros clandestinos, ocupação inadequada de zonas de proteção de borda e de ilhas formadas por assoreamento.³

Os problemas de poluição surgem, principalmente, devido às ocupações irregulares, à especulação imobiliária e pelos despejos sem tratamento dos efluentes domésticos e das indústrias. Em decorrência dessas pressões antrópicas, a Lagoa de Jacarepaguá tornou-se imprópria para banho, pesca e prática de esportes náuticos, prejudicando assim toda a região com grande potencial para as mais diversas atividades.⁴ Essa poluição foi noticiada internacionalmente pelo jornal americano *The Washington Post*, com o título, “The Lagoon in front of Rio’s Olympic Park is so filthy the fish are dying” publicada no dia 21 de julho de 2016.⁵ No início de 2020, a questão da contaminação dos recursos hídricos foi muito discutida, especialmente no Rio de Janeiro, pois a qualidade da água foi muito prejudicada pela presença

da geosmina, substância produzida por algas que precisam de condições específicas para se proliferar. Testes revelaram que a quantidade de geosmina na água da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE) aumentou em fevereiro daquele mesmo ano.⁶

Uma ferramenta poderosa para mitigar essa problemática é a educação. O itinerário da educação no Brasil é definido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) recomenda a discussão da importância de proteger, preservar e conservar a biodiversidade, considerando indicadores qualitativos e quantitativos, mensurar os impactos das ações antrópicas e das políticas ambientais para garantir o desenvolvimento sustentável do planeta.⁷ As Competências Específicas 1, 2 e 3 da BNCC da área de Ciências da Natureza são atendidas neste trabalho, bem como as metas 6.2 e 6.4 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda de Desenvolvimento Sustentável, COP 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), com relação à água no Brasil.^{7,8} A abordagem da temática da água, aliada à utilização da metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), favorece a experimentação e promove a aproximação dos estudantes tanto com a realidade socioambiental da comunidade e da escola em que estão inseridos quanto com a ciência. Do ponto de vista do processo ensino-aprendizagem, a associação desse assunto ao método da ABP pode ser uma ferramenta importante para a construção do conhecimento científico, instigando no aluno a curiosidade e o espírito investigativo.⁹

Nessa abordagem, Lopes, Filho e Alves (2019) relataram que este tipo de aprendizagem convida e motiva os estudantes a aprenderem a criar soluções para problemas relevantes ou completar projetos em um contexto menos planejado e mais autêntico.¹⁰ Em outro trabalho, alunos do ensino médio e fundamental analisaram oito cursos d'água para verificarem as propriedades físicas e químicas da água e o seu possível consumo de acordo com as legislações ambientais. Como resultado, houve uma motivação dos alunos por participarem de pesquisas sobre problemas cotidianos na comunidade, impactando diretamente na aprendizagem dos alunos e no seu desempenho em sala de aula.¹¹ Em um estudo com alunos do ensino fundamental II e do ensino médio, foi possível correlacionar teoria e prática em atividades de verificação dos parâmetros físico-químicos da água, abordando questões socioculturais e geográficas da região do interior de São Paulo em aulas de Ciências e Biologia, gerando nos alunos uma perspectiva interdisciplinar e global sobre os problemas de poluição da água.¹²

Em 2016, um trabalho realizado com uma turma da terceira série do ensino médio analisou a água do ribeirão "vai e vem" em Ipameri, Goiás; as amostras de água foram coletadas em três pontos distintos, em dois dias com intervalo

de uma semana. O primeiro ponto de coleta foi localizado antes do curso d'água entrar na cidade; o segundo no centro; e o último, na saída da cidade. Foram feitos os testes de condutividade elétrica, pH, OD, turbidez, matéria orgânica e nitrito. Todos os testes foram feitos pelos alunos. Os autores relataram que o trabalho desenvolvido foi muito satisfatório, pois houve um aumento de interesse dos alunos participantes do projeto pela disciplina de Química.¹³

Outro trabalho foi desenvolvido com alunos da segunda série do ensino médio em uma escola estadual do Rio de Janeiro usando a qualidade da água consumida pelos alunos como tema gerador e o método da ABP como referencial para a condução do projeto. A proposta incluiu a determinação do pH e da concentração de cloro em amostras de água coletadas pelos próprios alunos, tanto na escola como em suas casas. Os autores desse trabalho concluíram que essa atividade mostrou que uma prática pedagógica que torna os alunos atores ativos do processo de ensino aprendizagem, neste caso, a ABP, tem a tendência de ser mais efetiva na construção conceitual.¹⁴

Alves, em seu trabalho de conclusão de curso em licenciatura em Química, abordou a relação entre qualidade da água, saúde e meio ambiente e como estes tópicos são importantes na educação como incentivo ao ensino de Ciências. Foi desenvolvida uma atividade prática com uma turma de 14 alunos do ensino médio técnico em Química do Rio de Janeiro, foram analisados parâmetros físico-químicos e microbiológico da água do bebedouro e da piscina da escola, utilizando como base para elaboração, a abordagem de ensino ABP. A proposta incentivou o caráter investigativo da Química como ciência através de sua aplicação direta com o tratamento da água de abastecimento. A prática da coleta microbiológica ampliou a compreensão, mostrando a interconexão entre aspectos químicos e microbiológicos na avaliação da qualidade da água. A autora concluiu que a abordagem prática e interdisciplinar proporcionou aos alunos uma compreensão aprofundada da importância da qualidade da água e dos cuidados inerentes, enriquecendo sua visão sobre a preservação ambiental e a conformidade com normas e legislações.¹⁵

O presente trabalho teve como objetivo promover, entre os estudantes, a proatividade na comunicação dialógica acerca da temática da água, sob uma perspectiva social e transversal às diferentes áreas do conhecimento, com ênfase nas disciplinas de Química e de Biologia. Nesse contexto, o ensino-aprendizagem em Química, Saúde e Educação Socioambiental constituiu o eixo norteador das atividades desenvolvidas, envolvendo a análise de parâmetros químicos, físico-químicos, microbiológicos e propriedades organolépticas da água. Foram avaliados os parâmetros de condutividade elétrica, pH, OD, DBO, sólidos totais dissolvidos (STD) e coliformes termotolerantes, envolvendo três turmas da primeira série do ensino médio de um colégio estadual do Rio de Janeiro. Como tema gerador, utilizou-se

a qualidade da água da Lagoa de Jacarepaguá, localizada no entorno da escola, adotando-se a ABP como metodologia ativa para a condução do projeto.

2. Experimental

O projeto foi desenvolvido com três turmas da primeira série do ensino médio do Colégio Estadual Professora Maria Terezinha Carvalho de Machado, localizado no bairro de Jacarepaguá, no município do Rio de Janeiro (RJ), totalizando 74 estudantes, distribuídos em uma turma com 24 alunos e duas turmas com 25 alunos. As atividades contemplaram momentos teóricos, práticos e rodas de conversa, com vistas à contextualização da temática da água de forma interdisciplinar e participativa.

A etapa inicial foi realizada em sala de aula, com duração de 50 minutos, e consistiu na exposição dialogada dos conceitos relacionados aos estados físicos e às propriedades gerais e específicas da matéria, tendo a água como elemento central da discussão. Posteriormente, foi exibido o vídeo da música *Planeta Água*, de Guilherme Arantes (1982), como estratégia de sensibilização e contextualização da temática, favorecendo reflexões iniciais acerca da importância da água e de suas múltiplas relações com aspectos ambientais, sociais e científicos.^{16,17}

Após a exibição de uma reportagem em vídeo sobre a contaminação das Lagoas de Jacarepaguá,¹⁸ foi realizada uma roda de conversa com duração de 25 minutos, com o objetivo de problematizar a importância da água e apresentar a situação-problema proposta no projeto. Nesse momento, foram promovidos debates e reflexões acerca da poluição ambiental, com ênfase nos impactos sobre rios, lagos e lagoas, favorecendo a conscientização dos estudantes quanto às questões socioambientais relacionadas ao contexto local.

A terceira aula, de caráter expositivo e com duração de 50 minutos, consistiu na apresentação dos parâmetros a serem analisados posteriormente em laboratório, estabelecendo correlações com os conteúdos preconizados pela BNCC para a primeira série do ensino médio. Foram abordados conceitos relacionados à matéria, corpo, objeto, átomo, molécula e substância, bem como propriedades gerais, específicas e organolépticas, misturas, soluções, estados físicos da matéria, teoria ácido-base e cálculos envolvendo pH e concentração, visando à compreensão e classificação da qualidade da água da Lagoa de Jacarepaguá.

A quarta aula ocorreu no laboratório da escola e consistiu em uma atividade prática voltada à realização das análises físico-químicas da água coletada na Lagoa de Jacarepaguá, com duração de 50 minutos. Foram avaliados os parâmetros de condutividade elétrica, pH, OD, DBO e STD, possibilitando aos estudantes a aplicação prática dos conceitos discutidos em sala de aula.

Na quinta aula, também com duração de 50 minutos, os grupos apresentaram e discutiram os resultados obtidos nas análises realizadas, promovendo a socialização dos dados e a reflexão coletiva acerca da qualidade da água investigada. Como atividade de sistematização, os estudantes elaboraram um relatório individual, no qual registraram os resultados e as interpretações desenvolvidas ao longo do projeto.

Por fim, os alunos, organizados em 3 grupos de 8 integrantes, participaram da Feira de Ciências e Tecnologia em um estande representando a 1ª série do ensino médio da escola. Durante o evento, revezaram-se na apresentação dos parâmetros analisados e na realização de demonstrações práticas ao público. No âmbito da ABP, o desafio proposto foi verificar se a água da Lagoa de Jacarepaguá, situada no entorno da escola, atende aos padrões de qualidade estabelecidos pela Agência Nacional de Água (ANA).¹⁹ A culminância do trabalho ocorreu com a exposição dos resultados obtidos e a análise ao vivo de alguns parâmetros na Feira, destacando a participação ativa dos estudantes em todas as etapas do projeto.

2.1. Coleta da água

Devido à irregularidade do terreno da região do entorno da Lagoa de Jacarepaguá, com a característica pantanosa, isto é, com muita lama, não foi possível a participação dos alunos na etapa de coleta das amostras de água. A coleta e o armazenamento da amostra da lagoa foram realizados utilizando uma garrafa de politereftalato de etileno (PET). O preparo da garrafa PET para a coleta consistiu em sua higienização com água filtrada fervente, e posterior secagem, procedimento repetido por três vezes consecutivas. Para a análise qualitativa e comparativa, também foram coletadas amostras de água do bebedouro e de uma torneira da escola.

2.2. Análise das propriedades organolépticas da água da lagoa

A análise das propriedades organolépticas, cor e odor, da água da lagoa foi realizada juntamente com a análise de uma amostra de água do bebedouro e de uma amostra da água da torneira, ambas da mesma escola, com o objetivo de comparar e mostrar a diferença existente entre a água da lagoa e estas duas outras amostras. Todas as demais análises foram realizadas apenas com a amostra de água da lagoa.

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados foram condutividade, pH, OD, DBO, STD e coliformes termotolerantes. As análises das amostras de água foram executadas no laboratório do colégio, com a participação direta dos alunos da turma, propiciando aos mesmos, maior contato e interação com as amostras, análises e resultados; aproximando a prática da teoria e do cotidiano dos alunos.

2.3. Determinação da condutividade

A presença dos íons nas amostras de água foi determinada por meio da utilização de um condutivímetro didático confeccionado para este trabalho, baseado no condutivímetro pedagógico desenvolvido pelo projeto Reciclab da UFRJ (Figura 1).²¹ A análise foi feita pela intensidade do brilho da lâmpada, assim, o brilho mais intenso é resultado da maior presença de íons na amostra de água. O resultado foi a análise visual do brilho comparativo para as águas da lagoa, do bebedouro e da torneira.

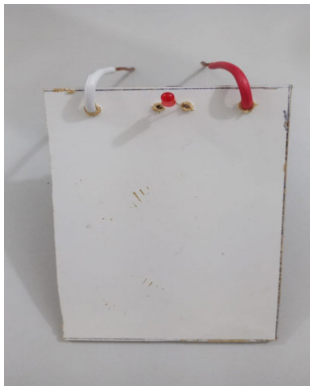


Figura 1. Condutivímetro didático confeccionado para este trabalho

2.4. Determinação do pH

Para determinar o pH, foi usado o *Ecokit* teste comercializado pela *AlfaKit*,²² usando o procedimento sugerido pela *Alfakit* (Quadro 1). O reagente indicador de pH é constituído por vermelho de metila P. A. 0,2% (m/v), (pH 4,4 a 6,2); vermelho de fenol P. A. 0,1% (m/v), (pH 6,8 a 8,4) e azul de bromotimol P. A. 0,2% (m/v), (pH 6,0 a 7,6) e álcool etílico P. A. 99,0% (v/v), (pH 6,0 a 8,0).

Quadro 1. Procedimento de medida do pH com o *Ecokit* Teste, adaptado da *Alfakit*²²

1. Adicionar 5 mL da amostra até a marca da cubeta;
2. Acrescentar 1 gota do reagente pH, fechar e agitar;
3. Abrir a cubeta, posicionar sobre a cartela de cores e fazer a comparação da cor.

O pH também foi medido utilizando repolho roxo como indicador, acessível e de baixo custo. O repolho roxo contém pigmentos, as antocianinas, que são capazes de modificar sua estrutura e, por conseguinte, mudar a coloração de acordo com o meio ácido ou básico em que se encontram. Em água com pH neutro = 7, esse indicador tem coloração roxa, mas muda para púrpura em solução ácida (pH < 7) e para verde em solução básica (pH > 7); em solução fortemente básica, torna-se amarelo.²³ O procedimento desse preparo encontra-se detalhado no Quadro 2.

Quadro 2. Procedimento do preparo do indicador de repolho roxo²³

1. Triturar um quarto de um repolho roxo com 1 litro de água no liquidificador.
2. Peneirar e filtrar, garantindo a retirada de qualquer pedaço de repolho.

2.5. Determinação do Oxigênio Dissolvido (OD)

Para determinar o OD, foi usado o *Ecokit* Teste comercializado pela *AlfaKit*, seguindo o procedimento experimental sugerido no manual do *Ecokit* Teste (Quadro 3). O reagente 1 corresponde ao sulfato de manganês(II) monohidratado ($MnSO_4$), com concentração superior a 36% (m/v). O reagente 2 é composto por hidróxido de sódio (NaOH) a 50% (m/v) e iodeto de potássio (KI) a 15% (m/v). O reagente 3 consiste em ácido sulfâmico (NH_2SO_3H), com pureza de 99,85% (m/m).

Quadro 3. Procedimento de determinação do OD com o *Ecokit* Teste, adaptado da *Alfakit*²²

1. Preencher a cubeta pequena com a amostra, deixando o líquido escorrer cuidadosamente pelas paredes internas.
2. Acrescentar uma gota do reagente 1, fechar a cubeta evitando bolhas e agitar.
3. Acrescentar duas gotas do reagente 2, fechar novamente a cubeta, evitando bolhas, e agitar.
4. Adicionar uma medida rasa da pazinha nº 2 do reagente 3, e agitar até dissolver.
5. Abrir a cubeta, posicioná-la sobre a cartela de cores e realizar a comparação visual da coloração obtida.

2.6. Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Para determinar a DBO, foi usado o *Ecokit* Teste comercializado pela *AlfaKit*, seguindo o procedimento experimental adaptado do manual do *Ecokit* Teste (Quadro 4).

Quadro 4. Procedimento de determinação da DBO com o *Ecokit* Teste, adaptado da *Alfakit*²²

1. Transferir um volume conhecido da amostra para um frasco de vidro ou polietileno e completar o volume com água de diluição.
 2. Medir OD inicial.
 3. Armazenar a amostra a 20 °C por um período de 5 dias.
 4. Medir o OD final, empregando a Equação 1:
- $$DBO \text{ (mg/L)} = (OD \text{ inicial} - OD \text{ final}) \times P$$
- Em que P corresponde ao fator de diluição da amostra

2.7. Determinação de sólidos totais dissolvidos (STD)

Os STD são a soma de todos os constituintes químicos dissolvidos na água. O STD é principalmente medido por meio do método gravimétrico. O procedimento experimental da determinação de sólidos totais dissolvidos foi baseado no

procedimento da “*Standard Methods For The Examination of Water and Waste Water*” (Quadro 5).²⁵

Quadro 5. Procedimento para a determinação de STD adaptado da *Standard Methods For The Examination of Water and Waste Water*²⁵

1. Lavar uma caneca de ferro com tampa utilizando água corrente e detergente neutro, repetindo o procedimento quatro vezes.
2. Aquecer a caneca de ferro com tampa por uma hora, em estufa ou fogão elétrico portátil, à temperatura de 103–105 °C.
3. Esfriar a caneca de ferro com tampa até atingir a temperatura ambiente.
4. Pesar a caneca de ferro com a tampa e registrar o valor obtido (P1), em gramas.
5. Homogeneizar a amostra de água coletada na lagoa, agitando o frasco que a contém.
6. Medir 100 mL da amostra e transferi-los para a caneca de ferro.
7. Repetir o procedimento de aquecimento descrito no item 2, utilizando a caneca de ferro com a amostra.
8. Pesar a caneca de ferro com a tampa e registrar o valor obtido (P2), em gramas. Em seguida, calcular e expressar o resultado em mg L⁻¹.

Cálculo de quantificação dos sólidos (Equação 2):

Miligramas de sólidos totais / Litro = (P2 – P1) x 1000 / Volume da amostra em litros

Quadro 6. Procedimento para determinação de coliformes totais e *Escherichia coli* com o *Ecokit* Teste, adaptado da *Alfakit*²²

1. Pegar a cartela microbiológica tocando apenas na parte acima do picote;
2. Introduzir a cartela na amostra a ser analisada até o picote e aguardar umedecer;
3. Retirar a cartela da amostra e o excesso de água com movimentos bruscos;
4. Recolocar a cartela na embalagem plástica e retirar a parte do picote sem tocar no restante;
5. Colocar a cartela dentro da microestufa;
6. Aguardar 24 horas para o crescimento das colônias no Colipaper;
7. Passado o tempo necessário, retirar a microestufa da tomada, abrir e retirar a cartela. Fazer a contagem das colônias que cresceram;
8. Multiplicar o número de colônias pelo fator de correção 80. Resultado expresso em UFC*/100 mL.

*UFC – Unidade Formadora de Colônia

2.8. Determinação de coliformes termotolerantes

Para a determinação de coliformes totais e *Escherichia coli* foi utilizado o *Colipaper* e uma microestufa, ambos do *Ecokit* Teste, kit para educação ambiental e monitoramento da água, da *Alfakit*. O *Colipaper* é o kit microbiológico utilizado para determinação simultânea de *Escherichia coli* e coliformes totais no meio de cultura em *Dipslide* de papel, é apropriado para análise de água e de efluentes, dentre outras matrizes. O meio de cultura utilizado é o *Agar chromocult* Coliformes da Merck. A microestufa usada para a incubação das amostras também foi obtida da *Alfakit*, dispondo de um termômetro de 0 a 70 °C. O procedimento experimental encontra-se no Quadro 6.²²

3. Resultados e Discussão

Os conceitos envolvidos na teoria das noções de matéria, corpo, objeto, átomo, molécula e substância; propriedades gerais, específicas e organolépticas; misturas; soluções,

estados físicos da matéria; bem como a teoria ácido base e os cálculos de pH e de concentrações, dentre outros, são de difícil assimilação, principalmente por causa da sua abstração. A utilização da metodologia da ABP aproxima o aluno desses conteúdos na prática, estimulando o raciocínio e a reflexão, por conseguinte, a compreensão desses conceitos preconizados pela BNCC.^{14,25}

As três primeiras etapas do projeto envolveram o uso de música temática durante a exposição teórica dos conceitos, a exibição de um vídeo sobre a contaminação da Lagoa de Jacarepaguá, com o objetivo de contextualizar o tema e apresentar o problema, além de aulas de caráter expositivo abordando os conceitos químicos necessários para a compreensão e classificação da qualidade da água da lagoa. Essas etapas iniciais promoveram debates acerca da problemática da poluição ambiental, com ênfase em lagos e lagoas, além de contribuir para o fortalecimento de conteúdos químicos previstos no currículo do ensino médio.

Na etapa seguinte, os alunos realizaram a parte prática de avaliação da qualidade da água da Lagoa de Jacarepaguá. A Tabela 1 reúne os resultados obtidos para todos os parâmetros analisados da amostra da água da lagoa, os quais, foram discutidos individualmente.

Tabela 1. Resultados obtidos para cada parâmetro analisado, acompanhados dos respectivos valores de referência estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (resolução do CONAMA)

Parâmetro	Valor Encontrado	Limite CONAMA n° 357/2005 (Água Salobra, Classe 2)
OD	8 mg L ⁻¹	4,0 mg L ⁻¹ (mínimo)
DBO	300 mg L ⁻¹	Não há limite específico para essa classe
STD	300 mg L ⁻¹	500 mg L ⁻¹ (máximo)
pH	7,0	6,5 a 8,5
Coliformes Termotolerantes	640 UFC/100 mL	2500 UFC/100 mL

3.1. Percepção das propriedades organolépticas da água

A água limpa é incolor, inodora e insípida e a sua alteração pela ação humana, modifica essas propriedades, tornando-a imprópria para o consumo. As propriedades organolépticas foram avaliadas para a amostra da água da lagoa e da torneira da escola para fins comparativos (Figura 2). Vários trabalhos relatam que a principal contaminação da Lagoa de Jacarepaguá ocorre principalmente pelo lançamento irregular de esgoto doméstico e de efluentes industriais.^{2,26-27}

Foi nítida a diferença de cor e de odor entre as amostras de água potável e a da lagoa. A cor foi a propriedade física mais evidente; a amostra de água da lagoa estava visualmente turva e não inodora, diferentemente das amostras do bebedouro e da torneira, que se encontravam incolor, inodora e insípida. A cor de uma amostra de água pode ser definida pelo grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la em decorrência da presença de sólidos dissolvidos, especialmente material coloidal orgânico e inorgânico. A coloração tem muitas vezes um efeito repulsivo visual na população.²⁰

3.2. Determinação da condutividade

A condutividade elétrica é uma medida da concentração de íons em solução presentes na água. Este parâmetro, apesar de não prever quantidades reais da concentração de um íon, fornece uma estimativa da salinidade total, o que pode sugerir a origem e o grau de contaminação da água.²⁴ De acordo com o CONAMA, a água de um rio, lago ou lagoa que apresenta condutividade menor que $200 \mu\text{S cm}^{-1}$ apresenta uma boa possibilidade de captação para o abastecimento, pois a concentração de sais é da ordem de 100 mg L^{-1} .²⁴ Os sais mais importantes que favorecem a condutividade em água natural são os sais de potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg) na forma de sulfatos (SO_4^{2-}), cloretos (Cl^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e bicarbonatos (HCO_3^-). Isso é devido aos despejos oriundos, em sua maioria, de residências, constituídas de urina, de fezes, de restos de alimentos, de

sabão, de detergentes e de águas de lavagem, com elevada quantidade de matéria orgânica, colaborando para a entrada dessas espécies iônicas na Lagoa de Jacarepaguá.²⁴ Altos níveis de condutividade podem indicar grande concentração ($\geq 5000 \text{ mg L}^{-1}$) de sólidos dissolvidos na água, portanto, um potencial para ser um indicador de poluição. Por outro lado, níveis muito baixos ($< 1500 \text{ mg L}^{-1}$) podem limitar o crescimento da vida aquática.²⁹ A Figura 3 mostra a condutividade analisada na água do bebedouro e na água da Lagoa de Jacarepaguá.

Conforme mostrado na Figura 3, a intensidade de luminosidade significativamente maior observada na água da Lagoa de Jacarepaguá deve-se à elevada concentração de íons presentes, resultante principalmente de contaminantes oriundos dos diversos despejos em seu corpo hídrico. Em contraste, a água do bebedouro, por ser tratada, contém poucos sais dissolvidos e, portanto, apresenta baixa condutividade elétrica, refletindo em menor intensidade de luminosidade. Essa análise despertou grande interesse nos alunos, levando-os a estabelecer relações entre diferentes meios, como a solução de sal de cozinha em água e o vinagre, e a intensidade da luminosidade, associando-a à quantidade de íons presentes. A partir dessa abordagem qualitativa e comparativa, evidenciou-se o conhecimento construído pelos próprios estudantes.

3.3. Determinação do pH

A Resolução CONAMA nº 357/2005 estipula que o valor do pH, para água salobra, deve estar entre 6,5 e 8,5 para proteção da vida aquática.²⁴ Neste trabalho, a determinação do pH foi feita pelo procedimento do *Ecokit* teste da *Alfakit* e utilizando uma solução de extrato de repolho roxo, o indicador de baixo custo e acessível, bem aplicável às escolas. O repolho roxo contém pigmentos, as antocianinas, as quais, são capazes de modificar a sua estrutura molecular e, por conseguinte, mudar a coloração de acordo com o meio ácido ou básico em que se encontram. As antocianinas são pigmentos fenólicos localizados principalmente nos vacúolos das células vegetais,

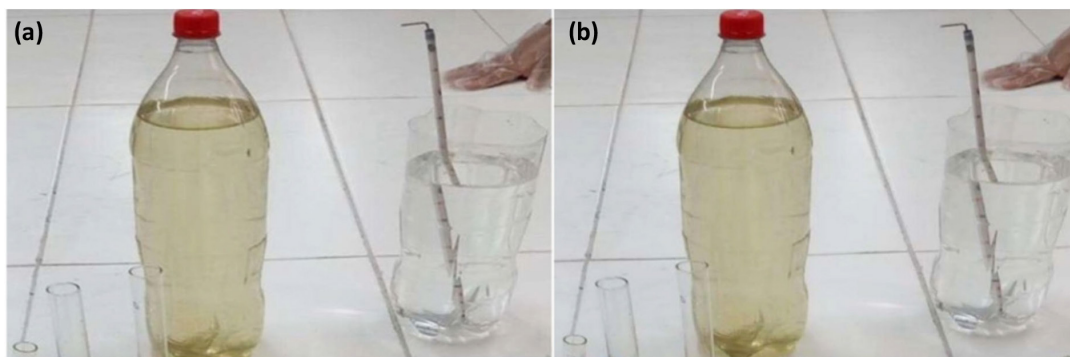


Figura 2. Avaliação qualitativa comparativa das propriedades organolépticas entre: (a) água da Lagoa de Jacarepaguá e água da torneira da escola; e (b) água da Lagoa de Jacarepaguá e água do bebedouro

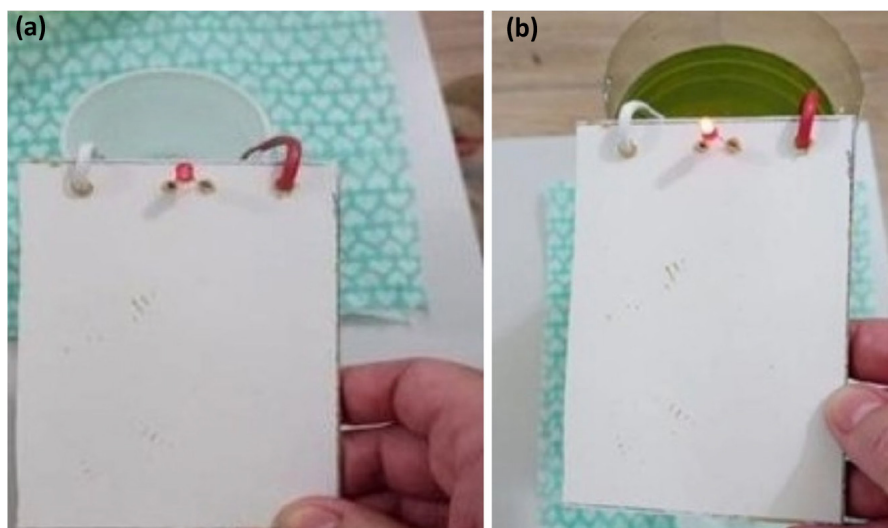


Figura 3. Determinação da condutividade elétrica em amostras de água: (a) bebedouro da escola (imagem à esquerda) e (b) Lagoa de Jacarepaguá (imagem à direita)

sobretudo de frutos, flores, folhas e caules jovens de muitos vegetais, tais como uvas, jaboticabas, amoras, beterrabas etc.²³

O valor de pH obtido foi 7 em ambos os métodos de medição: pelo teste colorimétrico da *Ecokit* e pelo indicador de repolho roxo (Figura 4). Esse resultado, caracterizado como pH neutro, encontra-se em conformidade com o valor estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/2005.²⁴

3.4. Determinação do OD e da DBO

O OD na água pode variar significativamente dependendo de fatores como temperatura, pressão atmosférica, salinidade e presença de matéria orgânica. Em águas limpas e bem oxigenadas, quanto maior a concentração de oxigênio dissolvido, melhor a qualidade da água, o que suporta uma ampla variedade de vida aquática. Por outro lado, em ambientes poluídos ou onde há decomposição de matéria orgânica em excesso, os níveis de OD podem diminuir, criando condições de hipóxia ou até anoxia, o que pode ser

prejudicial ou fatal para muitas espécies aquáticas. Medir o oxigênio dissolvido é fundamental para monitorar a qualidade da água em ecossistemas naturais, reservatórios, lagos, rios etc.²⁸

A análise da DBO indica a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica na água. O método padrão para a determinação da DBO consiste na incubação de amostras por um período de 5 dias, mantidas sob temperatura de 20 °C, durante o qual se avalia a variação na concentração de OD ocasionada por microrganismos à medida que degradam a matéria orgânica em uma amostra mantida nas condições de tempo e de temperatura citadas. Dessa maneira, é medido o OD antes e depois do período de incubação, e calculada a DBO a partir da diferença entre esses valores. Nesse período, ocorrerá redução do teor de OD na água, consumido para satisfazer as reações bioquímicas de decomposição de compostos orgânicos biodegradáveis. Com isso, quanto maior for a quantidade de matéria orgânica biodegradável nas amostras, maior será o consumo de

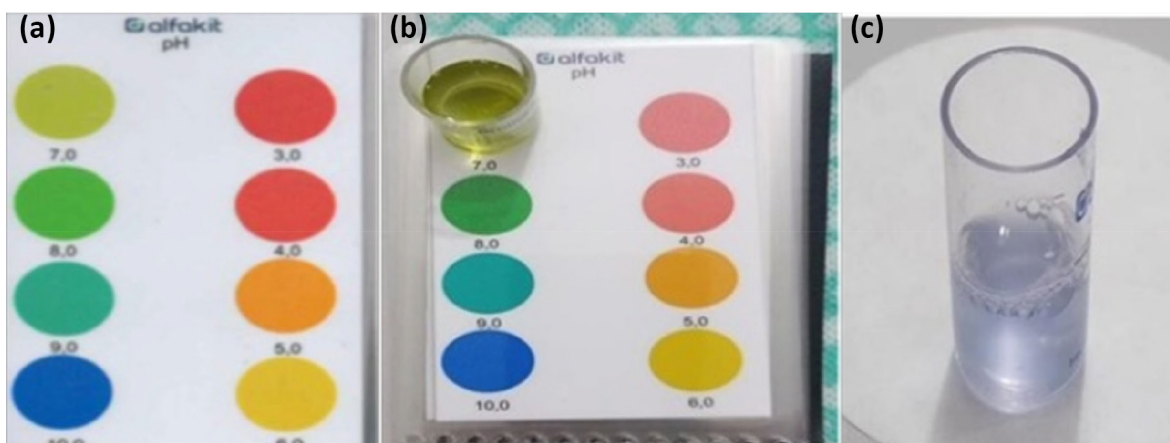


Figura 4. Determinação do pH na água da lagoa por meio de teste colorimétrico da *Alfakit*: (a) tabela de referência; (b) resultado indicando pH 7; e (c) determinação de pH 7 utilizando o repolho roxo como indicador natural

oxigênio durante os 5 dias de incubação e, portanto, maior será o valor da DBO. Neste trabalho, a partir da determinação do oxigênio dissolvido, foi calculada a DBO. As Figuras 5a e 5b ilustram, respectivamente, o OD inicial e o OD medido cinco dias após a primeira análise.

O método descrito na NBR 12614/1992, para determinação da DBO em amostras líquidas — incluindo efluentes domésticos e industriais, lodos e água do mar — recomenda que a água destilada seja armazenada a 20 °C, no escuro, em recipiente de vidro com tampa de algodão, por 24 horas, a fim de promover sua saturação com oxigênio. Alternativamente, a água pode ser saturada por meio da aeração com ar comprimido limpo, usar bomba de ar, e aguardar por, aproximadamente, 30 minutos para evitar o uso da água supersaturada em oxigênio. A referida norma também apresenta as variações do método de quantificação da DBO, adaptando-o aos diferentes tipos de amostras, sendo eles determinados como: método A – incubação sem diluição; método B – incubação com diluição; método C – incubação com diluição e sementeira e; método D – suspensão e incubação com diluição e sementeira. Este trabalho se baseou no método B (Quadro 4).²⁹

O OD inicial medido na amostra da Lagoa de Jacarepaguá foi de 9 mg L⁻¹ (Figura 5a). Após cinco dias, o OD final foi de 8 mg L⁻¹ (Figura 5b). O fator de diluição adotado foi 300, uma vez que 1,0 mL da amostra foi diluído em 300 mL. A demanda bioquímica de oxigênio (DBO), calculada a partir da variação do OD, foi de 300 mg L⁻¹, conforme a Equação 1.

A DBO típica de esgotos domésticos, principal fonte de contaminação de lagos, situa-se em torno de 300 mg L⁻¹. A Resolução CONAMA nº 357/2005, estabelece para águas salobras de classe 2 (categoria na qual se enquadra a lagoa estudada) um valor mínimo de OD não inferior a 4 mg L⁻¹ em qualquer amostra.

A redução da concentração de oxigênio dissolvido ocorre como consequência da atividade respiratória das bactérias durante a estabilização da matéria orgânica biodegradável. Dessa forma, OD e DBO são parâmetros interligados, e a

avaliação da presença de matéria orgânica na água pode ser realizada por meio da medição do consumo de oxigênio.

Embora a Resolução não estabeleça limites para a DBO, a literatura indica que, em ambientes naturais não poluídos, sua concentração deve ser baixa, variando entre 1 e 10 mg L⁻¹. Uma DBO elevada, como a observada na amostra da Lagoa de Jacarepaguá, indica a presença de grande quantidade de matéria orgânica, que consome o oxigênio dissolvido e resulta em baixa concentração de OD.

$$DBO = (OD_{\text{inicial}} - OD_{\text{final}}) * P \quad (1)$$

P = Fator de diluição da amostra.

Portanto,

$$DBO = (9 - 8) * \left(\frac{300}{1}\right) = 300 \text{ mg L}^{-1}$$

3.5. Determinação de Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

A matéria sólida total em águas residuárias pode ser definida como a matéria que permanece como resíduo após evaporação a 103 °C. 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. Estes sólidos não podem ser removidos pelos tratamentos físico-químicos convencionais, salientando a importância dos tratamentos biológicos. A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos).^{29,31}

A presença de sólidos nas águas, além de afetar a qualidade visual, pode também alterar a composição físico-química do ambiente aquático prejudicando a fauna e a flora locais.²⁴ Ademais, as águas com sólidos em suspensão são esteticamente inadequadas para balneabilidade.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que sólidos flutuantes devem estar virtualmente ausentes dos

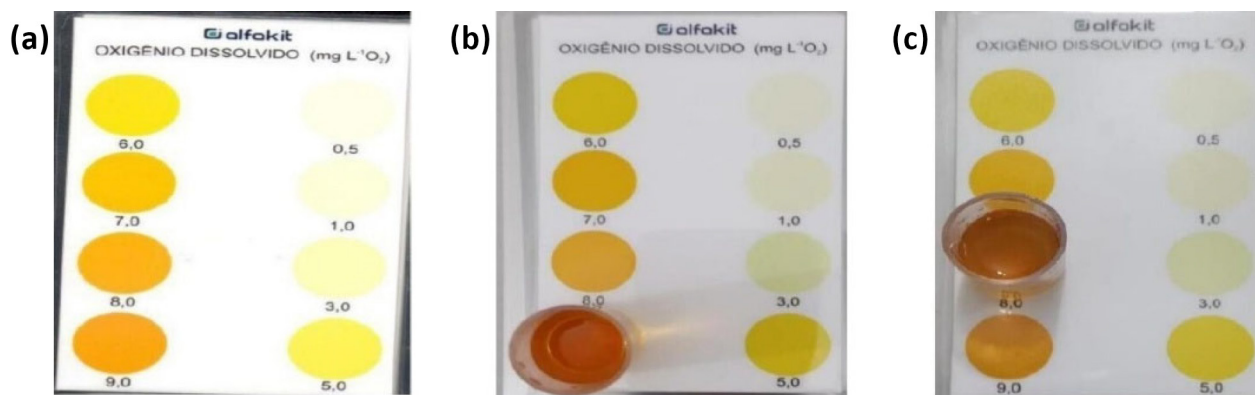


Figura 5. Determinação do oxigênio dissolvido (OD) na água da lagoa por meio do teste da *Alfakit*: (a) padrão de cores; (b) medida inicial de OD (9 mg L⁻¹); e (c) medida de OD após 5 dias (8 mg L⁻¹)

corpos hídricos, bem como os materiais que formem depósitos objetáveis. Além disso, para corpos d'água enquadrados como Classe 2, são estabelecidos teores máximos de STD inferiores a 500 mg L^{-1} .²⁴

A quantificação dos sólidos foi realizada pelo método gravimétrico (Equação 2). A massa da caneca de ferro previamente pesada foi de 40,00 g (P1), a massa da caneca com a amostra de água após evaporação foi 40,03 g (P2). O resultado obtido para a quantificação dos sólidos foi de 300 mg L^{-1} , o que corresponde a um valor dentro da faixa preconizada pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para corpos hídricos de Classe 2.²⁴

$$\begin{aligned} \text{Miligramas de sólidos / Litro} &= \frac{(P2 - P1) \times 1000}{\text{volume da amostra em litros}} \quad (2) \\ &= \frac{(40,03 - 40,00) \times 1000}{0,1} = \frac{30}{0,1} = 300 \text{ mg L}^{-1} \end{aligned}$$

3.6. Determinação de coliformes termotolerantes

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, coliformes totais e *Escherichia coli* são microrganismos comumente presentes em águas poluídas e amplamente utilizados como indicadores da qualidade microbiológica. Quando detectados em concentrações elevadas, indicam contaminação por fezes humanas ou animais, representando risco à saúde pública devido à possível transmissão de doenças. Sua identificação permite localizar fontes de contaminação e orientar ações adequadas de tratamento e saneamento.²⁴

A coloração azul ou rosada observada no ágar *Chromocult* resulta da presença de substratos cromogênicos que reagem com enzimas específicas de microrganismos do grupo dos coliformes. Bactérias como *Escherichia coli* produzem β -galactosidase, capaz de metabolizar esses substratos e gerar a coloração característica, facilitando sua identificação. Na cartela analisada, foram observadas 8 colônias (Figura 6), sendo cada uma correspondente a UFC no volume examinado.

Considerando o fator de conversão 80, definido pelo método, obteve-se o resultado de 640 UFC/100 mL (Equação 3). Embora esse valor esteja abaixo do limite de 1000 UFC/100 mL para recreação de contato primário, ele ainda sugere possível contaminação por esgoto.^{24,30}

$$\begin{aligned} \text{UFC/100 mL} &= \text{número de colônias} \times \text{fator de conversão} \quad (3) \\ \text{UFC/100 mL} &= 8 \times 80 = 640 \text{ UFC/100 mL} \end{aligned}$$

3.7. Avaliação do processo ensino-aprendizagem

A culminância deste trabalho se deu com a participação efetiva dos alunos na Feira de Ciências da Escola. Os alunos foram divididos em 3 grupos de 8 alunos, sendo que cada grupo elaborou e apresentou um cartaz temático. No primeiro cartaz, os alunos abordaram os conceitos relacionados à condutividade e aos sólidos totais dissolvidos. No segundo, foram apresentados os conceitos de OD e DBO. Já no terceiro cartaz, os alunos discutiram os conceitos de acidez e basicidade, pH e análise microbiológica da água, com ênfase nos coliformes termotolerantes.

Além da exposição teórica, os alunos realizaram demonstrações práticas de algumas análises, como a medição de condutividade e de pH, além das características organolépticas das amostras da água coletada da Lagoa de Jacarepaguá comparando com as de água do bebedouro e da torneira da escola. Este último parâmetro foi apresentado por todos os grupos.

Desta forma, os alunos e a comunidade escolar puderam constatar que o método empregado para cada parâmetro era eficaz e a química é muito importante para a vida. A cada grupo de visitantes que chegava ao estande, todo o processo era repetido, ou seja, tanto a explicação dos cartazes quanto a experimentação. É importante ressaltar, que os alunos utilizaram luvas e jaleco durante os experimentos, a fim de evitar o contato dos reagentes com a pele e reforçar a importância da proteção individual. A desenvoltura dos

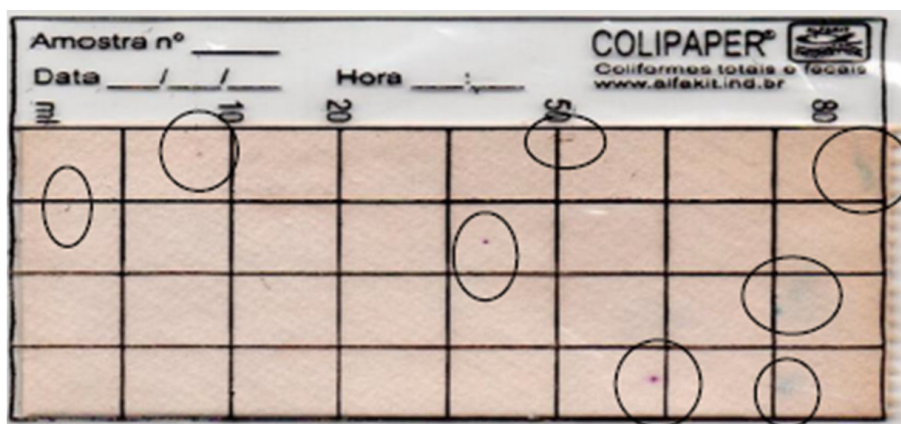


Figura 6. Colipaper utilizado na detecção de coliformes totais e fecais da água da Lagoa de Jacarepaguá²²

alunos observada durante o evento demonstrou domínio dos conceitos trabalhados, evidenciado pela capacidade de explicá-los a colegas, professores e à comunidade escolar. A atividade alcançou cerca de 85% dos estudantes dos três turnos, em um universo de 1.854 alunos matriculados na escola.

Os alunos demonstraram alta motivação e interesse ao longo de todas as etapas do trabalho, especialmente durante a Feira. A participação ativa e o engajamento evidenciaram seu protagonismo na construção do conhecimento. A aplicação do método de ABP estimulou a investigação, o trabalho colaborativo e a resolução de situações reais, promovendo a autonomia e o desenvolvimento do pensamento crítico.⁹

4. Conclusão

Este trabalho promoveu uma nova dinâmica em sala de aula, na qual conceitos de propriedades gerais, específicas e organolépticas, além da teoria ácido-base e de cálculos de pH e concentração, foram abordados no contexto da ABP. A qualidade da água da Lagoa de Jacarepaguá foi utilizada como tema contextualizador, contribuindo para despertar o interesse dos alunos pela ciência e pela pesquisa.

As análises da água da Lagoa de Jacarepaguá indicaram que o pH (7,0) está dentro da faixa considerada adequada (6,5-8,5), evidenciando equilíbrio entre acidez e basicidade. O OD apresentou valor superior ao mínimo exigido pela legislação (8 mg L⁻¹). Em contrapartida, a DBO mostrou-se elevada (300 mg L⁻¹), indicando grande quantidade de matéria orgânica a ser degradada, o que pode reduzir a disponibilidade de oxigênio para os organismos aquáticos, como os peixes.

A concentração de STD (300 mg L⁻¹) foi considerada elevada em relação ao recomendado pela Resolução CONAMA n° 357/2005, que prevê valores virtualmente ausentes, possivelmente refletindo a influência de esgoto doméstico. A presença de coliformes termotolerantes (640 UFC/100 mL) reforça essa hipótese de contaminação, ainda que o valor esteja abaixo do limite legal (< 1000 UFC/100 mL). Esse resultado é coerente com os níveis elevados de sólidos totais observados na amostra.

A utilização de um kit comercial para o monitoramento de pH, OD, DBO, STD e coliformes termotolerantes na água da Lagoa de Jacarepaguá, localizada no entorno da residência e da escola dos alunos, mostrou-se adequada para fins didáticos. Além disso, contribuiu para a compreensão da importância do controle da qualidade da água e para a conscientização sobre o exercício da cidadania na preservação ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) e

à Direção do Colégio Estadual Professora Maria Terezinha Carvalho de Machado. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências Bibliográficas

1. Stuart, R. C.; Marcondes, M. E. R.; O processo de Reflexão Orientada na Formação Inicial de um Licenciando de Química Visando o Ensino por Investigação e a Promoção da Alfabetização Científica. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências* **2018**, *20*, e9666, 1. [Crossref]
2. Souza, F. P. de; Azevedo, J. P. S.; Panorama das Lagoas Urbanas no Rio de Janeiro: Aspectos Relevantes na Gestão das Lagoas Rodrigo de Freitas, Araruama e Complexo Lagunar de Jacarepaguá. *Engenharia Sanitária Ambiental* **2020**, *25*, 197. [Crossref]
3. INEA do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.inea.rj.gov.br/>>. Acesso em: 29 setembro 2025.
4. Moscatelli, M.; A Realidade Desastrosa das Águas do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://revistaecologico.com.br/revista/edicoes-anteriores/edicao-92/a-realidade-desastrosa-das-aguas-do-rio-de-janeiro/>>. Acesso em: 29 setembro 2025.
5. Washington Post. The lagoon in front of Rio's Olympic Park is so filthy the fish are dying. Disponível em: <https://www.washingtonpost.com/world/the_americas/the-lagoon-in-front-of-rios-olympic-park-is-so-filthy-the-fish-are-dying/2016/07/20/fcffe98-4cfe-11e6-bf27-405106836f96_story.html>. Acesso em: 21 outubro 2025.
6. G1. Especialistas dizem que manobra da Ceda e contra a geosmina pode piorar a qualidade da água no RJ. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2021/04/06/manobra-da-ceda-contra-a-geosmina-pode-piorar-a-qualidade-da-agua-no-rj-dizem-especialistas.ghtml>>. Acesso em: 01 dezembro 2025.
7. Ministério da Educação e Cultura. Disponível em: <<https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 20 de setembro 2025.
8. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/ods/ods6.html>>. Acesso em: 30 junho 2025.
9. Rodrigues, A. S.; Coutinho, D. G.; Metodologias Ativas da Educação: Aprendizagem Baseada em Problemas. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação* **2025**, *11*, 2243. [Crossref]
10. Lopes, R. M.; Filho, M. V. S.; Alves, N. G.; *Aprendizagem Baseada em Problemas: Fundamentos para a Aplicação no Ensino Médio e na Formação de Professores*, 1a. ed., Publíki: Rio de Janeiro, 2019.
11. Silva, P. S.; Mortimer, E. F.; O Projeto Água em Foco Como uma Proposta de Formação no PIBID Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência. *Química Nova na Escola* **2012**, *34*, 240. [Link]

12. Anacleto, R. G.; Bilotta, P.; Uma Abordagem Interdisciplinar Sobre Qualidade da Água como Estratégia para o Ensino de Ciências. *Revista Virtual de Química* **2015**, *7*, 2622. [Crossref]
13. Pedroso, A. C.; Silva J. C.; Costa, M. S.; *Anais do 4º Ciclo de Debates e Palestras em Química*, Urutá, Brasil, 2016.
14. Silva, E. L.; Ribeiro, S. P. S.; Souza, R. M.; Rezende, M. J. C.; Aprendizagem Baseada em Problemas Utilizando a Avaliação da Qualidade da Água para o Ensino dos Conceitos de Teoria Ácido-Base e Soluções. *Revista Virtual de Química* **2021**, *13*, 812. [Crossref]
15. Alves, E. L.; *Trabalho de Conclusão de Curso*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2023. [Link]
16. Youtube. Planeta Água - Guilherme Arantes. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=oPwnAq2xMUg>>. Acesso em: 13 março 2026.
17. Lesiuk, T.; The Effect of Music Listening on Work Performance. *Psychology of Music* **2005**, *33*, 173. [Crossref]
18. Youtube. Condutivímetro – Projeto RECIBLAB. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IBZ2-LCiDBE>>. Acesso em: 10 outubro 2025.
19. Agência Nacional de Águas (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013. Disponível em: <<https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>>. Acesso em: 03 novembro 2025.
20. CETESB. Disponível em: <<https://www.cetesb.sp.gov.br/cetesb>>. Acesso em: 12 novembro 2025.
21. Youtube. Condutivímetro - Projeto RECICLAB. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IBZ2-LCiDBE>>. Acesso em: 12 novembro 2025.
22. Alfakit. Disponível em: <https://alfakit.com.br/loja/?sf_s=ecokit%20t%C3%A9cnico%20pH>. Acesso em: 15 março 2025.
23. Manual da Química. Indicador Ácido-Base com Repolho Roxo. Disponível em: <<https://www.manualdaquimica.com/experimentos-quimica/indicador-acido-base-com-repolho-roxo>>. Acesso em: 12 novembro 2025.
24. (a) Rebelo, L. P.; Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016. [Link]; (b) Resolução CONAMA. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/?id=450&option=com_sisconama&task=arquivo.download>. Acesso em: 22 junho 2026.
25. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Disponível em: <<https://www.standardmethods.org/doi/book/10.2105/smww.2882>>. Acesso em: 01 junho 2026.
26. Rodrigues, I. Y. D. C.; Campos, J. D. C.; Cavalcante, R. M.; Coutinho, A. C.; Netto, A. T.; Salomão, A. L. D. S.; Ecological Risk Assessment in Sediments from the Urbanized Lagoon of the Olympic Park. *Iranica Journal of Energy and Environment* **2020**, *11*, 287. [Crossref]
27. Ferrão-Filho, A.; Moscatelli, M.; Risco Recreacional Associado à Presença de Cianobactérias no Estuário do Complexo Lagunar da Baixada de Jacarepaguá, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *SciELO Preprints* **2020**. [Crossref]
28. Guimarães, J. R.; Nour, E. A. A.; Tratando Nossos Esgotos: Processos que Imitam a Natureza. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola* **2001**, ed. especial, 19. [Link]
29. Omer, N. H.; Em *Water Quality: Science, Assessments and Policy*; Summers, K., ed.; IntechOpen: Estados Unidos, 2019, ch. 1. [Crossref]
30. Von Sperling, M.; Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos; 2a ed., UFMG: Belo Horizonte, 1996.
31. Fiorucci, A. R.; Filho, E. B.; A importância do Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos. *Química Nova na Escola* **2005**, *22*, 10. [Link]