



EXPERIMENTAÇÃO EM MICROESCALA NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA ESTRATÉGIA SUSTENTÁVEL PARA LABORATÓRIOS DIDÁTICOS EM UM CAMPUS DA AMAZÔNIA LEGAL

Pollyanna A. do Nascimento¹; Irizádina M. S. Bandeira¹; Laura C. Silva¹; Vanessa L. Dias;
Evandro P. V. Filho¹; João A. T. Sousa¹

¹Instituto Federal do Acre, Campus Tarauacá.
joao.asousa@ifac.edu.br

Palavras-Chave: Experimentação Didática, Minimização de Insumos, Práticas Laboratoriais

Introdução

A experimentação no ensino de química é indispensável para a construção de conceitos abstratos e a aproximação dos estudantes com o método científico (Guimarães, 2009). Contudo, em instituições localizadas no interior da Amazônia Legal, como o IFAC – Campus Tarauacá, a prática pedagógica laboratorial enfrenta gargalos operacionais relevantes, incluindo altos custos logísticos e complexidade na aquisição de reagentes. Somado a isso, o gerenciamento de efluentes químicos representa um desafio ambiental expressivo. Nesse cenário, a química em microescala surge como uma alternativa viável e sustentável (Ibanez *et al.*, 2008), reduzindo a geração de resíduos e promovendo os princípios da Química Verde (Lenardão *et al.*, 2003). Nesse contexto, a química em microescala pode viabilizar as práticas experimentais de maneira sustentável e enriquecedora. A abordagem reduz o uso de insumos, diminui drasticamente a geração de efluentes nocivos e garante a segurança nos experimentos. O presente trabalho objetivou implementar e avaliar atividades experimentais em microescala voltadas às disciplinas de química do Ensino Médio Técnico Integrado do IFAC Tarauacá, demonstrando a viabilidade técnica, econômica e socioambiental do ensino prático em regiões de difícil acesso.

Material e Métodos

As atividades experimentais em microescala foram desenvolvidas no laboratório de química do IFAC – Campus Tarauacá com turmas do Ensino Médio Técnico Integrado do 1º ao 3º ano. A metodologia baseou-se no emprego de pequenas quantidades de reagentes e no uso de vidrarias/materiais alternativos miniaturizados (placas de Petri como superfícies/cubas de reação, conta-gotas de polietileno (pipeta de Pasteur) e béqueres de 5 e 10 mL), estruturando-se nos seguintes procedimentos:

1. **Indicadores Colorimétricos de pH e Química Verde:** Avaliação do caráter ácido-básico de soluções de uso cotidiano (vinagre, produto de limpeza, sucos cítricos) pela adição de gotas de indicadores sintéticos (vermelho de metila, fenolftaleína e azul de



bromotimol) e de um indicador natural alternativo preparado a partir da extração etanólica da antocianina do açaí-solteiro (*Euterpe precatoria*), dispostos em placas de vidro.

2. Microcélulas Eletroquímicas e Pilha de Volta:

- *Microcélulas galvânicas*: Montagem de pilhas com béqueres de 10 mL, utilizando tiras de cobre e zinco imersas em soluções de CuSO_4 e ZnSO_4 salificadas por pontes salinas em papel de filtro.
- *Pilha de Volta*: Construção de uma coluna eletroquímica intercalando moedas de cobre e arruelas metálicas separadas por discos de papel toalha embebidos em solução salina (NaCl), permitindo a medição da diferença de potencial (d.d.p.) produzida com multímetro digital.

3. Reações de Simples e Dupla Troca:

- *Simples troca*: Reação de oxiderredução entre limalha/fios de magnésio e gotas de ácido clorídrico (HCl) para observação da liberação de efervescência de gás hidrogênio.
- *Dupla troca*: Mistura de gotas de soluções iônicas (como nitrato de prata e cloreto de sódio) diretamente em placa de Petri sobre fundo escuro para observação instantânea do precipitado insolúvel de AgCl .

4. Geração de Gases e Simulação de Chuva Ácida: Montagem de microcâmaras gasosas em placas de Petri seladas para simulação de acidificação atmosférica em duas etapas:

- Liberação de dióxido de enxofre (SO_2) pela reação entre bissulfito de sódio e ácido.
- Liberação de dióxido de carbono (CO_2) a partir da reação entre bicarbonato de sódio e vinagre (ácido acético).

Os gases liberados no ambiente interno fechado interagiram com gotas de solução do indicador azul de bromotimol, demonstrando a alteração de cor decorrente da formação de ácidos fracos no meio aquoso.

A eficiência do uso de reagentes e a redução de custos e efluentes foram mensuradas por comparação direta dos volumes aplicados em relação aos protocolos macroscópicos tradicionais.

Resultados e Discussão



A implementação da experimentação em microescala proporcionou uma redução média superior a 90% no volume de reagentes consumidos por bancada experimental. Enquanto a prática convencional de neutralização ou determinação de pH demanda de 5 mL a 10 mL por ensaio, o método miniaturizado utilizou apenas de 2 a 4 gotas (aproximadamente 0,1 mL a 0,2 mL) por reação. Essa diminuição drástica no consumo alinha-se diretamente aos princípios fundamentais da Química Verde, que priorizam a prevenção da poluição na fonte e a minimização do uso de insumos químicos (Lenardão *et al.*, 2003).

A utilização da tintura de açaí-solteiro (*Euterpe precatoria*) como indicador alternativo de pH demonstrou excelente sensibilidade e nitidez nas transições colorimétricas em meios ácido e básico. Esse resultado destaca a viabilidade pedagógica e econômica do emprego de extratos vegetais regionais em microescala para a contextualização de conceitos de equilíbrio químico.

Nas práticas de eletroquímica e reações de precipitação, o uso de placas de Petri e microplacas como suporte de reação permitiu a observação imediata dos fenômenos de oxiderredução e formação de precipitados. A observação de reações em superfícies reduzidas aumentou o foco e a atenção dos estudantes no detalhamento dos fenômenos, validando as proposições de Ibanez *et al.* (2008) sobre a eficiência didática da microescala em aumentar o engajamento discente sem prejuízo à compreensão teórica.

Sob o aspecto ambiental e de segurança, a geração de efluentes ao longo do período letivo foi mínima, eliminando a necessidade de estocar grandes volumes de resíduos perigosos no campus. Além disso, a manipulação de volumes reduzidos aumentou a confiança dos discentes e reduziu os riscos de acidentes de trabalho, propondo que a microescala é a alternativa ideal para contornar limitações de infraestrutura e garantir a biossegurança em laboratórios de ensino.

Conclusões

A experimentação em microescala provou ser uma estratégia altamente eficaz e sustentável para o ensino de química no Ensino Médio Técnico Integrado da Amazônia Legal. Embora a metodologia não elimine as barreiras logísticas de aquisição e entrega de insumos na região, a drástica redução no consumo individual permitiu otimizar o estoque disponível, garantindo a continuidade das aulas práticas por um período prolongado. Além disso, a sobra de reagentes viabilizou o compartilhamento de insumos com outros *campi* do IFAC, fortalecendo a cooperação institucional. Dessa forma, a abordagem aliou viabilidade prática, rigor científico e os princípios da Química Verde no cotidiano acadêmico do IFAC – Campus Tarauacá.

Agradecimentos



Ao Instituto Federal do Acre pelo apoio à infraestrutura dos laboratórios e pelo fomento às práticas de ensino.

Referências

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

LENARDÃO, Eder João et al. Green chemistry: os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

IBÁÑEZ, J. G., HERNÁNDEZ-ESPARZA, M., FREGOSO-INFANTE, A., SINGH, M. M. **Environmental chemistry: microscale laboratory experiments**. New York: Springer, 2008.