

## PRÁTICAS AMBIENTAIS IMPLEMENTADAS DE UM LABORATÓRIO DE INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR: UM ESTUDO DE CASO

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.14.23.I-016>

Cynthia Firmino Aires (\*), Fernando Henrique de Medeiros Fernandes, Handson Claudio Dias Pimenta

\*Instituto Federal do Rio Grande do Norte (aires.cynthia@gmail.com)

### RESUMO

Este estudo tem como objetivo identificar as práticas ambientais adotadas em um laboratório de instituição de ensino superior visando difundir sua adoção. Para tanto, foi desenvolvida uma abordagem qualitativa por meio de estudo de caso, utilizando múltiplas fontes de evidências, sendo elas: entrevistas, análise documental e observação. A transcrição das entrevistas, anotações de observação de campo e análise documental foram os resultados obtidos e utilizados no cruzamento das informações. Os principais resultados compreendem a identificação de quatro categorias de práticas ambientais realizadas pelo laboratório, a saber: gerenciamento de resíduos, gerenciamento de produtos/reagentes químicos, eficiência energética e a conservação da água. Os resultados de forma geral demonstraram práticas ambientais ainda simples e o laboratório foi considerado organizado apesar dos problemas apontados, tendo em vista que é notório as iniciativas da equipe de gestão em melhorar o desempenho ambiental do local. Este estudo contribui para o conhecimento com a identificação de práticas ambientais em laboratórios químicos, uma vez que demonstra os passos adotados pelo laboratório na busca por ações que reduzam o desperdício e melhoria da qualidade ambiental das atividades desenvolvidas, além de possibilitar que outros laboratórios similares possam seguir os mesmos procedimentos e conseguir ações mais sustentáveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Práticas ambientais, laboratório químico, ensino superior, estudo de caso.

### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a preocupação com a questão ambiental tem se tornado pauta crescente em diversos segmentos. De acordo com Dictoro, Lourenço e Malheiros (2023), as instituições de ensino, como entidade formadora, têm responsabilidade importante na busca por estratégias que minimizem o impacto ambiental de suas atividades. Dessa forma, as práticas ambientais trazem uma linha de pensamento que busca o equilíbrio das atividades desenvolvidas e os impactos causados ao meio ambiente. Nesse sentido, elas são aliadas, pois se caracterizam como ações ou processos desenvolvidos com o intuito de contribuir com o uso consciente dos recursos naturais finitos (MARTEEL-PARRISH; NEWCITY, 2017). Ademais, estratégias de gestão são visivelmente positivas quando compreendem a redução de custos como na aquisição de novos produtos, associadas a utilizar menos insumos e, conseqüentemente, uma menor geração de resíduos como apontam estudos de Cerezini, Amaral e Polli (2016).

Segundo Alves (2022), no âmbito de laboratórios de ensino e pesquisa, uma maior atenção é dada às práticas ambientais de gerenciamento de resíduos, ações de controle no consumo de água, busca pela eficiência energética e diminuição das emissões de gases atmosféricos. Dentro desse contexto, a questão norteadora deste estudo compreende: quais práticas ambientais implementadas no laboratório em estudo? Assim, esta pesquisa tem como objetivo identificar as práticas ambientais adotadas em um laboratório de instituição de ensino superior visando difundir sua adoção.

Por fim, esta pesquisa contribui para o conhecimento com a identificação de práticas ambientais em laboratórios físico-químicos, uma vez que demonstra os passos adotados pelo laboratório na busca por ações que reduzam o desperdício e melhora da qualidade ambiental das atividades desenvolvidas, proporcionando vantagens ambientais, econômicas e para a saúde humana (WOOLLIAMS; LLOYD; SPENGLER, 2005). Em complemento, pode representar uma questão norteadora para gestores de laboratórios similares seguir os mesmos procedimentos no que tange ao potencial de inovação e incorporação de concepções de modelos simples e sustentáveis (BERARDI; BRITO, 2015).

### METODOLOGIA

Esta pesquisa desenvolveu uma abordagem qualitativa por meio de estudo de caso que permitiu identificar as práticas ambientais que vêm sendo implementadas no laboratório. De acordo com Yin (2015), o estudo de caso possibilita incorporar múltiplas fontes de evidência aumentando a qualidade da pesquisa por fortalecer os dados coletados bem como permite a triangulação deles. Dessa forma, múltiplas fontes de evidências foram adotadas para a etapa de coleta de dados, sendo elas: entrevistas, análise documental e observação (YIN, 2015).

As entrevistas ocorreram de forma semiestruturada com o coordenador e um técnico de laboratório. Em seguida, uma análise de conteúdo conforme Bardin (2011) e Yin (2015) foi conduzida. A utilização de análise documental forneceu dados secundários trazendo mais evidências para a pesquisa. As informações documentais foram analisadas por meio de um checklist e compreenderam registros organizacionais como alvará de funcionamento, manual da qualidade, documentos atuais relevantes à questão ambiental e os que a organização pretendia implantar futuramente. A observação direta, por sua vez, consistiu na exploração e na descrição do ambiente em conjunto com suas atividades visando compreender o contexto real.

A transcrição das entrevistas, anotações de observação de campo e análise documental foram os resultados obtidos e utilizados no cruzamento das informações, bem como na elaboração do relatório de pesquisa (YIN, 2015).

## RESULTADOS

O laboratório em estudo atende às demandas de serviços e de pesquisa realizando análises de águas superficiais, águas para consumo humano, águas subterrâneas, efluentes industriais e águas produzidas da indústria do petróleo e solo. O quadro de colaboradores é composto por 1 coordenador, 1 gerente, 1 supervisor e aproximadamente 12 pessoas que compõem o corpo técnico.

Os principais resultados compreendem a identificação de quatro categorias de práticas ambientais realizadas pelo laboratório, a saber: gerenciamento de resíduos, gerenciamento de produtos/reagentes químicos, eficiência energética e a conservação da água (Quadro 1). De fato, esse resultado era esperado, tendo em vista que no contexto de laboratórios de análises físico-químicas, essas práticas devem ser mais enfatizadas quando relacionadas aos riscos ambientais (ALVES, 2022).

**Quadro 1. Categorias e práticas ambientais identificadas no laboratório. Fonte: Autor do trabalho.**

<b>Categorias</b>	<b>Práticas Ambientais Evidenciadas</b>
<b>Gerenciamento de resíduos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Segregação/coleta seletiva dos resíduos sólidos;</li> <li>- Minimização dos resíduos;</li> <li>- Acondicionamento e armazenamento dos resíduos líquidos.</li> <li>- Lista de controle dos rejeitos perigosos</li> <li>- Tratamento externo dos resíduos perigosos por empresa especializada</li> <li>- Sistema de Gestão Ambiental (SGA)</li> </ul>
<b>Eficiência energética</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lâmpadas de LED</li> <li>- Calhas espelhadas</li> <li>- Equipamentos de economia de energia.</li> </ul>
<b>Gerenciamento de produtos/reagentes químicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimentos em mini escala</li> <li>- Identificação dos produtos/reagentes</li> <li>- Planejamento de compra dos produtos/reagentes</li> </ul>
<b>Conservação da água</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema para reuso da água</li> <li>- Planilha de controle do volume utilizado</li> </ul>

## GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

As amostras quando chegam são cadastradas pela secretaria e identificadas por código para manter a imparcialidade nos resultados. Em seguida, são transportadas para uma sala para ser feita a triagem por tipo de análise. O gerenciamento de resíduos se inicia logo após o processo de análises físico-químicas com a caracterização de resíduos de acordo com o Diagrama de Hommel. Nesse processo são observados o peso, o tipo (sólido, líquido ou semissólido), a composição (oleosa ou não) e o tipo, por exemplo se vidro ou papel. Nesse sentido, a caracterização dos resíduos e a segregação são consideradas primordiais no processo de gerenciamento, como demonstram pesquisa de Lara et al. (2017).

Após a identificação, os resíduos sólidos são segregados e os resíduos líquidos são acondicionados em bombonas específicas. Ambos são armazenados em uma sala no laboratório (Figura 1), que não é exclusiva para esta finalidade, para posteriormente serem transportados à central de resíduos da universidade. Assim, os resíduos sólidos vão para a triagem da coleta seletiva e os resíduos líquidos perigosos ficam armazenados aguardando o recolhimento pela empresa especializada.



**Figura 1: Rejeitos líquidos armazenados para posterior recolhimento. Fonte: Autor do Trabalho.**

Para obter o controle desses resíduos, a equipe faz uso de uma lista dos rejeitos perigosos (Lista de Manifesto) que saem do laboratório. Para os remanescentes das amostras que não foram utilizadas, é estabelecido um contrato com alguns clientes e eles são responsáveis por recolher e descartar suas amostras. Essa ação de retornar uma amostra se configura como uma prática de minimização de resíduos no laboratório. Os clientes são responsabilizados, portanto, em recolher e descartar as amostras. De acordo com o técnico do laboratório, o gerenciamento de resíduos depende do tipo de amostra e do cliente. No caso de uma amostra de pesquisa, o aluno vem buscar sua amostra de volta, mas se for uma análise terceirizada de um cliente, o laboratório fica responsável pelo descarte. Essa amostra vai para a central de resíduos universidade, que tem um contrato com a empresa para recolher e fazer a destinação final.

Os principais resultados alcançados com essas práticas de gerenciamento de resíduos foram a diminuição de riscos de acidentes e a visão dos alunos acerca de como manusear esses resíduos. Sobre os riscos de acidentes, o técnico de laboratório acredita que o pouco período que as bombonas encontram-se armazenadas no laboratório foram um dos principais resultados alcançados. Quanto ao comportamento dos alunos, passaram a ter mais consciência em não descartar os remanescentes das amostras na pia. Uma vez por semana, a equipe de gestão do laboratório faz uma reunião e as informações são repassadas aos alunos, sempre com o objetivo de manter o cuidado com o armazenamento e descarte dos resíduos de forma correta. De fato, esses resultados corroboram com Gazzoni et al. (2018), quando enfatizam que deve existir um comprometimento de todas as pessoas envolvidas nas atividades para o conhecimento ser ampliado e as práticas ambientais serem efetivamente adotadas.

## EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A prática de eficiência energética consiste basicamente em ações simples como a substituição de lâmpadas de LED, utilização de calhas espelhadas para melhorar a iluminação e o uso de equipamentos de economia de energia como ar-condicionado com selo PROCEL A. Essas ações também foram similares ao estudo de Geng et al. (2013). Os resultados mais relevantes pela adoção das práticas de eficiência energética compreendem a economia de energia e diminuição do impacto ocasionado pelo consumo, em especial considerando o fato de 15% do consumo da instituição vem de energia fotovoltaica.



## GERENCIAMENTO DE PRODUTOS/REAGENTES QUÍMICOS

Relacionado ao gerenciamento dos produtos e reagentes químicos, o laboratório realiza a identificação dos produtos/reagentes, desenvolve experimentos em mini escala e realiza o controle em planilhas para planejamento de compras. Após a identificação de todos os frascos dos produtos e reagentes esses são separados por incompatibilidade e os que se encontram em uso ficam armazenados em armários próprios dentro de cada laboratório, chamado de Armários de Drogas (Figura 2). Já o estoque fica localizado em uma sala refrigerada com os produtos armazenados em uma mesa. O controle desses produtos é realizado por uma planilha eletrônica do Excel constando o volume de cada produto, o que foi retirado e o que ainda está disponível, auxiliando no planejamento das compras.



**Figura 2: Armário de drogas. Fonte: Autor do Trabalho.**

O experimento em mini escala foi mais uma prática identificada no laboratório. Essa prática está mais associada à inovação em metodologias, bem como também demonstrado na pesquisa de Wargniez, Oleas e Yamaguchi (2012). Segundo a coordenação, ao longo dos anos o laboratório foi modernizando os equipamentos, escolhendo as metodologias que utilizassem reagentes menos tóxicos e com menor consumo de reagentes. É uma prática do laboratório optar sempre por procedimentos que minimizam o consumo de reagentes. Um exemplo citado foi a metodologia de óleos e graxa, em que alguns laboratórios utilizam extração simultâneas de hexano com 300ml e no laboratório em estudo se utiliza 10ml. Então, consequentemente, como resultado, é que o menor consumo de reagentes gera menos resíduos, além da economia financeira com aquisição de produtos.

Dessa forma, como principais resultados pelas ações da prática do gerenciamento de produtos/reagentes químicos foram apontados a diminuição da quantidade do uso de solventes, economia na compra de reagentes, redução do custo das análises e a minimização de geração de resíduos. Por fim, pode-se observar que essa prática está diretamente associada com a geração de resíduos, o que demonstra sua importância e atenção ambiental nas demandas de todo laboratório.

## CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

Quanto à conservação da água, o laboratório tem um sistema de captação da água para reuso, reaproveitando nos sanitários do local, realidade também encontrada por GENG et al. (2013). Em complemento para a conservação da água, o laboratório faz uso de uma planilha de controle do volume utilizado da água dos equipamentos, como destiladores e purificadores de água. De acordo com o técnico do laboratório, quando a pessoa vai retirar a água, anota o volume a ser utilizado, a data e faz o registro. Esse controle é necessário pelos tipos de águas diferentes produzidas como água de osmose, água ultrapura e água destilada. Ainda conforme o técnico, durante o processo há um gasto

muito elevado de água, tendo em vista que para produzir 1 litro de água destilada, gasta 10 litros de água. Tal realidade revela um alto gasto desse insumo e a consciência do laboratório de manter o controle utilizado durante as análises.

A redução do desperdício da água, o maior controle do uso, a diminuição de emissão de efluentes e a economia do consumo de água foram descritos como os resultados mais positivos da implementação da prática de conservação da água no local.

## CONCLUSÕES

Os resultados de forma geral demonstraram práticas ambientais ainda simples, de baixo custo e favoráveis. O laboratório foi considerado organizado apesar dos problemas apontados, uma vez que é notório as iniciativas da equipe de gestão em melhorar o desempenho ambiental do local. Nessa perspectiva, destaca-se o Sistema de Gestão Ambiental que se encontra em fase de implantação, o qual vai contribuir com melhorias no controle dos impactos causados pelas atividades do laboratório. Os documentos, Objetivos, Planos e Metas, Avaliação de Aspectos e Impactos (AAI), Política Ambiental e Matriz de Impactos, estão em fase de elaboração.

Para melhorar a organização do local, aconselha-se disponibilizar uma sala para armazenar o estoque de produtos e reagentes químicos, ou até mesmo um armário de entrada de produtos. Da mesma maneira, destinar uma sala reservada própria para o armazenamento dos resíduos líquidos perigosos, em virtude da maior segurança dos usuários do laboratório bem como do meio ambiente.

Por fim, esta pesquisa tem sua colaboração prática com a identificação de práticas ambientais de gestão em laboratórios químicos de instituições de ensino superior, tendo em vista que demonstrou os passos adotados pelo laboratório em estudo, contribuindo para formação de novos hábitos, conscientização ambiental, diminuição de desperdícios e geração de menos resíduos. Da mesma forma, tem contribuição teórica dentro da temática ambiental, especialmente na identificação de novas práticas ambientais em laboratórios, contribuindo para a difusão do conhecimento, bem como motivar outros estudos dentro desse tema tão relevante na realidade acadêmica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alves, S. A. O químico e o meio ambiente: aspectos históricos e as contribuições do ensino de gestão ambiental. **Quim. Nova**, v. 45, No. 3, 335-344, 2022.
2. Bardin, L. **Análise de conteúdo**. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2011.
3. Berardi, P. C.; Brito, R. P. Drivers of environmental management in the Brazilian context. **Brazilian Administration Review**, v. 12 n. 1, (2015).
4. Cerezini, M. T.; Amaral, K. M.; Polli, H. Q. Avaliação dos aspectos e impactos ambientais em uma instituição de ensino com o uso da ferramenta FMEA. **Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 11, n 1, p. 1-10, 2016.
5. Dictoro, v. P.; Lourenço, a. B.; Malheiros, T. F. Práticas de sustentabilidade em uma parceria escola-universidade: percepções de alunos e professores. **Revbea**, v. 18, n.4:171-188, 2023.
6. Gazzoni, F. et al. O papel das IES no desenvolvimento sustentável: estudo de caso da Universidade Federal de Santa Maria. **Revista Gestão Universitária na América Latina**, v. 11, n. 1, p. 1-16, 2018.
7. GENG, Y. et al. Creating a “green university” in China: a case of Shenyang University. **Journal of Cleaner Production**, v. 61, p. 13-19, 2013.
8. Lara, E. R. *et al.* A comprehensive hazardous waste management program in a Chemistry School at a Mexican university. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 1488-1491, 2017.
9. Marteel-Parrish, A.; Newcity, K. M. Highlights of the Impacts of Green and Sustainable Chemistry on Industry, Academia and Society in the USA. **Johnson Matthey Technology Review**, v. 61, p. 207-221, 2017.
10. Wargniez, A. B.; Oleas, R. C., Yamaguchi, K. S. Improving laboratory safety through mini-scale experiments: A case study of New Jersey City University. **Journal of Chemical Health & Safety**, v. 19, p. 12-23, 2012.
11. Woolliams, J.; Lloyd, M.; Spengler, J. D. The case for sustainable laboratories: first steps at Harvard University", **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 6 n. 4, p. 363 - 382, 2005.
12. Yin, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed, Porto Alegre: Bookman, 2015.