



**DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ**

**DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE STRATEGIES FOR WASTE MANAGEMENT IN THE CHEMISTRY LABORATORY: A CASE STUDY AT CAMPUS XVIII OF THE STATE UNIVERSITY OF PARÁ**

**DESARROLLO DE ESTRATEGIAS SOSTENIBLES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA: UN ESTUDIO DE CASO EN EL CAMPUS XVIII DE LA UNIVERSIDAD ESTADUAL DE PARÁ**

Silas Eduan Pompeu Amorim<sup>1</sup>, Marcelo José Raiol Souza<sup>2</sup>, Diego Aires da Silva<sup>3</sup>, Eliane de Castro Coutinho<sup>4</sup>, Clauderino da Silva Batista<sup>5</sup>

e747663

<https://doi.org/10.47820/recima21.v7i4.7663>

PUBLICADO: 04/2026

**RESUMO**

Este trabalho apresenta proposições de ações que reduzam os impactos ambientais, promovam a segurança dos usuários e incentivem boas práticas laboratoriais alinhadas a sustentabilidade. A presente pesquisa teve como objetivo principal o desenvolvimento de estratégias sustentáveis voltadas ao gerenciamento de resíduos químicos gerados no Laboratório de Química do Campus XVIII da Universidade do Estado do Pará (UEPA), localizado em Cametá-PA. Entre as estratégias adotadas, destaca-se o armazenamento temporário de resíduos químicos para reutilização ou descarte final adequado, contribuindo para redução do consumo de novos reagentes e para organização segura do descarte. O estudo envolveu o levantamento dos tipos de resíduos gerados, a categorização conforme os riscos associados, e a elaboração de protocolos de segregação, rotulagem e armazenamento seguro. Os resultados demonstram que a aplicação dessas estratégias promoveu maior conscientização ambiental entre os envolvidos e estabeleceu bases sólidas para a implantação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ) institucional. A iniciativa reforça o compromisso da universidade com a responsabilidade socioambiental no contexto acadêmico e científico da região amazônica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade. Resíduos químicos. Laboratório de química. Gerenciamento de resíduos.

**ABSTRACT**

*This work presents proposals for actions that reduce environmental impacts, promote user safety, and encourage good laboratory practices aligned with sustainability. The main objective of this research was to develop sustainable strategies for managing chemical waste generated in the*

<sup>1</sup> Mestrando em Tecnologias, Recursos Naturais e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, PA, Brasil.

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia de Recursos Naturais, Docente no curso de Engenharia Florestal na Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, PA, Brasil.

<sup>3</sup> Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Docente no curso de Tecnologia de Alimentos na Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, PA, Brasil.

<sup>4</sup> Doutora em Ciências Ambientais, Docente no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, PA, Brasil.

<sup>5</sup> Doutor em Engenharia de Recursos Naturais, Docente no curso de Engenharia Química na Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA, Brasil.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
 Silas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva, Eliane de Castro Coutinho, Cláudio da Silva Batista

*Chemistry Laboratory of Campus XVIII of the State University of Pará (UEPA), located in Cametá-PA. Among the strategies adopted, the temporary storage of chemical waste for reuse or proper final disposal stands out, contributing to the reduction of the consumption of new reagents and to the safe organization of disposal. The study involved surveying the types of waste generated, categorizing them according to the associated risks, and developing protocols for segregation, labeling, and safe storage. The results demonstrate that the application of these strategies promoted greater environmental awareness among those involved and established a solid foundation for the implementation of an institutional Chemical Waste Management Plan (QWMP). The initiative reinforces the university's commitment to socio-environmental responsibility in the academic and scientific context of the Amazon region.*

**KEYWORDS:** Sustainability. Chemical waste. Chemistry laboratory. Waste management.

### RESUMEN

*Este trabajo presenta propuestas de acción que reducen el impacto ambiental, promueven la seguridad de los usuarios y fomentan buenas prácticas de laboratorio alineadas con la sostenibilidad. El objetivo principal de esta investigación fue desarrollar estrategias sostenibles para la gestión de los residuos químicos generados en el Laboratorio de Química del Campus XVIII de la Universidad Estatal de Pará (UEPA), ubicado en Cametá, PA. Entre las estrategias adoptadas, destaca el almacenamiento temporal de residuos químicos para su reutilización o disposición final adecuada, lo que contribuye a la reducción del consumo de nuevos reactivos y a la organización segura de la disposición final. El estudio implicó el levantamiento de los tipos de residuos generados, su categorización según los riesgos asociados y el desarrollo de protocolos de segregación, etiquetado y almacenamiento seguro. Los resultados demuestran que la aplicación de estas estrategias promovió una mayor conciencia ambiental entre los involucrados y sentó las bases para la implementación de un Plan de Gestión de Residuos Químicos (PGGR) institucional. La iniciativa refuerza el compromiso de la universidad con la responsabilidad socioambiental en el contexto académico y científico de la región amazónica.*

**PALABRAS CLAVE:** Sostenibilidad. Residuos químicos. Laboratorio de química. Gestión de residuos.

### 1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento de resíduos tem se tornado um tema central nas discussões sobre sustentabilidade, especialmente diante do crescimento populacional, da urbanização e do aumento do consumo, fatores estes, que intensificam a geração de resíduos e ampliam os desafios relacionados ao seu manejo adequado (Kannan *et al.*, 2024; Valencia; Zhang; Chang, 2022). Nesse contexto, os resíduos sólidos configuram-se como um dos principais problemas ambientais contemporâneos, exigindo a adoção de estratégias eficazes para minimizar seus impactos sobre o meio ambiente e a saúde humana (Giovanni; Marques; Gunther, 2021).

Nas instituições de ensino superior, embora os resíduos gerados possam ocorrer em menores quantidades quando comparados a outros setores, muitos deles apresentam características potencialmente perigosas, sobretudo em laboratórios de química. A ausência de procedimentos padronizados de gerenciamento desses resíduos pode resultar em riscos ambientais, além de comprometer a segurança das atividades acadêmicas e laboratoriais (Sousa *et al.*, 2021; Meireles *et al.*, 2022).

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
Sílas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva, Eliane de Castro Coutinho, Clauderino da Silva Batista

Nesse sentido, a implementação de medidas de gestão segura e sustentável torna-se fundamental para orientar o descarte adequado e reduzir os impactos associados à geração desses materiais.

Os laboratórios universitários desempenham papel essencial na formação científica de estudantes, sendo espaços de ensino, pesquisa e extensão. No entanto, na maioria das vezes, as atividades experimentais são realizadas sem o devido esclarecimento sobre a geração e o tratamento dos resíduos produzidos durante as práticas laboratoriais (Alvares *et al.*, 2024). A adoção de estratégias de gerenciamento de resíduos nesses ambientes contribui não apenas para a proteção ambiental, mas também para o fortalecimento da educação ambiental e da cultura de sustentabilidade na comunidade acadêmica.

Nesse cenário, iniciativas voltadas à redução, reutilização e reciclagem de resíduos, associadas aos princípios da Química Verde propostos por Anastas e Warner (1998), representam alternativas importantes para minimizar a geração de substâncias perigosas e promover práticas laboratoriais mais seguras e sustentáveis. Essas ações também estão alinhadas às diretrizes do ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis, estabelecido pela Organização das Nações Unidas, que incentiva o uso eficiente de recursos e o manejo ambientalmente adequado de resíduos.

No âmbito institucional, o laboratório de química da Universidade do Estado do Pará, Campus XVIII – Cametá, desempenha papel relevante nas atividades acadêmicas e científicas entregues a sociedade cametaense. Contudo, observa-se a necessidade de estruturar práticas sistematizadas de gerenciamento de resíduos laboratoriais, de modo a garantir maior segurança, reduzir impactos ambientais e promover a sustentabilidade no ambiente universitário.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo desenvolver estratégias para o gerenciamento de resíduos gerados no laboratório de química da Universidade do Estado do Pará, Campus XVIII – Cametá, contribuindo para a melhoria das práticas laboratoriais, para a formação ambiental dos estudantes e para o fortalecimento de ações institucionais alinhadas aos princípios da sustentabilidade.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Política Nacional de Resíduos Sólidos

A gestão adequada de resíduos no Brasil é orientada pela Lei nº 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos, que estabelece diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. A legislação introduz o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e prioriza ações como a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (Brasil, 2010).

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
 Silas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva, Eliane de Castro Coutinho, Cláudio da Silva Batista

No contexto das instituições de ensino superior, a política determina a elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) para atividades que geram resíduos potencialmente perigosos, incluindo aqueles provenientes de laboratórios de ensino e pesquisa. Esses planos devem contemplar diagnóstico dos resíduos gerados, estratégias de minimização, procedimentos de segregação, armazenamento temporário, transporte e destinação final adequada (Dias, 2021). Dessa forma, a PNRS constitui um importante instrumento normativo para orientar práticas de gerenciamento de resíduos em ambientes acadêmicos.

### 2.2. Princípios da Química Verde

A Química Verde propõe o desenvolvimento de processos e produtos químicos mais seguros e ambientalmente responsáveis, buscando minimizar ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas ao longo de todo o ciclo de vida dos compostos químicos. Seus doze princípios foram formulados por Anastas e Warner (1998), constituindo uma referência para práticas laboratoriais sustentáveis.

Em laboratórios universitários, a aplicação desses princípios contribui para a redução da geração de resíduos perigosos e para o fortalecimento de práticas experimentais mais seguras. Estratégias como o uso de técnicas em microescala, a substituição de solventes tóxicos e o reaproveitamento de reagentes são exemplos de medidas que podem ser implementadas no ambiente acadêmico (Silva; Campos, 2017; Medeiros *et al.*, 2019). Além disso, a Química Verde possui relação direta com as diretrizes da Lei nº 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos e com as metas globais de sustentabilidade.

### 2.3. Gerenciamento de resíduos em laboratórios universitários

O gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios universitários envolve um conjunto de procedimentos técnicos que incluem identificação, segregação, acondicionamento, armazenamento temporário, transporte interno e destinação final dos resíduos gerados nas atividades experimentais. Entretanto, diversos estudos apontam que muitas instituições de ensino enfrentam dificuldades relacionadas à ausência de protocolos padronizados, limitações de infraestrutura e carência de capacitação dos usuários dos laboratórios (Gomes *et al.*, 2021).

Nesse contexto, a implementação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos torna-se fundamental para orientar todas as etapas do processo. De acordo com Costa *et al.*, (2018), um plano eficiente deve incluir inventário de substâncias químicas, classificação dos resíduos conforme a ABNT NBR 10004, capacitação contínua dos usuários e estabelecimento de parcerias com empresas licenciadas para tratamento e destinação final. Além disso, a incorporação de práticas de Química Verde contribui significativamente para reduzir a quantidade e a periculosidade dos resíduos gerados em ambientes laboratoriais.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
Silas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva, Eliane de Castro Coutinho, Clauderino da Silva Batista

### 2.4. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

O gerenciamento sustentável de resíduos laboratoriais também se relaciona com os compromissos internacionais estabelecidos pela Organização das Nações Unidas por meio da Agenda 2030. Entre os objetivos propostos destaca-se o ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis, que busca assegurar padrões sustentáveis de produção e consumo, incentivando o uso eficiente de recursos e o manejo ambientalmente adequado de produtos químicos e resíduos.

No contexto universitário, a implementação dessas diretrizes contribui para integrar a sustentabilidade às atividades de ensino, pesquisa e extensão. Estudos apontam que a incorporação das ODS nas políticas institucionais e nas práticas laboratoriais fortalece o papel das universidades na formação de profissionais comprometidos com o desenvolvimento sustentável (Ferreira; Vieira; Martins, 2021; Silva; Mendes; Costa, 2023).

### 2.5. Sustentabilidade universitária

A sustentabilidade nas universidades envolve a integração de princípios ambientais à gestão institucional, às práticas pedagógicas e às atividades de pesquisa. Segundo Leal Filho *et al.* (2019), universidades sustentáveis são aquelas que incorporam práticas ambientais em sua governança, planejamento e operação, promovendo ações que contribuem para a redução de impactos ambientais e para a formação de cidadãos conscientes.

Nesse cenário, o gerenciamento adequado de resíduos laboratoriais constitui uma ação estratégica para fortalecer a sustentabilidade institucional. Além de contribuir para a proteção ambiental e para a segurança da comunidade acadêmica, essas iniciativas promovem a formação de uma cultura de responsabilidade socioambiental nas instituições de ensino superior.

## 3. MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Química da Universidade do Estado do Pará (UEPA), Campus XVIII, localizado no município de Cametá, Pará, Brasil, às margens do rio Tocantins. A coleta de dados ocorreu entre janeiro e setembro de 2025, período no qual foram analisadas as atividades laboratoriais, os tipos de resíduos gerados e as práticas de gerenciamento adotadas. Salienta-se que as atividades observadas foram relativas às práticas desenvolvidas nas aulas dos cursos de Licenciatura em Química e Tecnologia Agroindustrial – ênfase em Alimentos, além de atividades de pesquisa pela comunidade acadêmica e trabalhos de conclusão de curso. As observações se concentraram na geração dos resíduos sólidos e líquidos e seu descarte no início, durante e final de cada experimento, bem como, o uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) no laboratório por parte dos discentes e docentes; verificação de validade dos reagentes utilizados e controle deles em planilhas que permitam a rastreabilidade das substâncias químicas por parte dos usuários e gestores da universidade.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
Silas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva, Eliane de Castro Coutinho, Clauderino da Silva Batista

A pesquisa adotou uma abordagem metodológica de natureza qualitativa, que consistiu na caracterização dos resíduos gerados durante atividades de ensino e pesquisa, incluindo aulas práticas de química, preparação de soluções, limpeza de vidrarias, bancadas de experimento e também descarte de reagentes vencidos. Inicialmente, foi realizado um mapeamento das atividades geradoras de resíduos, a partir do qual foram elaboradas fichas de inventário contendo o nome da prática experimental, reagentes utilizados, tipo de resíduo gerado, estado físico do resíduo e medição do potencial hidrogeniônico (pH) dos efluentes líquidos. Em seguida, houve as classificações dos resíduos, que seguiram os critérios estabelecidos pela norma ABNT NBR 10004:2004, que categoriza os resíduos em Classe I (perigosos), Classe II A (não perigosos não inertes) e Classe II B (inertes).

Com base no levantamento/diagnóstico obtido, foram propostas estratégias de gerenciamento de resíduos fundamentadas nos princípios da química verde, na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e nas diretrizes da Resolução CONAMA nº 358/2005. Essas estratégias foram estruturadas com o objetivo de subsidiar a implementação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ) no laboratório estudado, contribuindo para a adoção de práticas alinhadas ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 (Consumo e Produção Responsáveis), com foco na redução da geração de resíduos e na destinação ambientalmente adequada. Para uma melhor compreensão das rotas estratégicas propostas, criou-se fluxogramas que indicam as melhores práticas a serem seguidas no laboratório.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das atividades desenvolvidas no Laboratório de Química da Universidade do Estado do Pará – Campus XVIII (Cametá) permitiu identificar padrões de utilização do espaço, tipos de resíduos gerados e fragilidades no sistema de gerenciamento adotado.

##### 4.1. Frequência de uso do laboratório

A frequência média de utilização do laboratório foi de aproximadamente 20 a 25 atividades mensais, envolvendo principalmente turmas dos cursos de Licenciatura em Química e Tecnologia Agroindustrial – ênfase em Alimentos, além de atividades de pesquisa e trabalhos de conclusão de curso. Cada atividade possui duração média de quatro horas e pode envolver entre 20 e 30 estudantes. Esse nível de utilização contribui para a geração contínua de resíduos químicos, materiais contaminados e efluentes laboratoriais, cenário comum em ambientes acadêmicos de ensino experimental. Estudos recentes indicam que a frequência de uso é um dos principais fatores que influenciam a taxa de geração de resíduos em laboratórios universitários (Freese *et al.*, 2024).



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
Silas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva, Eliane de Castro Coutinho, Clauderino da Silva Batista

### 4.2. Comparativo sustentável no gerenciamento de resíduos do laboratório: o que é desejado no laboratório versus a situação atual

O diagnóstico situacional revelou a existência de práticas pontuais de segregação e uso de equipamentos de proteção individual, porém sem sistematização formal ou monitoramento quantitativo contínuo. Observou-se a ausência de inventário sistemático de reagentes e resíduos, bem como a inexistência de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ), situação que contraria as diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e pelas normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, especialmente a ABNT NBR 10004:2004. Podemos observar esse diagnóstico, através do quadro 1 a seguir.

**Quadro 1.** Quadro Comparativo: Sustentabilidade no Gerenciamento de Resíduos – Laboratório de Química (Campus XVIII – Cametá/PA)

Item/procedimento	Desejado	Atual
Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ)	Documento formal atualizado conforme a Resolução CONAMA nº 358 e ABNT NBR 10004	Não possui
Coleta seletiva de resíduos químicos	Frascos identificados por tipo de resíduo (ácido, base, metais pesados, solventes orgânicos etc.)	Possui, mas sem identificação clara
Identificação e Rotulagem dos Resíduos	Rótulos padronizados com nome, classe de risco, data e responsável	Possui, mas irregular
Armazenamento Temporário Adequado	Sala ventilada, segura, com contenção secundária e sinalização adequada	Possui, porém sem infraestrutura adequada
Treinamento para Alunos e Técnicos	Capacitação regular sobre manuseio e descarte correto de resíduos químicos	Não possui
Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)	EPIs adequados disponíveis e de uso obrigatório.	Possui, mas parcial
Procedimentos de Descarte Sustentável	Parceria com empresas licenciadas para coleta e descarte final ou neutralização	Não possui

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
 Silas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva, Eliane de Castro Coutinho, Clauderino da Silva Batista

	interna segura	
Registro e Monitoramento de Geração de Resíduos	Planilhas ou sistema de controle atualizado	Não possui
Substituição de Reagentes Perigosos por Alternativas Menos Tóxicas	Adoção de reagentes menos poluentes sempre que possível	Não possui
Programa de Redução, Reutilização e Reciclagem (3Rs)	Estratégias para reduzir a geração, reutilizar e reciclar resíduos	Não possui

Fonte: Elaboração própria (2026).

### 4.3. Identificação das atividades e experimentos realizados

Foram identificadas aproximadamente quarenta atividades experimentais regulares no laboratório, distribuídas em disciplinas como Química Experimental, Físico-Química, Química Analítica Quantitativa Experimental, Eletroquímica Experimental e Métodos Instrumentais de Análise. A maioria dessas práticas envolve a manipulação de substâncias ácidas, alcalinas e solventes orgânicos, incluindo ácido clorídrico, hidróxido de sódio, etanol e acetona, substâncias que podem gerar resíduos classificados como perigosos dependendo da concentração e das condições de descarte.

A caracterização dos resíduos demonstrou predominância de resíduos líquidos, seguidos por resíduos sólidos e semissólidos. A análise do potencial hidrogeniônico (pH) dos resíduos líquidos revelou valores entre 1 e 3 para soluções ácidas e entre 11 e 13 para soluções alcalinas. Essa variação extrema indica elevado potencial de corrosividade e reforça a necessidade de neutralização prévia antes da disposição final, conforme discutido por Jardim e Fadini (2017), que destacam que resíduos com pH inferior a 2 ou superior a 12,5 apresentam risco significativo de corrosividade. Podemos verificar tal análise no quadro 2.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
Silas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva, Eliane de Castro Coutinho, Clauderino da Silva Batista

**Quadro 2.** Principais resíduos identificados e sua classificação conforme a NBR 10004:2004

Experimento	Descrição da prática	Tipo de resíduo gerado	Classificação do resíduo	Classe ABNT	Faixa de pH
Titulação ácido-base	Determinação de concentração por titulação	Soluções aquosas com ácidos e bases	Resíduo químico perigoso (corrosivo)	Classe I	pH 1–3 (ácido) / 11–13 (básico)
Análise espectrofotométrica	Preparação e análise de amostras para espectro	Soluções aquosas e resíduos	Resíduo não perigoso e reciclado	Classe II A	pH 6 - 8
Lavagem de vidrarias	Limpeza das vidrarias com solventes	Água contaminada, solventes usados	Resíduo químico perigoso e efluente	Classe I	pH 6 - 10
Destilação simples	Separação de líquidos por ponto de ebulição	Resíduos líquidos de solventes	Resíduo químico perigoso	Classe I	pH 5.5 – 7.5
Ensaio com indicadores	Uso de indicadores para pH e outros parâmetros	Resíduos líquidos com corantes	Resíduos não perigoso a perigoso	Classe II A/ Classe I	pH 2 - 12

Fonte: Elaboração própria (2026).

#### 4.4. Práticas atuais de armazenamento e descarte

Verificou-se que parte dos resíduos gerados é descartada diretamente na pia ou armazenada em recipientes improvisados, prática frequentemente relatada em laboratórios acadêmicos sem sistemas estruturados de gerenciamento ambiental. Estudos apontam que o descarte inadequado de efluentes laboratoriais representa um dos principais desafios ambientais em instituições de ensino superior, especialmente em laboratórios de ensino com grande rotatividade de usuários (Freire *et al.*, 2020; Tavares *et al.*, 2019). Outro aspecto relevante identificado foi a ausência de área específica para armazenamento temporário de resíduos perigosos. Essa etapa é considerada fundamental no ciclo de gerenciamento, pois conecta a geração ao tratamento e à destinação final. Quando negligenciada, aumenta significativamente o risco de exposição ocupacional e de contaminação ambiental como discutido no trabalho de Philippi Jr. e Aguiar (2018).



#### 4.5. Propostas de melhoria sustentável

A reorganização do laboratório e o controle mais sistemático de materiais estão alinhados aos princípios da Química Verde, propostos por Anastas e Warner (1998), que enfatizam a prevenção da geração de resíduos como estratégia prioritária em relação ao tratamento posterior. A literatura recente também aponta que programas organizacionais associados a sistemas de gestão ambiental podem reduzir significativamente o desperdício de reagentes e melhorar a eficiência operacional em laboratórios universitários (Silva; Oliveira, 2021).

Com base no diagnóstico realizado, foram elaborados fluxogramas representando rotas otimizadas de segregação e manejo de resíduos para o laboratório em análise, contemplando etapas de segregação inicial, tratamento prévio, armazenamento temporário e destinação final. A utilização de fluxogramas operacionais é recomendada na literatura como ferramenta de padronização de procedimentos e redução de falhas humanas, especialmente em ambientes laboratoriais com grande rotatividade de usuários (Barbieri, 2016).

As estratégias propostas incluem a neutralização controlada de resíduos ácidos e alcalinos, segregação por compatibilidade química, armazenamento em recipientes padronizados e estabelecimento de parcerias com empresas licenciadas para coleta e destinação final. Além disso, recomenda-se a implementação de programas de capacitação contínua para estudantes, técnicos e docentes, visando consolidar uma cultura institucional de segurança e sustentabilidade.

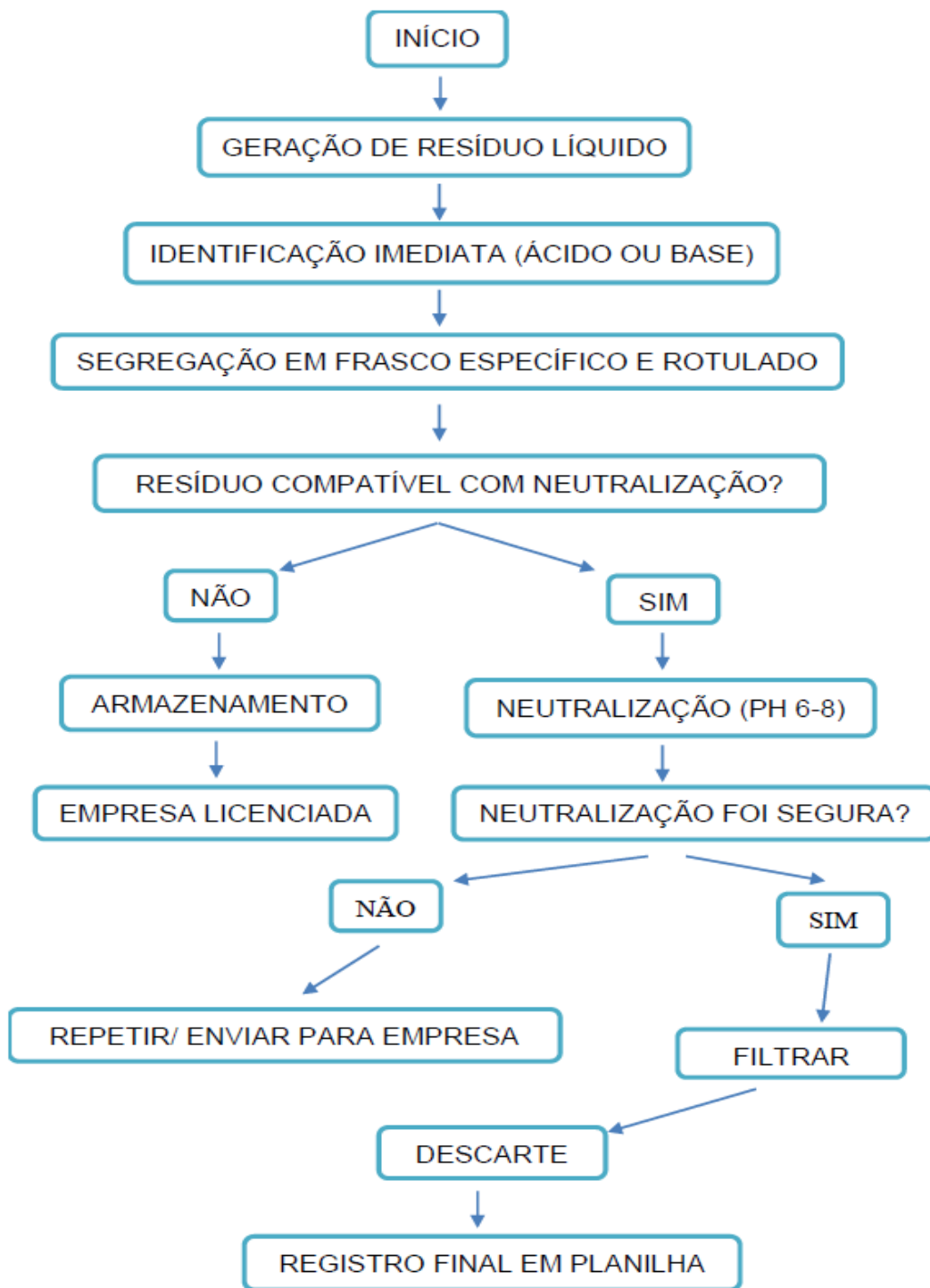
Essas ações contribuem para aproximar o laboratório das metas estabelecidas pelo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 da Agenda 2030, que prevê o manejo ambientalmente adequado de produtos químicos e resíduos ao longo de todo o seu ciclo de vida. Assim, os resultados obtidos demonstram que a combinação entre diagnóstico técnico, organização estrutural e educação ambiental constitui estratégia viável para o aprimoramento do gerenciamento de resíduos em laboratórios universitários. Em seguida são propostos e discutidos os Fluxogramas 1, 2 e 3 que mostram as rotas otimizadas propostas para a segregação dos resíduos no laboratório em estudo, sempre em consonância com práticas sustentáveis, conservação do meio ambiente e segurança dos atores envolvidos no dia a dia do laboratório.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
 Silas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva, Eliane de Castro Coutinho, Clauderino da Silva Batista

**Fluxograma 1.** Rota de Segregação de Resíduos Líquidos (Ácidos e Bases)



Fonte: Elaboração própria (2026).

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
Silas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva, Eliane de Castro Coutinho, Cláudio da Silva Batista

O Fluxograma 1 foi desenvolvido a partir da análise das práticas observadas no laboratório em estudo, considerando as fragilidades identificadas no descarte de resíduos líquidos. A literatura atual reforça que resíduos ácidos e alcalinos figuram entre os principais efluentes gerados em laboratórios acadêmicos e, quando descartados inadequadamente, podem provocar impactos ambientais significativos (Jardim; Fadini, 2017). Esta tendência também foi verificada no laboratório em análise, porém é perfeitamente gerenciável com a adoção da rota apresentada no Fluxograma anterior.

A identificação imediata na fonte geradora é apontada pela literatura como etapa crítica para prevenção de acidentes. A ausência dessa prática favorece misturas incompatíveis, podendo resultar em reações exotérmicas ou liberação de vapores tóxicos. A segregação deve ocorrer em recipientes compatíveis com a natureza química do resíduo, devidamente identificados conforme a ABNT NBR 7500:2020. A rotulagem adequada contribui para rastreabilidade e comunicação de risco.

A literatura técnica aponta que nem todos os resíduos ácidos e básicos podem ser neutralizados internamente, sendo necessária avaliação prévia quanto à concentração, presença de contaminantes e risco de reações secundárias (Philippi Jr.; Aguiar, 2018).

Na rota apresentada no Fluxograma 1, observa-se que; quando o resultado é compatível com a neutralização, executa-se o controle do pH, onde os valores aceitáveis variam entre pH = 6 e pH = 8; tal procedimento deverá ser realizado em capela de exaustão, com monitoramento contínuo do pH e controle de temperatura. Caso a neutralização tenha sido segura, basta filtrar (quando houver precipitado), descartar conforme parâmetros legais e registrar em planilha de controle (volume, responsável pelo descarte, data e método). Caso não ocorra a neutralização, repetir o procedimento sob supervisão técnica ou encaminhar para empresa licenciada. Agora se não for compatível com neutralização, fazer o armazenamento temporário em área adequada ou o encaminhamento para empresa licenciada.

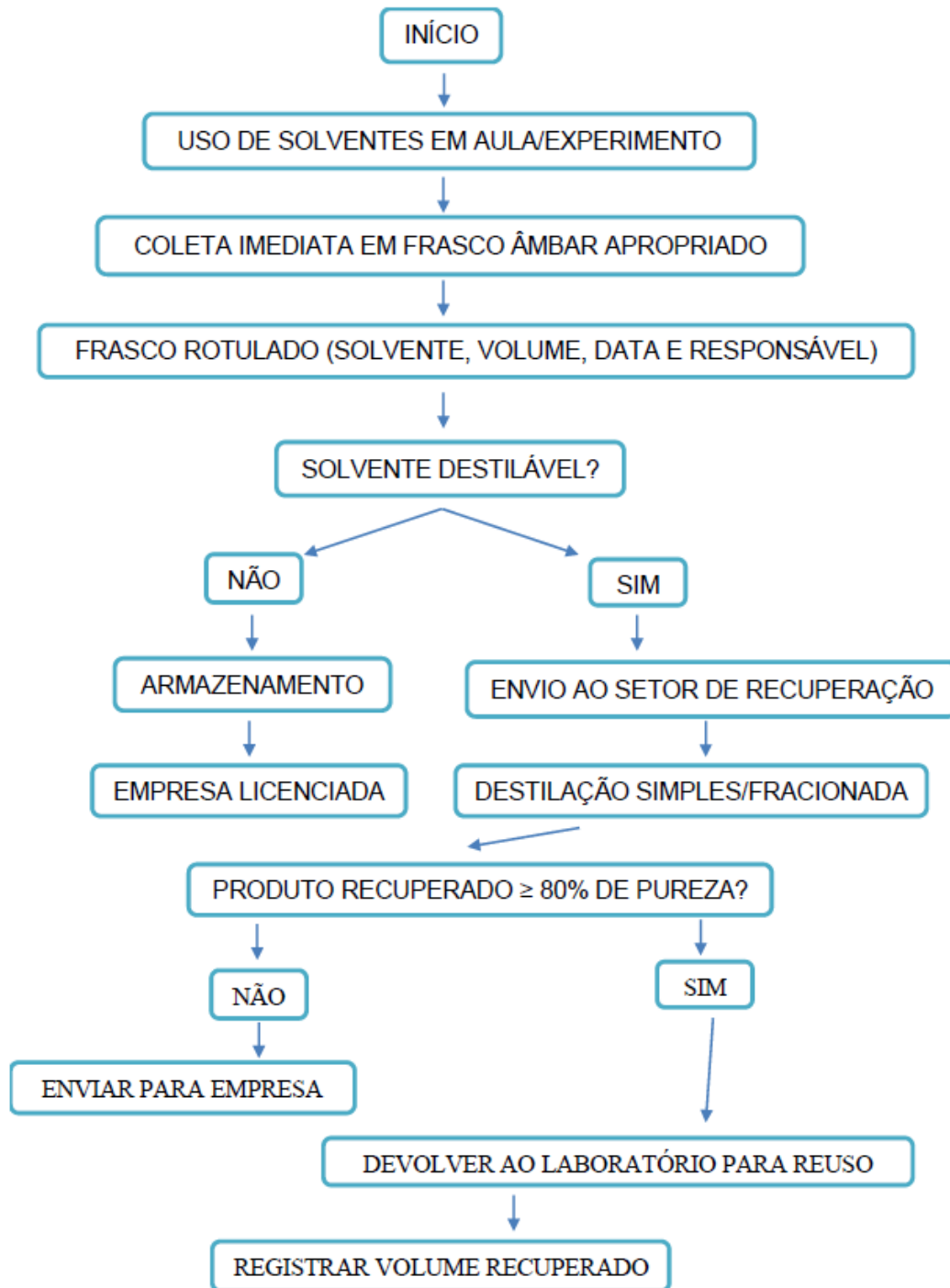
Essa decisão está fundamentada na hierarquia da gestão prevista na Lei nº 12.305/2010, que prioriza tratamento interno quando tecnicamente viável, mas exige destinação ambientalmente adequada quando houver risco.

O fluxograma proposto representa avanço significativo em relação à prática anteriormente identificada de descarte direto na pia. A literatura recente enfatiza que a neutralização controlada reduz riscos de corrosão de tubulações, impactos em estações de tratamento e alterações de pH em corpos hídricos receptores (Jardim; Fadini, 2017).

Sob a perspectiva dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, essa rota contribui diretamente para o cumprimento da meta 12.4 do ODS 12 da Organização das Nações Unidas, ao assegurar manejo ambientalmente adequado de produtos químicos ao longo do ciclo de vida.



**Fluxograma 2.** Rota de segregação de solventes orgânicos inflamáveis



**Fonte:** Elaboração própria (2026).



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
 Silas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva, Eliane de Castro Coutinho, Cláudio da Silva Batista

No caso dos solventes orgânicos inflamáveis, que constituem uma das principais classes de resíduos gerados durante aulas práticas e experimentos, a literatura atual destaca que esses resíduos apresentam elevado risco de inflamabilidade, toxicidade e volatilização, sendo frequentemente classificados como Classe I – Perigosos, conforme a ABNT NBR 10004:2004.

Nesse contexto, o Fluxograma 2 foi desenvolvido com base na hierarquia da gestão de resíduos e nos princípios da economia circular, priorizando recuperação e reuso sempre que tecnicamente viável.

A literatura técnica recomenda frascos de vidro âmbar para solventes orgânicos inflamáveis, pois reduzem degradação por luz e minimizam riscos de reação fotoquímica. Além disso, o recipiente deve ser compatível com o solvente armazenado, devidamente vedado para evitar volatilização.

A rotulagem padronizada é exigência normativa conforme a ABNT NBR 7500:2020, garantindo comunicação de risco e rastreabilidade. Segundo a literatura, falhas na identificação são causas recorrentes de acidentes laboratoriais (Silva; Oliveira, 2021).

Na etapa decisória deste fluxograma, devemos definir se o solvente é destilável ou não. A destilação é amplamente reconhecida como método eficiente para recuperação de solventes orgânicos em laboratórios acadêmicos, reduzindo significativamente o volume destinado à incineração (Philippi Jr.; Aguiar, 2018).

Caso não seja destilável, o solvente vai para o armazenamento adequado e posteriormente enviado para empresa licenciada. Essa medida está alinhada à Lei nº 12.305/2010, que determina a responsabilidade do gerador pela destinação ambientalmente adequada.

Já se o solvente for destilável, ele é enviado para o setor de recuperação e é realizado o processo de destilação simples ou fracionada conforme características do solvente. Após esse processo, é verificado se o produto recuperado foi maior ou igual a 80% ( $\geq 80\%$ ). Se NÃO atingir este patamar, ele é encaminhado para empresa licenciada. Se atingir o valor  $\geq 80\%$ , o produto é devolvido ao laboratório para reuso e ao final é registrado o volume recuperado em planilha de controle.

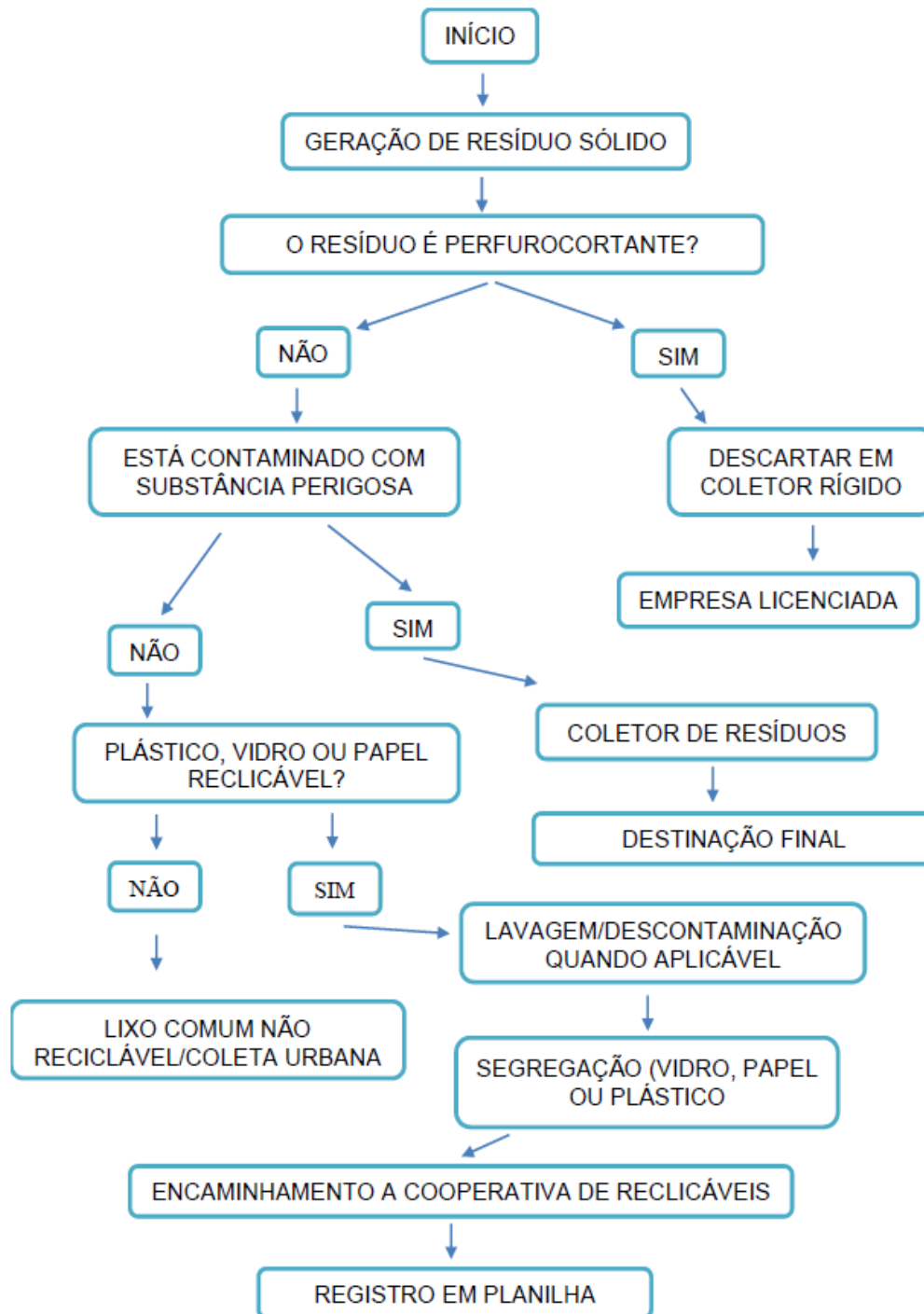
Estudos recentes indicam que programas de recuperação de solventes podem reduzir de 30 a 50% o volume de resíduos orgânicos enviados para incineração em instituições de ensino superior (Freire *et al.*, 2020).



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ, Silas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva, Eliane de Castro Coutinho, Clauderino da Silva Batista

**Fluxograma 3.** Rota de segregação de resíduos sólidos e materiais recicláveis



Fonte: Elaboração própria (2026).

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
Silas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva, Eliane de Castro Coutinho, Clauderino da Silva Batista

Durante as práticas anteriormente citadas no laboratório, se evidenciou que os resíduos sólidos gerados incluem materiais perfurocortantes, embalagens contaminadas, vidro quebrado, papel, plástico e resíduos comuns. A ausência de segregação sistemática observada inicialmente reforça a necessidade de rotas estruturadas que integrem critérios de risco, potencial de reciclagem e conformidade normativa.

A literatura atual destaca que a gestão adequada de resíduos sólidos em ambientes laboratoriais deve obedecer à hierarquia da não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final, conforme estabelecido na Lei nº 12.305/2010.

A implementação do Fluxograma 3 de segregação de resíduos sólidos no laboratório, representa um avanço importante para a organização e o controle do gerenciamento de resíduos laboratoriais. O processo inicia com a geração do resíduo sólido, etapa inerente às atividades experimentais de ensino e pesquisa, nas quais são utilizados diversos materiais, como vidro, plástico, papel e utensílios laboratoriais descartáveis.

Segundo Philippi Jr. e Aguiar (2018), a gestão adequada de resíduos em instituições de ensino e pesquisa deve priorizar a segregação na fonte geradora, pois essa prática reduz significativamente os riscos de contaminação, facilita o tratamento e contribui para a destinação final ambientalmente adequada. Nesse sentido, o fluxograma proposto apresenta como primeiro ponto de decisão a identificação de resíduos perfurocortantes, que representam um risco potencial à saúde dos usuários do laboratório.

Quando o resíduo é classificado como perfurocortante, o procedimento orienta o descarte imediato em coletor rígido apropriado, seguido do encaminhamento para empresa licenciada para tratamento e disposição final. Conforme destacam Barbieri e (2016), a correta identificação e segregação de resíduos perigosos é uma etapa essencial nos sistemas de gestão ambiental, uma vez que evita acidentes e minimiza impactos ambientais decorrentes do manejo inadequado desses materiais.

No caso de resíduos não perfurocortantes, o fluxograma orienta a verificação de contaminação por substâncias perigosas. Caso o material esteja contaminado, ele deve ser encaminhado para coletor específico de resíduos, com posterior destinação por empresa especializada. Essa prática está alinhada aos critérios de classificação estabelecidos pela ABNT NBR 10004 e às diretrizes da Lei nº 12.305/2010, que estabelece princípios para o gerenciamento ambientalmente adequado de resíduos.

Quando não há contaminação, o fluxograma propõe a avaliação do potencial de reciclagem do material, identificando resíduos como plástico, vidro ou papel reciclável. De acordo com Schalch *et al.*, (2019), a reciclagem de resíduos sólidos constitui uma estratégia fundamental para reduzir a pressão sobre os recursos naturais e minimizar o volume de resíduos encaminhados aos sistemas de disposição final.

**ISSN: 2675-6218 - RECIMA21**

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
Silas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva, Eliane de Castro Coutinho, Clauderino da Silva Batista

Caso o resíduo não seja reciclável, ele é encaminhado para o lixo comum não reciclável, sendo destinado à coleta urbana municipal. Por outro lado, quando o resíduo apresenta potencial de reciclagem, o fluxograma estabelece etapas de lavagem ou descontaminação quando necessário, seguidas da segregação por tipo de material (vidro, papel ou plástico). Após essa etapa, os materiais podem ser encaminhados para cooperativas de recicladores, fortalecendo a cadeia da reciclagem e promovendo benefícios ambientais e sociais.

Nesse contexto, a literatura recente destaca que a participação de cooperativas no sistema de gestão de resíduos contribui para a inclusão socioeconômica e para o aumento da eficiência dos programas de reciclagem. Segundo Ramos (2021), a integração entre instituições públicas, universidades e cooperativas de recicladores representa uma estratégia importante para fortalecer políticas de economia circular e ampliar a recuperação de materiais recicláveis.

Além disso, o fluxograma prevê o registro das informações em planilhas de controle, etapa essencial para o monitoramento da geração e destinação dos resíduos. Para Pacheco (2020), a documentação sistemática dos fluxos de resíduos permite a construção de indicadores ambientais e contribui para o aprimoramento contínuo das práticas de gestão ambiental em laboratórios acadêmicos.

Essas práticas também dialogam diretamente com os princípios estabelecidos pela Organização das Nações Unidas no âmbito do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12, que busca assegurar padrões sustentáveis de produção e consumo, incentivando a redução, reutilização e reciclagem de resíduos.

Dessa forma, a adoção do Fluxograma 3 demonstra que a implementação de procedimentos estruturados de segregação, descontaminação, reciclagem e registro contribui significativamente para o fortalecimento do gerenciamento sustentável de resíduos sólidos no laboratório de química da universidade. Além de reduzir riscos ambientais e ocupacionais, essas práticas também promovem a formação de estudantes mais conscientes em relação à responsabilidade socioambiental.

### 5. CONSIDERAÇÕES

A análise das atividades experimentais desenvolvidas no Laboratório de Química do Campus XVIII da Universidade do Estado do Pará permitiu identificar fragilidades no gerenciamento dos resíduos químicos gerados nas práticas acadêmicas. Observou-se a inexistência de procedimentos sistematizados de segregação, classificação, armazenamento e destinação final, além da ausência de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ). Os resultados indicaram que a maior parte dos resíduos produzidos corresponde a efluentes líquidos classificados como perigosos (Classe I), evidenciando a necessidade de implementação de medidas estruturadas para reduzir riscos ambientais e ocupacionais.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
 Silas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva, Eliane de Castro Coutinho, Clauderino da Silva Batista

Diante desse diagnóstico, foram propostas estratégias sustentáveis baseadas nas diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos e nos princípios da Química Verde, incluindo a implementação de rotas de segregação, neutralização de resíduos ácidos e básicos, criação de área de armazenamento temporário, capacitação dos usuários e estabelecimento de parcerias institucionais para destinação final adequada. Essas ações contribuem para o alinhamento das práticas laboratoriais às metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 (ODS 12), relacionadas ao consumo e produção responsáveis.

Assim, o estudo forneceu um diagnóstico situacional do gerenciamento de resíduos no laboratório e apresentou subsídios técnicos para a implantação de um sistema sustentável de gestão de resíduos químicos, reforçando o papel das instituições de ensino superior na promoção da responsabilidade socioambiental e na formação de profissionais comprometidos com práticas científicas sustentáveis.

### REFERÊNCIAS

- ALVARES, J. M. *et al.* Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino superior: desafios e perspectivas. **Revista de Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 45–60, 2024.
- ANASTAS, Paul T.; WARNER, John C. **Green chemistry: theory and practice**. New York: Oxford University Press, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004:2004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2010.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005**. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília: CONAMA, 2005.
- COSTA, M. A. *et al.* Plano de gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios universitários. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 45-57, 2018.
- DIAS, S. M. **Gestão de resíduos sólidos: princípios e práticas sustentáveis**. São Paulo: Atlas, 2021.
- FERREIRA, A. P.; VIEIRA, M. C.; MARTINS, R. S. Universidades e Agenda 2030: desafios para implementação dos ODS no ensino superior. **Revista Educação & Sociedade**, v. 42, p. 1-18, 2021.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
 Silas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva, Eliane de Castro Coutinho, Clauderino da Silva Batista

FREESE, L. *et al.* Sustainable laboratory management and waste minimization strategies in academic institutions. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 31, p. 14562–14578, 2024.

FREIRE, R. S. *et al.* Gestão de resíduos químicos em laboratórios de ensino: desafios e perspectivas. **Química Nova**, v. 43, n. 8, p. 1150–1157, 2020.

GIOVANNI, M.; MARQUES, R.; GUNTHER, W. **Gestão de resíduos sólidos urbanos e sustentabilidade ambiental**. São Paulo: Editora Atlas, 2021.

GOMES, L. F. *et al.* Gestão de resíduos químicos em instituições de ensino superior. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 24, p. 1-14, 2021.

JARDIM, W. F.; FADINI, P. S. **Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios universitários**. Campinas: UNICAMP, 2017.

KANNAN, D. *et al.* Sustainable waste management in urban systems: challenges and opportunities. **Waste Management Journal**, v. 170, p. 102–115, 2024.

LEAL FILHO, Walter *et al.* Sustainable universities: conceptual framework and international experiences. **Journal of Cleaner Production**, v. 220, p. 1-10, 2019.

MEDEIROS, J. C. *et al.* Educação ambiental e gestão de resíduos químicos em laboratórios universitários. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 135-148, 2019.

MEIRELES, M. L. *et al.* Impactos ambientais do descarte inadequado de resíduos químicos laboratoriais. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 25, p. 1–15, 2022.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Nova York: ONU, 2015.

PACHECO, José Augusto. **Gestão ambiental em instituições de ensino superior**. Rio de Janeiro: Interciência, 2020.

PHILIPPI JR., A.; AGUIAR, A. O. **Gestão de resíduos sólidos: princípios e aplicações**. Barueri: Manole, 2018.

RAMOS, Maria Tereza. **Economia circular e gestão de resíduos sólidos**. São Paulo: Atlas, 2021.

SCHALCH, Valdir *et al.* **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. São Carlos: EdUFSCar, 2019.

SILVA, A. L.; CAMPOS, R. C. Gestão de resíduos químicos em laboratórios acadêmicos. **Revista Química Nova**, v. 40, n. 9, p. 1042-1048, 2017.

SILVA, J. P.; OLIVEIRA, M. A. Sustentabilidade e segurança em laboratórios universitários: práticas e desafios. **Revista Brasileira de Educação em Química**, v. 42, n. 3, p. 301–315, 2021.

SILVA, R. P.; MENDES, L. A.; COSTA, J. S. Integração dos ODS na gestão universitária. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 63, p. 150-166, 2023.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS XVIII DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
Silas Eduan Pompeu Amorim, Marcelo José Raiol Souza, Diego Aires da Silva,  
Eliane de Castro Coutinho, Clauderino da Silva Batista

SILVA, T. A.; CAMPOS, R. Gestão de resíduos sólidos e a responsabilidade compartilhada: reflexões sobre a PNRS. **Revista Direito e Sustentabilidade**, v. 3, n. 2, p. 92–107, 2017.

SOUSA, A. R. *et al.* Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino. **Revista Brasileira de Educação em Ciências**, v. 21, n. 2, p. 55–72, 2021.

TAVARES, M. R. *et al.* Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios universitários. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 142–158, 2019.

VALENCIA, A.; ZHANG, Y.; CHANG, N. Solid waste management and environmental sustainability. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, p. 12045–12060, 2022.